

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto del ácido giberélico, tiourea y nitrato de potasio en
la germinación de la semilla de durazno blanquillo
(*Prunus pérsica* L.), Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Marcelino Canchari Cáceres**

Ayacucho – Perú

2018

A los hombres y mujeres que labran la tierra.

*Por sobre todas las cosas a mis padres:
Vicente Canchari Lizana y Concepción Cáceres Quispe*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, formadora de innumerables profesionales que hoy están al servicio de la región, el país y el mundo entero; por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios superiores.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, por haberme acogido en sus aulas durante mi formación, donde recibí las enseñanzas que me impartieron sus docentes.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente Al Ing. Fernando Nicolás Barrantes Del Águila, Al Dr. Ramiro Palomino Malpartida, Al Ing. Francisco Condeña Almora y Al Ing. Guillermo Carrasco Aquino, por transmitirme sus conocimientos, experiencias y consejos en mi formación profesional; digno de recordarlos por siempre.

Al Ing. Efigenio Quispe Curi, asesor del presente trabajo de investigación, por su confianza, paciencia, dedicación, consejos, enseñanzas y apoyo incondicional; que sin ellos hubiese sido difícil su culminación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	vii
Resumen.....	1
Introducción	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Anatomía y morfología del fruto y la semilla de durazno.....	5
1.2. Fisiología de la germinación de la semilla	8
1.3. Tratamiento pregerminativo	16
1.4. Inductores químicos de la germinación.....	18
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	25
2.1. Ubicación del experimento.....	25
2.2. Materiales, equipos e insumos.....	25
2.3. Determinación de los tratamientos	27
2.4. Planeamiento del ensayo	27
2.5. Instalación del experimento.....	30
2.6. Actividades realizadas durante el experimento	32
2.7. Parámetros de evaluación	33
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Velocidad de germinación de semillas	34
3.2. Número de semillas germinadas a los 30 días.....	43
Conclusiones.....	51
Recomendaciones	52
Referencia bibliográfica.....	53
Anexos	55

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Características de fibra de coco.....	14
Tabla 2.1.	Descripción de los tratamientos en estudio (1).....	28
Tabla 2.2.	Descripción de los tratamientos en estudio (2).....	29
Tabla 3.1.	Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) a tres dosis de tiourea y dos tiempos de remojo. Ayacucho	35
Tabla 3.2.	Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) en tres dosis de ácido giberélico y dos tiempos de remojo. Ayacucho.....	38
Tabla 3.3.	Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) en tres dosis de nitrato de potasio y dos tiempos de remojo. Ayacucho.....	41
Tabla 3.4.	Análisis de variancia del número de semillas germinadas a los 30 días después del tratamiento en dos ambientes, tres inductores, dos tiempos de remojo y tres dosis en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	44
Tabla 3.5.	Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en tratamientos de ambiente, inductor, tiempo de remojo y dosis de inductor en durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>). Ayacucho.....	45
Tabla 3.6.	Prueba de Tukey para el número de semillas germinadas por efecto del ambiente e inductor en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	46
Tabla 3.7.	Prueba de Tukey para el número de semillas germinadas con tratamiento de tiourea en laboratorio en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	47
Tabla 3.8.	Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con Tiourea en cámara fría en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	48
Tabla 3.9.	Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con ácido giberelico en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	49
Tabla 3.10.	Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con Nitrato de Potasio en durazno blanquillo (<i>Prunus pérsica</i>). Ayacucho.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Partes de fruto de durazno.....	5
Figura 1.2. Ubicación de la semilla en el fruto.....	6
Figura 1.3. Partes de la semilla.....	7
Figura 1.4. Partes del ovario.....	7
Figura 1.5. Ubicación de la semilla en el endocarpo.....	8
Figura 2.1. Registro de temperatura diaria en ambiente de laboratorio y cámara fría.....	26
Figura 3.1. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) tratadas con tiourea. Ayacucho.....	36
Figura 3.2. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) tratadas con ácido giberélico. Ayacucho.....	39
Figura 3.3. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (<i>Prunus persica</i>) tratadas con nitrato de potasio. Ayacucho.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico.....	56

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio previo sobre algunas posibilidades de uso del ácido giberélico, tiourea y nitrato de potasio como estimulantes de germinación de semillas de durazno variedad blanquillo. En cuanto al tratamiento se ha planteado de la siguiente manera: Para ácido giberélico, se usaron dosis de 30 ppm, 60ppm, 120 ppm en dos tiempos de remojo (2 y 4 horas); para tiourea se usaron dosis de 0.5%, 1%, 2% en dos tiempos de remojo (8 y 16 horas) y para nitrato de potasio, se usaron dosis de 1%, 2%, 3% en dos tiempos de remojo (4 h y 8 horas) que se instalaron en 2 en ambientes de cámara fría y de laboratorio. Así mismo se consideró un tratamiento testigo para cada ambiente. Con la tiourea en ambiente de cámara fría se logró estimular mayor porcentaje de semillas germinados obteniéndose el 87% de semillas germinadas con los tratamientos de 0.5%, 1.0% ambos con 8 horas de remojo y 2% con 16 horas de remojo en el ambiente de cámara fría, pero el mejor resultado es el tratamiento de 1% con 8 horas de remojo que se logra el 77% de semillas germinados a los 5 días de la instalación del experimento.

Palabra clave: Ácido giberélico, tiourea - germinación de semilla

INTRODUCCIÓN

El estudio de la germinación de semilla de durazno (*Prunus pérsica* L.) es importante porque ayuda comprender algunos conceptos biológicos tales como las estrategias reproductivas, la adaptación a los distintos hábitats y los procesos fisiológicos propios de la especie.

El estudio de la germinación de semillas es importante desde un punto de vista económico y académico; la información que se obtiene tiene un potencial valor monetario y el conocimiento de los procesos fisiológicos nos permite controlar y sincronizar el proceso de la germinación y posterior proceso productivo.

La característica física y química de la cubierta de la semilla es responsable de la impermeabilidad del agua y gases hacia el embrión, tales factores son esenciales para el inicio del proceso de germinación que limita la propagación sexual de esta especie

El beneficio fundamental del tratamiento previo es: ahorro de semillas, menor tiempo de germinación, uso adecuado de insumos y de espacio en el semillero, así como un periodo predecible de trasplante y la obtención de plántulas más homogéneas.

Los inductores de germinación tales como Acido giberélico, Tiourea y Nitrato de potasio son utilizados para inducir la germinación de distintas especies vegetales; en el ensayo se utilizaron para obtener la información de la influencia que podría tener estas sustancias en el proceso de germinación de semillas de durazno variedad Blanquillo.

En el estudio se ha evaluado la interacción de los factores dosis de la solución, tiempos de remojo de la semilla en la solución instalados en dos distintos ambientes.

El objetivo general de este trabajo de investigación es evaluar la actividad hormonal del ácido giberélico, el nitrato de potasio y la tiourea en la promoción de la germinación de semillas de durazno Blanquillo en 2 tipos de ambiente.

Mientras que los objetivos específicos son:

1. Determinar la dosis más favorable para la germinación de las semillas de durazno Blanquillo.
2. Determinar el tiempo conveniente de remojo de las semillas en los inductores de germinación.

CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.1. ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL FRUTO Y LA SEMILLA DE DURAZNO

1.1.1. El fruto

Esau (1972) menciona que el fruto de *Prunus pérsica* deriva de un ovario unicarpelar, con sutura marcada como un surco pronunciado especialmente en el carozo o hueso. El fruto está constituido por el pericarpio y la semilla; al madurar las paredes del ovario se desarrollan y forman el pericarpio constituido por tres capas: epicarpio, mesocarpio y endocarpo.

El epicarpio es la capa externa del pericarpio, proviene de la capa externa del ovario originada por la epidermis inferior de la hoja carpelar. El mesocarpio es la capa intermedio del pericarpio, resultado de la transformación de la pared ovárica de la flor. Endocarpo, es el carozo o hueso, esclerificado. De adentro hacia afuera: la epidermis origina varias capas de esclereidas verticalmente alargadas; luego hay esclereidas transversalmente alargadas, luego 1-2 capas de esclereidas isodiamétricas. En este sector hay haces vasculares, lo que indica que esas capas se originaron del mesófilo (figura 1.1)

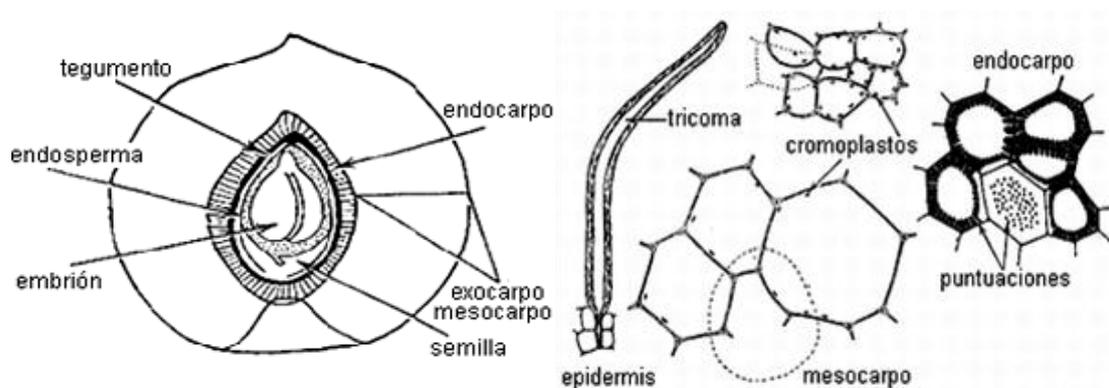


Figura 1.1. Partes de fruto de durazno

Fuente: (Esau 1972)

1.1.2. La semilla

Boswell (1980) indica que la semilla es un estado de supervivencia de las plantas, que permite la vida embrionaria, suspendida durante el tiempo de reposo, dormancia o latencia, de manera que en condiciones apropiadas renueva su desarrollo aún después de que sus progenitores no estén presentes. Así mismo desde un concepto botánico se considera a la semilla como un óvulo maduro y fecundado, encerrado dentro del ovario desarrollado y maduro denominado fruto (figura 1.2)

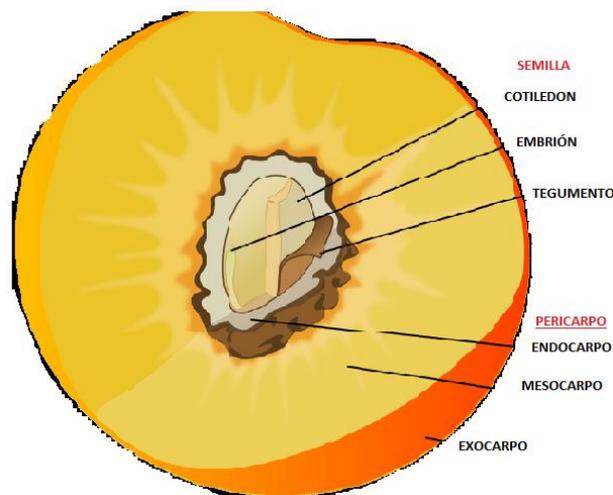


Figura 1.2. Ubicación de la semilla en el fruto

Fuente: (<http://www.tecnicoagricola.es/las-partes-de-la-planta-el-fruto>)

La semilla de durazno (*Prunus persica*) se encuentra en el interior del endocarpo del fruto constituido por las siguientes estructuras: (a) embrión, (b) cotiledones (c) tegumento; el tegumento está compuesto del exocarpo y una membrana de parénquima.

a) El embrión

Según Hudson (1980) el embrión es un conjunto ordenado de tejidos que dará lugar a una nueva planta; es el resultado de la unión del óvulo maduro y el polen durante la fecundación. Está constituido por un eje embrionario con dos partes: el vástago y la raíz; ambas partes compuestas de tejido meristimático, con un punto de crecimiento en cada extremo: el hipocotilo es una raíz rudimentaria (radícula) y el vástago o plúmula un esbozo de tallo. En las dicotiledóneas está acompañado de dos estructuras de reserva: los cotiledones, que son dos hojas embrionarias.

b) Tejidos de almacenamiento o cotiledones

Hartmann (1980) señala que la semilla de durazno (*Prunus pérsica*) pertenece al tipo exalbuminoso (no tiene parénquima amiláceo); carece de endospermo; las reservas alimenticias se acumulan en los cotiledones que están compuestas por carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y otras sustancias orgánicas que serán utilizadas para el crecimiento de la plántula (figura 1.3).

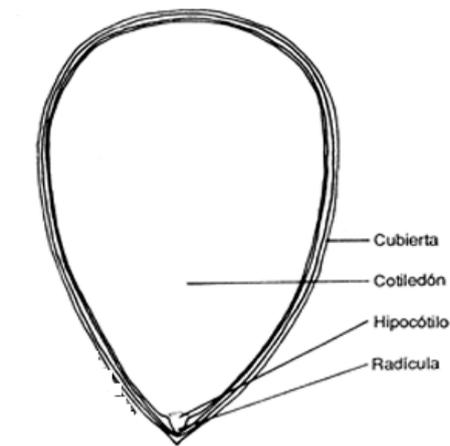


Figura 1.3. Partes de la semilla

Fuente: (<http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s02.htm>)

c) Cubierta de la semilla.

Hartmann (1980) informa que es el tegumento constituido por dos capas, una externa esclerenquimático (exocarpo, de color marrón) y otra interna parenquimática de color transparente; se considera que el tegumento de la semilla o membrana embrionaria se formó a partir de los tegumentos del óvulo. En esta cubierta se encuentran los remanentes del endospermo rudimentario y de la nucela, formando una capa continua alrededor del embrión y cotiledones (figura 1.4).

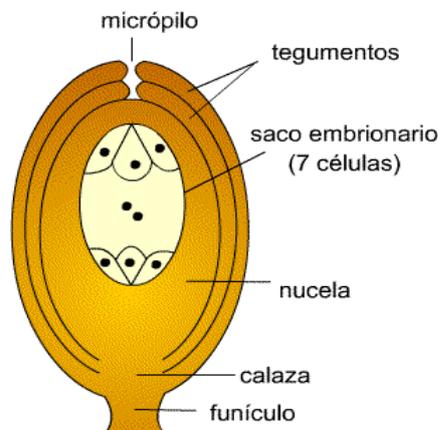


Figura 1.4. Partes del ovario

Fuente: (<https://www.datuopinion.com/ovulo-botanica>)

Hartmann (1980) considera que la estructura dura que cubre a la semilla externamente es el endocarpo del fruto, se caracteriza por tener un aspecto rugoso y rígido, es de color marrón e impermeable al agua. La presencia de esta estructura es importante porque brinda a la semilla protección mecánica de los factores externos tales como golpes, microorganismos, daños por factores del ambiente; además, limita o dificulta el ingreso de agua hacia el interior permitiendo conservar a la semilla hasta que los factores externos sean favorables para una germinación exitosa.

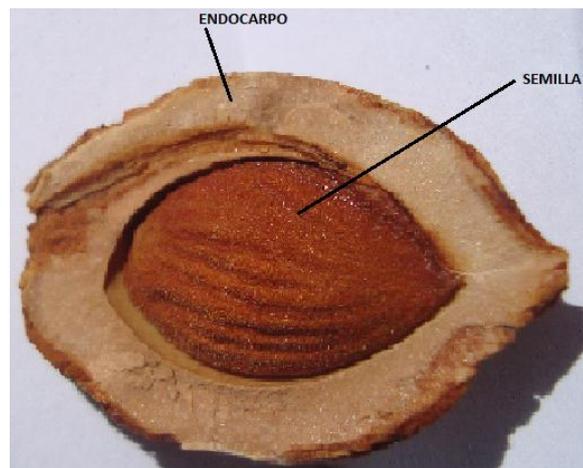


Figura 1.5. Ubicación de la semilla en el endocarpo

1.2. FISIOLÓGÍA DE LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

1.2.1. Germinación de semilla

La Sociedad Española de Ciencias Hortícolas SECH (1995) define a la germinación como el proceso de activación del metabolismo respiratorio del embrión que provoca el comienzo de su crecimiento y la emergencia de una nueva plántula.

Hartmann (1980) indica que durante la germinación de la semilla, el metabolismo celular se incrementa y el embrión maduro inicia su crecimiento. En esta etapa se produce síntesis de proteínas y enzimas específicas así como proteínas estructurales disponibles en un periodo determinado que constituyen la base para el crecimiento diferencial y el desarrollo del embrión. La semilla de la mayoría de las plantas es incapaz de germinar cuando está encerrada dentro del fruto fijado a la planta madre o por un periodo de tiempo después de la maduración del fruto y de la dispersión de la semilla, debido a factores de estados de madurez, presencia de inhibidores o resistencia mecánica de las estructuras de protección.

Tukey (2017) reporta que la semilla de durazno (*Prunus persica* Batsch.) requiere un período de post-maduración de 10 a 12 semanas a una temperatura de 20 a 50 ° C antes de que germine. Se ha demostrado, sin embargo, que cuando los embriones de melocotón se extirpan y se colocan en condiciones favorables para la germinación, los embriones viables responderán dentro de 7 a 10 días ya sea por germinación o por evidencia de algún grado de separación de los cotiledones. Esta respuesta ha proporcionado una prueba rápida de germinación de semillas de durazno no maduras.

1.2.2. Etapas de la germinación de semilla

Salisbury (1992) menciona que son cuatro las etapas del proceso de germinación de las semillas:

1. La hidratación o absorción de agua, durante la cual el agua ingresa en el embrión e hidrata las proteínas, ácidos orgánicos, enzimas, hormonas, los coloides y los minerales.
2. La formación o activación de enzimas, que provoca el aumento de la actividad metabólica.
3. La elongación de las células de la radícula, su emergencia por la zona correspondiente al micrópilo de la semilla. Posteriormente el vástago comienza su alargamiento. Esta es la etapa general de germinación propiamente dicha.
4. El posterior crecimiento de la plántula.

Hartmann (1980) informa que el primer estadio de la germinación, es la activación o estimulación termohídrica que puede completarse en un periodo de tiempo (minutos u horas). La semilla seca absorbe agua, el contenido de humedad aumenta con rapidez y luego se estabiliza. La activación inicial significa la imbibición de los coloides y otras sustancias orgánicas de la semilla seca; se ablandan las cubiertas de la semilla y ocasiona hidratación del protoplasma. Como consecuencia, la semilla se hincha y sus cubiertas pueden romperse. Se activa un trabajo de sintonización proteico enzimático. Después de la absorción de agua, este sistema es reactivado para permitir la continuación de la síntesis de proteínas estructurales. Las enzimas metabólicas, controlan la actividad fisiológica de las células parenquimáticas, algunas de las cuales fueron producidas durante el crecimiento y maduración de la semilla en el fruto y deben volverse a activar durante la germinación.

El segundo estadio de la germinación significa translocación y digestión de sustancia; uso del agua en la respiración a un ritmo constante; los sistemas celulares de síntesis se han activado para producir enzimas específicas, moléculas estructurales, fitohormonas reguladoras, ácidos nucleicos; aparecen amilasas, proteasa, lipasas que empiezan a digerir materiales de reserva contenidos en los cotiledones y embrión en compuestos químicos más sencillos; estos compuestos luego son translocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario y permitir el crecimiento y formación de nuevas partes de la plántula.

El tercer estadio de la germinación de la semilla consiste en la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. El alargamiento celular y la emergencia de la radícula son indicadores tempranos de germinación y pueden marcar la terminación del primer estadio. Una vez que inicia el crecimiento en el eje embrionario, aumenta el peso fresco y peso seco de la plántula, pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento. La respiración media, por la absorción de oxígeno, aumenta en forma constante con el avance del crecimiento. Finalmente, cesa la actividad metabólica en los tejidos de almacenamiento, excepto en las plantas en que los cotiledones se vuelven activos en la fotosíntesis. A medida que avanza la germinación, se pone de manifiesto la estructura de la plántula. El embrión está formado por un eje que tiene una o más hojas seminales o cotiledones. El punto de crecimiento de la radícula o hipocotilo es la base del eje embrionario. El punto del crecimiento del brote, la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, arriba de los cotiledones. El tallo de la plántula se divide en una sección debajo de los cotiledones, hipocótilo y la sección que se encuentra hacia arriba, el epicótilo.

Salisbury (1992) considera que debe haber tres condiciones para que ocurra el proceso de germinación:

- La semilla debe ser viable, debe estar viva o tener capacidad para vivir.
- Debe haber superado la latencia; las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación o deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas para la germinación.
- Debe encontrarse en condiciones ambientales adecuadas; los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, provisión de oxígeno y a veces la luz.

Las condiciones internas de las semillas pueden cambiar con el tiempo y en consecuencia los requerimientos ambientales también pueden variar debido a que pueden afectarse por el estado interno de la semilla.

1.2.3. Factores que afectan la germinación de la semilla

Hartmann (1980) menciona que la disponibilidad de agua, temperatura, intercambio de gases entre el embrión y la atmósfera y la aireación del medio de germinación son condiciones imprescindibles para la germinación.

a) Disponibilidad de agua

La curva de absorción de agua por las semillas tiene tres partes:

- Una absorción inicial, en la cual la mayor parte es de imbibición
- Un periodo lento
- Un segundo incremento al emerger la radícula y desarrollarse la plántula.

Hartmann (1980) menciona que la naturaleza coloidal de las semillas secas tiene un gran poder de absorción para el agua, tanto en almacenamiento como en el medio de germinación, dependiendo de la naturaleza de la semilla, la disponibilidad de agua en el medio circundante y de la temperatura; además el autor indica que la temperatura elevada aumenta la absorción del agua. Una vez que la semilla germina, la provisión de agua de la plántula depende de la capacidad de la radícula para crecer en el medio de germinación y de las nuevas raíces para absorber agua. La humedad proporcionada a la semilla en germinación, puede afectar tanto al porcentaje como a la velocidad de germinación; el porcentaje de germinación tiende a ser igual en la mayor parte al rango de disponibilidad de agua en el suelo, si éste se encuentra en su capacidad de campo. Las diferencias entre especies se hacen evidentes a medida que el suelo se aproxima a la sequedad; algunas semillas germinan sólo con una humedad por arriba del punto de marchitez permanente, otros pueden germinar con contenido inferior a ese porcentaje.

Hartmann (1980) indica que el riego excesivo acompañado de mal drenaje puede resultar perjudicial para la germinación, debido a que reduce la aireación en el medio y permite que el proceso de respiración se perjudique. A veces se remojan las semillas antes de plantarlas para iniciar el proceso de germinación y acortar el tiempo requerido por las plántulas para emerger del suelo; esos tratamientos pueden ser ventajosos con

semillas que normalmente son lentas para germinar, que son duras y secas o cuando existen ciertas condiciones de letargo. El remojo prolongado puede dañar a las semillas y reducir la germinación por fallas en la provisión de oxígeno; otros resultados perjudiciales se atribuyen a los efectos de microorganismos que deterioran las semillas.

b) Temperatura

Hartmann (1980) menciona que la temperatura es el factor ambiental individual de mayor importancia que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plántulas. Las semillas no sólo tienen un límite superior máximo y otro inferior mínimo de temperatura para la germinación, sino que también responden a ciclos específicos de fluctuaciones estacionales o diarios; esos requerimientos de temperatura no son necesariamente constantes sino que pueden variar con el tiempo o interactuar con algún otro factor ambiental como la luz. En plantas cultivadas, las temperaturas límites para la germinación son características pero pueden variar con el cultivar específico; en general, los requerimientos de temperatura reflejan los requerimientos ambientales de la especie silvestre original de la que descienden; los requerimientos de temperatura son muy importantes y deben tomarse en consideración tanto en la propagación de semillas como en el análisis de semillas. Por lo general, la germinación aumenta en forma directa con la temperatura; la velocidad es muy baja a temperaturas bajas pero se incrementa en forma continua a medida que asciende la temperatura. Las semillas de muchas plantas cultivadas, después de una operación ordinaria de manejo incluyendo un periodo de almacenamiento en seco, germinan en una amplia gama de temperatura desde alrededor de 4.5°C y a veces cerca de 0°C hasta un límite letal que va de 30°C a 40°C; es posible exponer las semillas a temperaturas más elevadas por periodos cortos para controlar enfermedades. Cierta grupo de semillas pueden clasificarse como de estación fría debido a su capacidad para germinar a temperaturas relativamente bajas; las semillas de algunas plantas de estación fría requieren temperaturas bajas y no germinan a temperaturas más elevadas que 25°C denominándose como termo letargo.

c) Intercambio de gases entre el embrión y la atmosfera

Hartmann (1980) considera que los gases que afectan la germinación de semillas en el medio de germinación son el oxígeno, dióxido de carbono y posiblemente el etileno. El oxígeno es esencial para los procesos respiratorios que se efectúan en las semillas en germinación, la absorción de este elemento se inicia poco después de la imbibición. Es

muy importante indicar que la tasa de oxígeno es un indicador del avance de la germinación y se ha sugerido como una indicación del vigor de las semillas.

Hartmann (1980) afirma que el dióxido de carbono es un producto de la respiración, en condiciones de mala aireación puede acumularse y a profundidades mayores el aumento en concentración de CO₂ puede en cierto grado inhibir la germinación; pero es probable que desempeñe sólo un papel menor en el mantenimiento del letargo de esas semillas. En semillas de especies como trébol subterráneo y algunas leguminosas ha estimulado la presencia de CO₂ en concentraciones mayores de 0.03%. Es probable que también estas concentraciones interaccionan con el etileno para superar el termo letargo para mejorar la germinación de las semillas de lechuga.

d) Aireación en el medio de germinación.

Para Hartmann (1980) la cantidad de oxígeno presente en el medio de germinación es afectada por su poca solubilidad en el agua y su lenta difusibilidad en el medio; en consecuencia, el intercambio de gases entre el medio de germinación y la atmósfera, donde la concentración de oxígeno es de 20% puede reducirse de manera significativa por la profundidad del sustrato o suelo y en particular por una costra superficial que puede limitar la difusión de oxígeno.

La provisión de oxígeno está limitada cuando hay un exceso de agua en el medio por tanto en camas de semillas mal drenadas o después de un riego pesado, la concentración de oxígeno en los poros es desplazado por el agua disminuyendo así la disponibilidad de oxígeno necesario para la semilla.

e) Sustratos de germinación

Hartmann (1980) recomienda que el medio de germinación deba permitir un buen intercambio gaseoso con el embrión, satisfaciendo sus necesidades en oxígeno (O₂) para la respiración de las células y evitar la acumulación de dióxido de carbono (CO₂). También el sustrato de germinación debe evitar la acumulación de agua para evitar de asfixia del embrión así como la proliferación de patógenos.

e.1. Fibra de coco

La fibra de coco es el nombre que recibe el material fibroso de la capa intermedia de la fruta del cocotero (*Cocos nucifera*), es el principal componente de la mayoría de los

productos hechos con fibra de coco y está formado por millones de micro esponjas capilares que absorben y retienen hasta nueve veces su propio peso en agua. El sustrato de fibra de coco es un sustrato bien aireado y su compactación una vez seco es mínima. Tiene un pH natural de 5.7-6.5 y una alta capacidad de intercambio catiónico o CIC, lo que lo convierte en un sustrato de calidad (cuadro 1.1)

Tabla 1.1. Características de fibra de coco

PRODUCTO FINAL	CARACTERÍSTICA
APARIENCIA	Granular con fibras, marrón
PH	5.5 - 6.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.8 MS/cm
POROSIDAD TOTAL (1:1.5)	87 - 97%
AIREACIÓN	15 - 35%
RETENCIÓN DE AGUA	25 - 45%
CIC	70 - 100 meq/100g
MATERIA ORGÁNICA	94 - 98%
CARBÓN ORGÁNICO	45 - 50%
CENIZAS	3 - 6%
LIGNINA	65 - 70
CELULOSA	20 - 30%
RATIO C/N	80/1

Fuente:http://www.canna.es/el_uso_fibra_coco_como_concepto_cultivo

1.2.4. Factores de letargo que afectan la germinación de semillas

a) Cubierta dura de las semillas

Hartmann (1980) indica que la impermeabilidad de la cubierta de las semillas es un factor de importancia en el mantenimiento del letargo de la semilla en las especies vegetales. El embrión es quiescente (inactivo) pero está sellado en el interior de una cubierta impermeable al agua que puede conservar la semillas con contenido bajo de humedad durante varios años, aún en temperaturas cálidas. La dureza de las semillas depende de la naturaleza genética de la especie y del cultivar, de las condiciones ambientales prevalentes durante la maduración de las semillas y de aquellas existentes durante su almacenamiento. La impermeabilidad de la cubierta de la semilla se debe a una capa de células macrosclereidas semejantes a las células de empalizada, con una pared en especial engrosada en su superficie externa y con una capa de sustancias

cerosas, cuticulares en su exterior. La desintegración de las capas de esas células o un esfuerzo mecánico que las separe puede permitir la entrada del agua y producir la germinación.

b) Inhibidores químicos

Hartmann (1980) reporta que de varias partes de la planta se han extraído e identificado sustancias químicas que actúan como inhibidores de la germinación de las semillas. Esas sustancias se producen durante el desarrollo del fruto y de la semilla, algunas de ellas se acumulan en el fruto y otros en la cubierta de la semilla y en el embrión.

Se producen dos clases de dichas sustancias:

- Primera clase, comprende a subproductos de procesos metabólicos cuya presencia puede ser incidental a un papel en la regulación de la germinación.
- Segunda clase, incluye hormonas vegetales de ocurrencia natural que controlan no solo la germinación de la semilla sino el crecimiento y desarrollo de la planta.

La mayoría de los frutos carnosos o sus jugos, inhiben de una manera poderosa la germinación de las semillas; es indudable que esas sustancias desempeñan un papel biológico de importancia al prevenir la germinación prematura cuando las semillas aún están presentes en la planta madre.

c) Presencia de capas de semilla fisiológicamente activas

Hartmann (1980) informa que la mayoría de las semillas recién cosechadas tienen cubiertas fisiológicamente activas, formadas por la cubierta interior de la semilla (tegumento) y endospermo; el control de la germinación que ejercen estas dos capas tiende a desaparecer con el tiempo, en particular, si las semillas se tienen en almacenamiento seco. Los mecanismos por los cuales se ejerce ese control sobre la germinación no está claro, pero entre los sistemas que en forma experimental se ha encontrado y que participan en el control de la germinación de las semillas se encuentran los efectos de permeabilidad de gases, así como la presencia de sistemas endógenos inhibidores-estimuladores que responden a señales del medio ambiente.

d) Presencia de embriones latentes que responden al enfriamiento

Hartmann (1980) indica que la semilla seca con embrión latente en un instante inicial absorbe la humedad por imbibición, pero la velocidad con que lo haga puede ser algo bajo; durante el periodo de enfriamiento que sigue el contenido de humedad permanece relativamente constante o puede aumentar en forma gradual, cerca del final del periodo de letargo el embrión absorbe agua con rapidez al comenzar la germinación. El mecanismo biológico mediante el cual el letargo del embrión es superado no se ha comprendido por completo, aunque se ha conseguido información respecto a los cambios que se registran en respuesta al enfriamiento; estos cambios reportados comprenden el incremento en la capacidad de absorción de agua, aumento en la acidez y cambios en materiales de almacenamiento complejos. En semillas de especies latentes tales como el nogal, durazno y avellano se han encontrado concentraciones elevadas de sustancias inhibitoras del crecimiento, principalmente el ácido abscísico; su concentración disminuye durante el enfriamiento. También se demostró que las plántulas de durazno quedaban achaparradas cuando el meristemo apical del embrión separado fue expuesto a temperaturas de entre 23 y 27°C, pero que resultaban normales cuando se le exponía a temperaturas más bajas.

Voyatzis (1995) indica que la influencia inhibitoria del endospermo sobre el embrión podría ser superada por el tratamiento con el frío, que es probablemente necesario para la interrupción o la desactivación de inhibidores.

1.3. TRATAMIENTO PREGERMINATIVO

En la investigación de Cárdenas (2006) se menciona que se han utilizado diversos procedimientos para anular la latencia de la semilla. La estratificación tiene un papel importante como estimulador y contribuye a disminuir la latencia además para mejorar el procedimiento, puede ser combinado con algunos tratamientos químicos o eliminación mecánica de la cubierta de la semilla. Es importante mencionar que las giberelinas eliminaron los requerimientos de enfriamiento de semillas de melocotón y manzana y aumentó su germinación.

Entre otros productos químicos, el nitrato de potasio y tiourea son ampliamente utilizados para romper la latencia, pero su papel no está claro. También menciona que el uso de nitrato de potasio ha sido un importante tratamiento de semillas en

laboratorios de pruebas de semillas durante muchos años sin una buena explicación para su mecanismo de acción.

Ruiz (2007) menciona que en distintos estudios y pruebas realizadas se ha demostrado que la práctica de tratamiento pre germinativo aumenta y acelera la germinación de varias especies de cubierta dura; permitiendo algunos beneficios tales como ahorro de semillas, tiempo, insumos y espacio en el semillero, así como un periodo predecible de trasplante y la obtención de plántulas más homogéneas. La finalidad del tratamiento pre germinativo es ablandar, perforar y abrir la cubierta para hacerla permeable, sin exponer o dañar el embrión ni el endospermo que se encuentra en su interior; algunas prácticas que se utilizan para el acondicionamiento de las semillas para estimular la germinación son:

a) Escarificación mecánica

Ruiz (2007) señala que el objetivo de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras o impermeables de las semillas. La escarificación es cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de la semilla para hacerlas permeable al agua.

b) Estratificación

Salisbury (1992) indica que la práctica de exponer las semillas durante el invierno mesclado con turba y arena se denomina estratificación; es importante esta práctica principalmente para frutas de hueso (melocotón, ciruela y otros)

Ruiz (2007) menciona que el objetivo principal de este tratamiento es proporcionar la exposición a bajas temperaturas que en ocasiones se requiere para lograr una germinación pronta y uniforme de la semilla. El procedimiento exige la exposición a temperaturas bajas (de 0° a 10°C) por algún tiempo. En general, si se tienen semillas con tegumentos duros, para ablandarlos es más efectivo someter las semillas a un tratamiento húmedo y cálido antes de enfriarlas.

Salisbury (1992) señala que durante el tratamiento con frío crece el embrión debido a la transferencia de compuestos de carbono y nitrógeno desde las células de almacenamiento de nutrientes; se acumulan azúcares necesarios como fuente de energía

y para atraer agua osmóticamente que facilita la germinación. Durante la estratificación, hay una degradación masiva de grasa en el propio embrión, aumenta el contenido de proteína y aparece el almidón. Durante la etapa de pre enfriamiento, desaparecen las hormonas inhibidoras y se acumulan los promotores del crecimiento como la giberelina y las citocininas en cantidades capaces de interrumpir la latencia.

c) Estimulante químico

Ruiz (2007) menciona que existen en el mercado sustancias como las giberelinas, citoquininas que generan procesos bioquímicos y estimulan la germinación, también se puede utilizar para este procedimiento utilizando ácidos, Nitrato de potasio, tiourea, Hipoclorito de sodio. Aunque los ácidos se utilizan para debilitar la testa de la semilla, sin embargo puede ser riesgoso el uso inadecuado de esta sustancia.

Cosme (2002) realizó el trabajo de investigación “Estudio de técnicas pre germinativas de semillas de duraznero (*Prunus persica*)”, donde analiza el efecto de distintas técnicas de pre germinación de semillas, con los siguientes tratamientos:

Estratificación de semilla con carozo en arena a la intemperie por un periodo de tres meses, escarificación (eliminación del carozo) y siembra directa en almácigo, estratificación de semilla con carozo a la intemperie por tres meses, remojo de semilla con carozo en agua por veinte días y posterior siembra, escarificación (eliminación del carozo) y posterior proceso de estratificación en un el refrigerador por un periodo de un mes a 4-5°C, estratificación de semilla con carozo en refrigerador por un periodo de 2 meses a 4-5°C y un testigo.

Determinó que el porcentaje de germinación en estratificación y refrigeración a 4-6°C durante un mes fue 71.4%, tratamiento que tuvo la mayor promedio de velocidad de germinación con 62.22% en 55 días, seguido de escarificación son siembra directa con 38.61%.

1.4. INDUCTORES QUIMICOS DE LA GERMINACION

Ruiz (2007) menciona que existen varios compuestos químicos que promueven la germinación de la semilla. Las mismas sustancias están involucradas, a menudo, en romper la latencia y en el proceso de germinación

Generalmente el efecto de estos estimulantes de germinación es evidente en condiciones desfavorables como temperaturas de germinación sub-óptimas.

Así mismo la aplicación de estos estimulantes pueden mejorar la capacidad germinativa, la velocidad de germinación y el vigor de las plántulas.

Hay dos grupos principales de sustancias con capacidad estimulante como reguladores del crecimiento (GA3, benciladenina y otros fitohormonas) y los compuestos nitrogenados (KNO₃, tiourea, entre otros).

1.4.1. Fitohormonas

a) Ácido giberélico o giberelinas (GA)

Hudson (1980) menciona que es un grupo de hormonas naturales que se encuentran en las plantas. Las hormonas juegan un rol central en los procesos iniciales de germinación activando la producción de enzimas y movilizandando las reservas almacenadas. En relación con la latencia el ácido giberélico puede romper el efecto inhibitorio de la cumarina o ácido abscísico; así mismo, el Ácido giberélico está relacionado con la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación denominado alfa amilasa, el alfa-amilasa es sintetizada en la capa de aleurona y su síntesis es inducida por los ácidos giberélicos; no se han aislado receptores, pero se cree que el receptor de ácido giberélico está en la superficie exterior de la membrana plasmática de las células de esta capa de aleurona.

Salisbury (1992) menciona que las giberelinas rompen la latencia de semillas, actuando como sustituto de las bajas temperaturas, los días largos o la luz roja; asimismo, en las semillas uno de los efectos de las giberelinas es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo, la cubierta de la semilla o la cubierta del fruto que restringe su crecimiento.

Salisbury (1992) manifiesta que la translocación de minerales desde el endospermo al embrión de la semilla de cebada se realiza por acción digestiva de enzimas hidrolíticas. Estas enzimas se producen en los tejidos de la capa de aleurona por acción probable de moléculas de giberelina que se sintetizan en el embrión de la semilla. En semillas de pastos, incluyendo la cebada es probable que las giberelinas se sintetizen en el escutelo

o cotiledón y tal vez también en otras partes del embrión; también es importante mencionar que las giberelinas tienen mucho menor efecto sobre la movilización de reservas alimenticias en dicotiledóneas y gimnospermas que en cereales.

Aunque en algunas dicotiledóneas como la semilla de *Recinus Communis* (Higuerilla) en la que el endospermo permanece bien desarrollado en la semilla madura, la degradación de las grasas no requiere la presencia de giberelinas, probablemente por la presencia suficiente de giberelinas en el endospermo; pero en otras dicotiledóneas y en gimnospermas ocasionalmente las citocininas reemplazan el papel normal del embrión en acelerar la degradación de las grasas (Salisbury, 1992).

Thabiso (2001) comenta que las giberelinas parecen no estar involucradas en el control de la latencia, sino que son importantes en la promoción y mantenimiento de la germinación, es decir, actúan después de superar la inhibición de germinación mediada por ABA se sabe que reducen el requerimiento de semillas para la luz y contrarrestan los efectos inhibidores de ABA, frecuentemente en combinación con citoquininas. Si bien la GA3 es efectiva en un gran número de especies, GA1 y GA7 son incluso más activas en concentraciones más bajas que GA3 en algunas especies.

Postillón (1985) realizó un estudio sobre los efectos del ácido giberélico en la germinación de semillas de capulí (*Physalis peruviana*); aplicó dosis de ácido giberélico (10, 100, 1000 y 10 000 ppm) y tres tiempos de remojo (1, 6 y 12 horas). El mejor resultado es de 74% de semillas germinadas combinando 10000 ppm por 6 horas de remojo; 63.81% de germinación con 10ppm y 6 horas de remojo y con 0ppm x 6 horas de remojo se obtuvo 56% de germinación. Mientras tanto al combinar 100 ppm x 12 horas de remojo se obtuvo 65% y 0 ppm y 12 horas se obtuvo 51.64% de germinación.

Roque (1982) realizó pruebas para mejorar la germinación de semillas de tumbo serrano (*Passiflora mollísima*) utilizando distintas dosis de ácido giberélico; El tiempo de remojo de las semillas en solución de ácido giberélico es de 24 horas. El tratamiento es de 0, 10, 1000, 1000 10000 ppm. A los 32 días después de la instalación se obtuvieron los siguientes resultados: con 10000 ppm se obtuvo 96.7% de semillas germinadas, con 1000 ppm 68.3%, 100 ppm 56%, 10ppm 51.7% y con 0 ppm el resultado es de 27.5% de semillas germinadas.

1.4.2. Compuestos nitrogenados

a) Nitrato de potasio

Hartmann (1980) menciona que muchas semillas latentes recién cosechadas germinan mejor después de un remojo en una solución de nitrato de potasio, las semillas se colocan en charolas de germinación o en cajas de petri y el sustrato se humedece con una solución de nitrato de potasio al 0.2%

Según Ruiz (2007) para el análisis de semillas, el ISTA recomienda usar 0,2% de concentración de KNO_3 ; en algunas especies silvestres, el KNO_3 ha sido el menos efectivo en comparación con el ácido giberélico³, tiourea y benciladenina así mismo reporta que el KNO_3 tiene un efecto importante en el porcentaje de germinación y el vigor de semillas de *Acacia nilotica*(*Goma arábica*) tratadas previamente con ácidos.

Citinbas (2006) menciona que el nitrato de potasio y tiourea son ampliamente utilizados para romper la latencia, pero su papel no está claro.

Pero aclara que el uso de nitrato de potasio ha sido un importante tratamiento de semillas en laboratorios de pruebas de semillas durante muchos años sin una buena explicación para su mecanismo de acción. Sin embargo, la tiourea vence ciertos tipos de latencia, como la presencia de sustancias inhibidor en la capa externa de la semilla así como en los tejidos embrionario.

Stanislav (2007) realizó pruebas para mejorar el porcentaje de germinación aplicando inductores como: Nitrato de potasio, ácido giberélico y ácido indolacético en el proceso de germinación de semillas de agraz o arándano (*Vaccinium corymbosum meridionale* Swartz) y se obtuvo el siguiente resultado:

La imbibición de las semillas en las soluciones con 200-500 mg·L⁻¹ de nitrato de aumentó el porcentaje de germinación en 32% (semillas extraídas almacenadas), y 31 o 38% (semillas almacenadas en frutas) respectivamente, comparado con el testigo (sin aplicación), mientras que los tratamientos con el ácido indolacético no tuvieron un efecto significativo sobre la germinación. Los resultados mostraron que las semillas de agraz se caracterizan por poseer cierto mecanismo de latencia.

Campos (1998) utilizó nitrato de potasio para mejorar la germinación de semilla de *Cinchona pubescens* Vahl (quino, kina, quinina roja) que es una especie forestal de gran valor medicinal, comercial y ecológica que se encuentra distribuido desde Costa Rica hasta el Perú y que, por la alteración de su hábitat y la difícil germinación de sus semillas en campo, se encuentra en peligro de extinción. En este trabajo se evaluó el efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de sus semillas en material colectado en las montañas del distrito de Colasay (Jaén, Perú). También reporta que el nitrato de potasio actuó como un promotor en la aceleración de la germinación de las semillas, donde a una concentración de 1000 ppm resultó la más alta tasa de porcentajes de germinación, energía germinativa y valor de germinación; en cambio, el tratamiento con AG3 a las concentraciones de 1000, 2000 y 3000 ppm actuó como un inhibidor en la germinación de estas semillas; recomendando que no se justifica una alta inversión en la adquisición del ácido giberélico, cuando se puede implementar un sistema fácil y económico como el tratamiento con KNO_3 .

Cárdenas (2001) realizó pruebas con KNO_3 y giberelina para mejorar la germinación de semilla de granadilla; en este estudio se buscó determinar el efecto de la temperatura, condiciones de luz, presencia de ácido giberélico (GA3), KNO_3 y escarificación sobre la germinación de las semillas de granadilla. Se evaluó la germinación de semillas a diferentes concentraciones de GA3 (50, 100, 200 y 400 mg L⁻¹) y a diferentes tipos de escarificación mecánica (con lija, despunte apical y despunte basal); todo los tratamientos de GA3 y el despunte basal produjeron aumentos en la germinación, se tomaron estos tratamientos para evaluarlos a diferentes condiciones de luz (12 h d⁻¹ ó completa oscuridad) y temperatura (15, 20, 25, 25/15 ó 30/20°C) en semillas de dos accesiones (PrJ1 y PrJ2).

Al evaluar el efecto de cuatro concentraciones (0, 0,1, 0,2 y 0,5) de KNO_3 sobre la germinación de estas semillas se encontró que esta sal al 0,1% aumentó significativamente la germinación (96,33% para PrJ1). En el invernadero ninguno de los tratamientos con GA3 presentó diferencias significativas con el testigo (82% para PrJ1) mientras el tratamiento con KNO_3 mostró un aumento significativo de germinación (92% para PrJ1).

Furutani y Nagao (1987) realizó estudios del efecto inductor de nitrato de potasio en germinación de semilla de papaya (*Carica papaya* L). El estudio consistió en tres experimentos y fue desarrollado para evaluar el efecto de temperaturas elevadas y diferentes concentraciones de nitrato de potasio (KNO_3) y ácido giberélico (GA3) en la germinación de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.); para todos los experimentos se sembró semilla del cultivar 'Kapoho Solo' plantado a 0,5 cm de profundidad en maceteros plásticos con vermiculita húmeda grado N° 2, todos los experimentos se organizaron en diseños en bloques completamente al azar y consistió en 4 repeticiones de 50 semillas/repetición.

En el primer experimento las semillas fueron remojadas en soluciones de GA3 a 0,0; 0,6; 1,2; o 1,8 mM, o en KNO_3 a 0, 0,5 o 1,0 mM por 15 min antes de la siembra. Después del remojo las semillas se sembraron en maceteros y colocadas en bancos (mesas) de invernaderos de fibra de vidrio calefaccionado ($35 \pm 5^\circ\text{C}$) o no-calefaccionado ($25 \pm 5^\circ\text{C}$). A las semillas remojadas en KNO_3 o GA3 por 15 minutos se les inhibió el aumento del porcentaje de emergencia y se les redujo el tiempo en 50% de la emergencia de la plántula en comparación del porcentaje a las semillas remojadas en agua.; al aumentar la concentración de KNO_3 de 0 a 1,0 M aumentó el porcentaje de emergencia de la plántula, las semillas tratadas con KNO_3 tuvieron un porcentaje general mayor de emergencia de la plántula que los tratamientos de GA3 en ambas temperaturas.

En el segundo experimento las semillas se remojaron en agua destilada, en una solución de 1,0 M de KNO_3 , CaNO_3 , KCl o CaCl_2 por 15 minutos; las semillas se sembraron y cultivaron en bancos (mesas) en condiciones de invernadero sin calefacción ($25 \pm 5^\circ\text{C}$). El tratamiento de nitrato de potasio tuvo el mayor porcentaje de emergencia de plántulas y el más corto tiempo a la emergencia del 50% de las plántulas; el remojo de las semillas en KNO_3 o GA3 antes o después del secado por 2 semanas en el tercer experimento no alteró los efectos de KNO_3 o GA3.

b) Tiourea

Hartmann (1980) menciona que la tiourea $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ se ha empleado para estimular la germinación de algunas semillas latentes, en particular de aquellos que no germinan en

la oscuridad o que requieren un tratamiento de enfriamiento en húmedo; se emplean soluciones acuosas del 0.5% al 3%

Schmidt (2000) considera que la tiourea tiene un efecto estimulante para romper la latencia posiblemente desactivando el efecto de inhibidores potentes como el ácido abscísico y en varias especies de la zona templada se ha empleado con éxito en reemplazo de la estratificación, las dosis más es 1% de solución, con remojo por 24 horas.

Tukey (1945) realizó una investigación para mejorar la germinación de semilla de durazno (Lovell) que se remojó en 0.1, 0.5, 2 y 5 por ciento de soluciones de tiourea durante 1, 5, 10, 15, 30, 60 y 90 minutos y para 2, 8, 16, 48 y 64 horas donde respondieron más favorablemente al remojados en 0.25, a 0.5 por ciento durante 2 a 16 horas.

En las concentraciones más bajas (0.1 por ciento) un período más largo de remojo (48 horas) fue requerido para el mismo porcentaje de germinación que se dio por un período más corto de remojo (2 horas) en concentraciones más baja (0.5 por ciento). La alta concentración (5 por ciento) y el largo período de remojo (64 horas) fue perjudicial y retardó el desarrollo de ambos hipocotilos y epicotilo. La baja concentración (0.1 por ciento) no causó daño, incluso con remojo de 48 horas, mientras que con 2 y 5 por ciento las soluciones retardaron el desarrollo después de remojar solo 2 horas.

Los resultados favorables del enjuague de la semilla Lovell en agua después de remojar durante un largo período (64 horas) sugirió que la respuesta de la tiourea podría deberse a la absorción o adherencia de la tiourea, y esa germinación podría verse afectado al proporcionar un suministro continuo de tiourea durante la germinación. Para probar esta posibilidad, las semillas de la variedad Lovell fueron remojadas en agua durante 16 horas, y luego se coloca en placas Petri en papel de filtro que ha sido humedecido con soluciones de tiourea de 10 concentraciones, que van de .005 a 5 por ciento. Se agregó una cantidad medida de material a cada Placa de Petri; a saber, 3 cc. de la concentración deseada al inicio y sucesiva cantidades de 2 cc., 1 cc., y 1 cc. según sea necesario.

CAPITULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación planteado se llevó a cabo en los ambientes del laboratorio de Fisiología Vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2791 msnm, encontrándose entre las coordenadas geográficas de 13°08'38" Latitud Sur y 74°13'17" Longitud Oeste.

2.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

2.2.1. Materiales y equipos

- Estimulantes químicos: ácido giberélico, nitrato de potasio, tiourea.
- Frutos: durazno var. Blanquillo
- Sustrato de germinación: fibra de coco.
- Recipientes de plástico
- Termómetro para medir la temperatura del ambiente; piseta, para medir los solventes; probeta graduada, para medir agua destilada; espátula, para extraer el soluto sólido; balanza analítica, para medir tiourea y nitrato de potasio; refrigerador acondicionado; agua destilada como solvente.
- Fungicidas: flutolanil, captan, benomil

2.2.2. Sustrato de germinación

Se utilizó la fibra de coco como materia prima por su elevada estabilidad y capacidad de retención de agua, así como una buena aireación. Antes de colocar las semillas a germinar, la fibra de coco se desinfectó con agua caliente dejándose secar durante dos días, conservándose en bolsas de plástico nuevas. Durante la instalación, el sustrato se colocó en los vasitos descartables y se agregó agua destilada con fungicidas para

prevenir microorganismos; humedeció el sustrato hasta que alcance su capacidad de campo. De este modo el sustrato se mantuvo estéril hasta el momento de colocar las semillas.

2.2.3. Semillas para el experimento

Se obtuvieron de los frutos de durazno *Prunus persica* variedad Blanquillo, procedente de la provincia de Huaral del departamento de Lima, los cuales se seleccionaron y acondicionaron en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía para la obtención de las semillas.

2.2.4. Tratamientos aplicados a las semillas

De acuerdo a los objetivos de la investigación se planteó el uso de tres sustancias estimuladoras de germinación, las cuales se aplicaron a lotes seleccionados de semillas; se establecieron dos grupos: un grupo de semillas que germinaron a temperatura de laboratorio y otro grupo de semillas que germinaron en ambiente con frío artificial de un refrigerador.

2.2.5. Toma de datos de temperatura del ambiente

En la figura 2.1 se muestra los datos de temperatura del ambiente de laboratorio y cámara fría se mediaron diariamente utilizando un termómetro convencional, durante el tiempo que duró el experimento. En la cámara fría la temperatura varía de 5 a 6.5 °C mientras q en ambiente de laboratorio varía de 13.5 16.5 °C (figura 2.1)

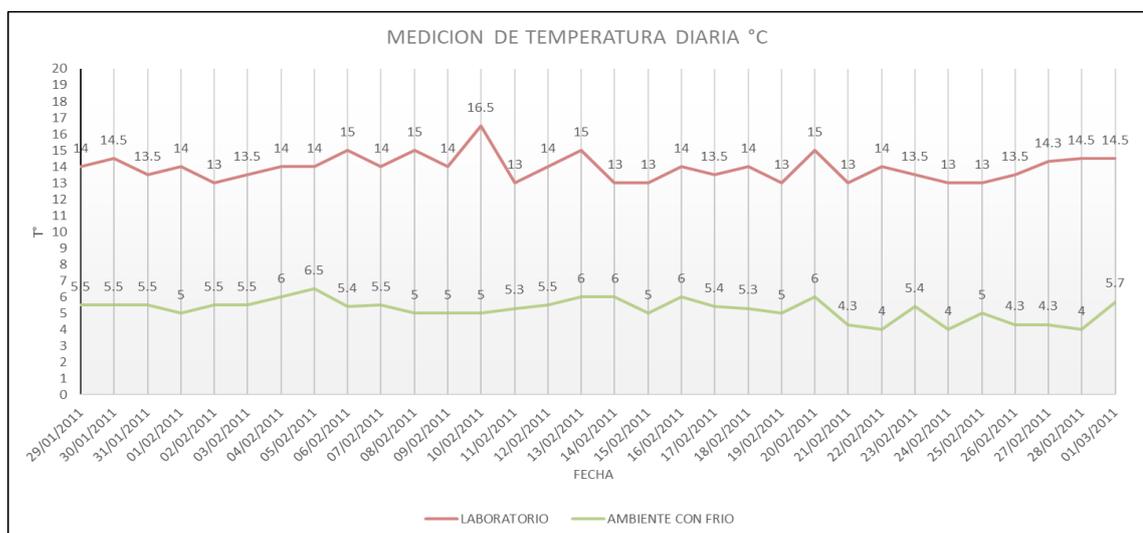


Figura 2.1. Registro de temperatura diaria en ambiente de laboratorio y cámara fría

2.3. DETERMINACION DE LOS TRATAMIENTOS

El experimento se realizó en dos ambientes: laboratorio y en refrigeración. En cada ambiente se instaló 18 tratamientos y de un testigo; cada tratamiento estuvo constituido por tres repeticiones, obteniéndose un total de 114 unidades experimentales.

2.4. PLANEAMIENTO DEL ENSAYO

2.4.1. Factores en estudio

a) Condiciones ambientales

A1. Laboratorio

A2. Cámara de frío

b) Productos estimulantes

B1. Tiourea: Dosis (0.5%, 1%, 2%), tiempo de remojo (8 y 16 horas).

B2. Ácido giberélico: Dosis (30 ppm, 60 ppm, 120 ppm), tiempo de remojo (1 y 2 horas)

B3. Nitrato de potasio: Dosis (1%, 2%, 3%), tiempo de remojo (2 y 4 horas)

c) Testigo

2.4.2. Tratamientos en estudio

En el cuadro 2.2 y 2.3 se muestra el croquis y distribución de los tratamientos del experimento con tres tipos de experimento, 3 dosis y 2 tiempos de remojo distribuidos en el ambiente de cámara fría y ambiente de laboratorio con sus respectivos tratamientos testigo. En total se consideró 38 tratamientos, cada tratamiento incluido el testigo tiene tres repeticiones sumando en total 114 unidades experimentales. La cantidad de semillas utilizados por cada unidad experimental es 10 unidades de semilla.

Tabla 2.1. Descripción de los tratamientos en estudio (1)

AMBIENTE DE TRATAMIENTO	ESTIMULANTE DE GERMINACIÓN	TIEMPO DE REMOJO	DOSIS UTILIZADO	REPETICIÓN	N° SEMILLA INSTALADO
AMBIENTE DE LABORATORIO	TIOUREA	8 h	0.50%	r1	10
				r2	10
				r3	10
			1%	r1	10
				r2	10
				r3	10
		2%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
		16 h	0.50%	r1	10
				r2	10
				r3	10
	1%		r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	2%	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
	ACIDO GIBERELICO	1h	30 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
			60 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
		120 ppm	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
		2h	30 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
	60 ppm		r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	120 ppm	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
	KNO3	2h	1%	r1	10
				r2	10
				r3	10
			2%	r1	10
				r2	10
				r3	10
3%		r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
4h		1%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	2%	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
3%	r1	10			
	r2	10			
	r3	10			
TESTIGO				r1	10
				r2	10
				r3	10

Tabla 2.2. Descripción de los tratamientos en estudio (2)

AMBIENTE DE TRATAMIENTO	ESTIMULANTE DE GERMINACIÓN	TIEMPO DE REMOJO	DOSIS UTILIZADO	REPETICIÓN	N° SEMILLA INSTALADO
AMBIENTE DE CAMARA FRÍA	TIOUREA	8 h	0.50%	r1	10
				r2	10
				r3	10
			1%	r1	10
				r2	10
				r3	10
		2%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
		16 h	0.50%	r1	10
				r2	10
				r3	10
	1%		r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	2%	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
	ACIDO GIBERELICO	1h	30 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
			60 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
		120 ppm	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
		2h	30 ppm	r1	10
				r2	10
				r3	10
	60 ppm		r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	120 ppm	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
KNO3	2h	1%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
		2%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
	3%	r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
	4h	1%	r1	10	
			r2	10	
			r3	10	
2%		r1	10		
		r2	10		
		r3	10		
3%	r1	10			
	r2	10			
	r3	10			
TESTIGO				r1	10
				r2	10
				r3	10

2.4.3. Diseño experimental

El diseño utilizado fue el diseño Bloque Completamente Randomizado con los factores de: 2 ambientes, 3 productos estimulantes (tiourea, ácido giberélico y nitrato de potasio)

y un testigo, constituyendo 19 tratamientos con 3 repeticiones, los cuales hacen un total de 114 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \mathring{A}_i + \mathring{T}_j + (\mathring{A}\mathring{T})_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} es una observación cualquiera del i-ésimo ambiente, j-ésimo tratamiento y k-ésimo repetición.

μ = es el promedio de las unidades experimentales.

\mathring{A}_i = es el efecto del i-ésimo ambiente.

\mathring{T}_j = es el efecto del j-ésimo tratamiento.

$(\mathring{A}\mathring{T})_{ij}$ = es el efecto de los tratamientos combinados por ambiente

ϵ_{ijk} = es el error experimental.

2.5. INSTALACION DEL EXPERIMENTO

2.5.1. Preparación de las semillas

a) Selección de las frutas

Las frutas se seleccionaron teniendo como criterio la madurez perfecta, sanidad y buen estado de conservación; teniendo cuidado en el tamaño, forma, color y peso de las frutas con la finalidad de obtener material aproximadamente homogéneo.

b) Despulpado

Se realizó utilizando métodos convencionales que consiste en separar la pulpa del carozo o endocarpo. Consistió en separar la semilla de los tejidos del mesocarpo de la fruta utilizando cuchillos u otras herramientas cortantes, hasta dejar el carozo completamente libre de tejidos de fruto.

c) Lavado y secado de semilla

Luego de separar los tejidos carnosos, las semillas se lavaron con agua para eliminar los restos de tejido; luego se procedió al secado de las semillas al ambiente con sombra por un tiempo de 4 a 5 días hasta que la superficie del material se encuentre libre de humedad.

d) Escarificación

Se realizó utilizando el método de escarificación mecánica, rompiendo la cubierta dura o carozo de la semilla utilizando una piedra con el cual ejercer un golpe suave en el extremo distal de la semilla, para abrir el carozo sin dañar la almendra.

e) Desinfección de las semillas

Se utilizó Flutolanil, Benomil y Captán aplicados en polvo en cantidad suficiente para cubrir las semillas (aprox. 2%). Luego de la aplicación, las semillas permanecieron en contacto con los fungicidas durante 2 días, con la finalidad de que hagan efecto sobre la presencia de microorganismos; posteriormente se sometieron al tratamiento con hormonas.

2.5.2. Tratamiento de semillas de durazno con tiourea

El tratamiento se inició el 28 y 29 de enero para instalar en el sustrato húmedo el 29 de enero del 2011. A continuación, se detalla el proceso:

- Se preparó 0.5%, 1% y 2% de solución usando como solvente agua destilada.
- Se procedió a sumergir las semillas de durazno Blanquillo en la solución preparada por un tiempo de 8 y 16 horas, respectivamente.
- Luego del tiempo transcurrido se separó las semillas de la solución para almacenar en el sustrato desinfectado.
- El ambiente de laboratorio presentó temperaturas que oscilaron entre 15 y 22°C mientras que en refrigeración varió entre 5 y 7 °C.

2.5.3. Tratamiento de semillas de durazno con ácido giberélico

El tratamiento e instalación se realizó el día 29 de enero del 2011; el producto comercial usado esta investigación fue “GIB-BEX (giberelinas) 9.8g/L”. A continuación, se detalla el proceso:

- Se preparó 30 ppm, 60 ppm y 120 ppm de solución, usando como solvente agua destilada.
- Se sumergieron las semillas de durazno Blanquillo por un tiempo de 1 y 2 horas respectivamente.
- Luego del tiempo transcurrido se separó las semillas de la solución para almacenar en el sustrato desinfectado.

- El ambiente de laboratorio presentó temperatura ambiental que osciló entre 15 y 22°C mientras que la temperatura de la cámara fría varió entre 5 y 7 °C.

2.5.4. Tratamiento de semilla de durazno con nitrato de potasio

El tratamiento e instalación se realizó el 29 de enero del 2011; el producto comercial utilizado para esta investigación fue “haifa Poni 13-0-46 cristalino”. A continuación, se detalla el proceso:

- Se preparó 1%, 2% y 3% de solución, usando como solvente agua destilada.
- Se procedió sumergir las semillas de durazno Blanquillo por un tiempo de 4 y 8 horas respectivamente.
- Luego del tiempo transcurrido se separó las semillas de la solución para almacenar en el sustrato desinfectado.
- El ambiente de laboratorio presentó temperatura que osciló entre 15 y 22°C mientras que la temperatura de la cámara fría varió entre 5 y 7°C.

2.6. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL EXPERIMENTO

2.6.1. Almacigado

Se realizó en sustrato a base de fibra de coco desinfectado con agua caliente y fungicidas. Diez semillas tratadas se colocaron en cada vaso descartable con el sustrato; luego se colocaron sobre una mesa en laboratorio y en el interior del refrigerador acondicionado. De este modo, cada vaso representa una unidad experimental con 10 semillas cada una; se instaló 19 unidades experimentales en ambiente normal de laboratorio y otras 19 unidades en ambiente de refrigerador con 3 repeticiones respectivamente.

2.6.2. Riego

La cantidad de agua y frecuencia de riego aplicado al experimento ha variado según el ambiente donde se instaló las pruebas. Generalmente se humedeció ligeramente el sustrato que contiene las semillas cada 8 horas. Esto con la finalidad de mantener la humedad a capacidad de campo para brindar un ambiente adecuado y uniforme para todos los tratamientos, considerando que la evaporación en la fibra de coco es alta.

2.6.3. Prevención de daños en la semilla mediante tratamiento con fungicidas

Para minimizar daños causados por hongos fitopatógenos y otros microorganismos, durante la germinación, se usó una mezcla de Flutolanil, Benomil y Captan. El producto se incorporó al sustrato junto con el agua de riego, para prevenir contaminación de las semillas en germinación durante las mediciones; de igual modo, al momento de la medición se sumergieron las semillas en una solución de fungicida a razón de 3 gr por cada litro de agua, antes de devolver la semilla germinada al sustrato.

2.6.4. Evaluación de los tratamientos

- Las observaciones de germinación se iniciaron después de 5 días de instalado el experimento.
- Se registró el número de semillas germinadas y no germinadas; se consideró semillas germinadas aquellas que presentaban signos de ruptura de la envoltura de la almendra (epicarpo o tegumento) en la parte distal de la semilla, por la presión que ejerce el crecimiento de la radícula en forma longitudinal. Las semillas no germinadas se volvieron a instalar en el sustrato humedecido hasta capacidad de campo previamente desinfectadas para siguiente lectura de germinación.

2.7. PARAMETROS DE EVALUACION

a) Número de semillas germinadas a los 30 días

El conteo de semillas se realizó con frecuencia de 4 días; se consideró semilla germinada aquellas que presentaron un estado donde hay inicio de ruptura de la envoltura por presión ejercida por el crecimiento de la radícula (germinación incipiente) hasta la germinación total (radícula establecida e inicio de crecimiento del vástago).

b) Velocidad de germinación de semillas

Se evaluó el tiempo que necesitaron los diferentes tratamientos para influenciar en la germinación de las semillas, incluyéndose la influencia del tiempo de remojo, de manera individual para cada sustancia estimulante.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobre la base de la metodología establecida y los procedimientos de evaluación considerados en el presente experimento, se obtuvieron los resultados que fueron sometidos a discusión para comprobar la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.1. VELOCIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS

3.1.1. Efecto de la tiourea

En la tabla 3.1 nos muestra los resultados del número de semillas de durazno variedad Blanquillo, que germinan según transcurren los días después de tratamientos con tiourea (seis combinaciones en dos tiempos de remojo con tres dosis de tiourea) y un testigo. Se debe tener en cuenta que la velocidad de germinación en el presente estudio se mide como el número de semillas germinadas que se logra en 30 días. La acción de los factores tiempo de remojo y dosis tuvo distintos resultados al final de los 30 días, obteniendo mayor velocidad de germinación el tratamiento de semillas que fue sumergido en la solución durante 8 horas con dosis al 1% de tiourea en ambos ambientes de experimentación (laboratorio y cámara fría). El tipo de ambiente de tratamiento ha influenciado sobre los factores dosis y tiempo de remojo pues se obtuvo mejores resultados en el ambiente de cámara fría en comparación de los tratamientos realizados en ambiente de laboratorio (Voyatzis, 1995) y (Hotson, 1980).

Las semillas inician a germinar a los 5 días después del almácigado en ambos ambientes, el resultado del tratamiento de semillas en laboratorio con Tiourea al 1% y 8 horas de remojo es de 7.7 semillas germinadas a diferencia del testigo que resulta 2.7 semillas germinadas, como también se logra 7.7 semillas germinadas con el tratamiento de Tiourea al 2.0% y 8 horas de remojo. Mientras tanto en el ambiente de cámara fría se obtiene 8.7 semillas germinados con tratamientos de semillas con dosis de tiourea al

1.0% con 8 horas de remojo, 0.5% de dosis con 8 horas de remojo y al 2% con 16 horas de remojo resultados superiores en comparación el testigo en el mismo ambiente donde se obtuvo 5.7 semillas germinadas. El resto de los tratamientos son resultados intermedios. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1. Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) a tres dosis de tiourea y dos tiempos de remojo. Ayacucho.

Laboratorio

T1		T2		T3		T4		T5		T6		Testigo	
8 horas		8 horas		8 horas		16 horas		16 horas		16 horas		Testigo	
0.5%		1.0%		2.0%		0.5%		1.0%		2.0%		Testigo	
ddt	Nº sg	ddt	Nº sg	ddt	Nº sg	ddt	Nº sg	ddt	Nº sg	ddt	Nº sg	ddt	Nº sg
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	2.7	5	2.7	5	4.7	5	3.0	5	4.0	5	2.3	5	0.0
9	3.7	9	5.7	9	5.7	9	5.7	9	5.7	9	5.0	9	0.7
12	3.7	12	6.7	12	6.7	12	6.0	12	6.0	12	5.0	12	1.3
16	4.0	16	7.3	16	7.0	16	6.0	16	6.3	16	6.0	16	2.0
19	4.3	19	7.7	29	7.3	29	6.3	29	6.3	29	6.7	19	2.0
23	4.7	23	7.7	23	7.7	23	6.3	23	6.7	23	7.3	23	2.3
27	5.3	27	7.7	27	7.7	27	6.3	27	6.7	27	7.3	27	2.7
30	5.3	30	7.7	30	7.7	30	6.3	30	6.7	30	7.3	30	2.7

Cámara fría

t20		t21		t22		t23		t24		t25		t38	
8 horas		8 horas		8 horas		16 horas		16 horas		16 horas		Testigo	
0.5%		1.0%		2.0%		0.5%		1.0%		2.0%		Testigo	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	7.0	5	7.7	5	5.3	5	4.7	5	3.7	5	5.7	5	1.7
9	7.0	9	7.7	9	5.3	9	4.7	9	3.7	9	5.7	9	1.7
12	7.0	12	7.7	12	6.3	12	5.3	12	4.0	12	6.3	12	2.3
16	8.7	16	8.7	16	8.0	16	7.3	16	5.3	16	8.3	16	4.7
19	8.7	19	8.7	29	8.0	29	7.7	29	5.7	29	8.7	19	5.0
23	8.7	23	8.7	23	8.0	23	7.7	23	5.7	23	8.7	23	5.0
27	8.7	27	8.7	27	8.0	27	7.7	27	6.3	27	8.7	27	5.7
30	8.7	30	8.7	30	8.0	30	7.7	30	6.3	30	8.7	30	5.7

ddt: días después del tratamiento; sg: semillas germinados.

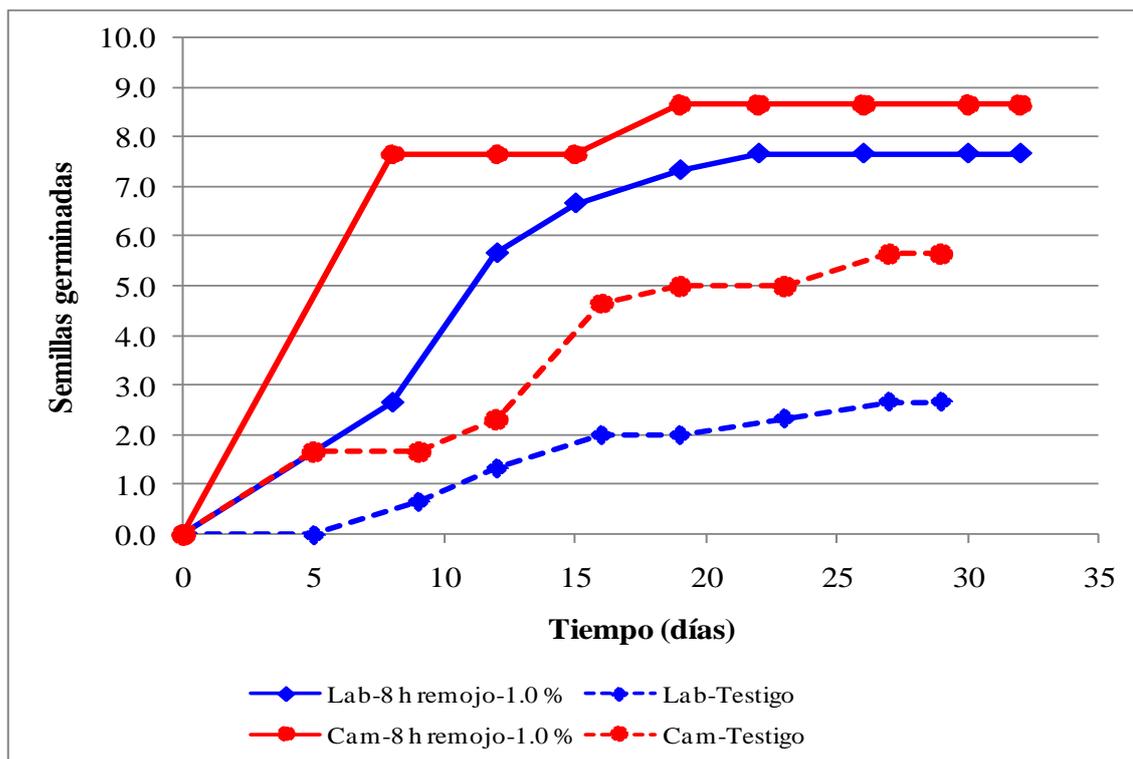


Figura 3.1. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) tratadas con tiourea. Ayacucho.

En la figura 3.1 se observa la velocidad de germinación intermedia entre los que se logran con el testigo y los mejores tratamientos que varían entre 6.3 a 7.3 semillas germinadas en el ambiente de laboratorio y entre 6.3 a 8.0 semillas germinadas en el ambiente de cámara fría. Por lo señalado, los mejores tratamientos resultan con 1.0% de tiourea y 8 horas de remojo en los ambientes de laboratorio y cámara fría, con ligera ventaja para la cámara fría. La evolución de la velocidad de germinación se aprecia en la figura 3.1, donde se puede apreciar la superioridad del tratamiento con 1.0% de tiourea y 8 horas de remojo en el ambiente de cámara fría, este tratamiento también muestra una buena performance en el tiempo, es decir muestra los mejores resultados a partir de los 8 días de transcurrido el tratamiento.

Al parecer la aplicación de tiourea tiene diferente efecto en la estimulación de la germinación, Schmidt (2000), señala que la tiourea tiene un efecto estimulante para romper la latencia posiblemente desactivando el efecto de inhibidores potentes como el ácido abscísico, además refiere que en varias especies de la zona templada, se ha empleado con éxito en reemplazo de la estratificación, práctica muy usada en el durazno. Una dosis muy utilizada ha sido 1% de solución, con remojo por 24 horas.

Mientras que Salisbury (1992), menciona que los compuestos que inhiben la respiración como el nitrito, cianuro, azidas, malonato, tiourea y ditiotreitól interrumpen la latencia de la semilla. Además, menciona que los niveles elevados de oxígeno que deberían estimular la respiración, pueden inducir la germinación de ciertas semillas latentes.

3.1.2. Efecto del ácido giberélico

En la tabla 3.2 muestra los resultados del número de semillas de durazno variedad Blanquillo, germinadas según transcurren los días después de tratamientos con ácido giberélico (seis combinaciones de dos tiempos de remojo x tres dosis con ácido giberélico) y un testigo. La acción de los factores tiempo de remojo y dosis tuvo distintos resultados al final de los 30 días, obteniendo mayor velocidad de germinación el tratamiento de semillas que fue sumergido en la solución durante 2 horas con dosis a 120 ppm de ácido giberélico en el ambiente de laboratorio y 1 hora con dosis de 30 ppm en el ambiente de cámara fría. Se puede deducir que el tipo de ambiente de tratamiento ha influenciado sobre los factores dosis y tiempo de remojo de manera diferente, pues se obtuvo mejores resultados a tiempos de remojo y dosis mayores en el ambiente de laboratorio y mejores resultados a menores tiempos de remojo y dosis en cámara fría, lo que evidencia una interacción entre ambientes y tratamientos.

Las semillas inician a germinar a los 5 días después del almácigado en todos los tratamientos en el ambiente de cámara fría y entre 5 a 12 días en el ambiente de laboratorio, el resultado del tratamiento de semillas en laboratorio con ácido giberélico al 120 ppm y 2 horas de remojo es de 6.0 semillas germinadas a diferencia del testigo que tiene 2.7 semillas germinadas y la menor germinación de semillas se observa con el tratamiento de 1 hora de remojo con 120 ppm (2.3 semillas). Así mismo, el tratamiento de semillas en cámara fría con ácido giberélico a 30 ppm con 1 hora de remojo dio como resultado 5.7 semillas germinadas similar al testigo en el mismo ambiente donde se obtuvo también 5.7 semillas germinadas, la menor cantidad de semillas germinadas se dio con el tratamiento de ácido giberélico a 120 ppm y 1 hora de remojo (tabla 3.2).

Tabla 3.2. Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) en tres dosis de ácido giberélico y dos tiempos de remojo. Ayacucho.

Laboratorio

t07		t08		t09		t10		t11		t12		t19	
1h		1h		1h		2h		2h		2h		Testigo	
30 ppm		60ppm		120 ppm		30		60 ppm		120 ppm			
ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	1.7	5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	1.3	5	0.0	5	0.0
9	2.7	9	0.3	9	0.3	9	0.0	9	1.7	9	2.0	9	0.7
12	3.3	12	1.3	12	1.0	12	0.7	12	2.7	12	5.3	12	1.3
16	3.3	16	2.0	16	1.0	16	1.7	16	3.0	16	6.0	16	2.0
19	3.7	19	2.7	19	1.7	19	2.0	19	3.3	19	6.0	19	2.0
23	4.3	23	3.0	23	2.0	23	2.3	23	5.0	23	6.0	23	2.3
27	5.0	27	3.0	27	2.3	27	2.7	27	5.3	27	6.0	27	2.7
30	5.0	30	3.0	30	2.3	30	2.7	30	5.3	30	6.0	30	2.7

Cámara fría

t26		t27		t28		t29		t30		t31		t38	
1h		1h		1h		2h		2h		2h		Testigo	
30 ppm		60ppm		120 ppm		30		60 ppm		120 ppm			
ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg	ddt	sg
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	1.0	5	0.7	5	0.3	5	1.3	5	1.0	5	0.7	5	1.7
9	1.0	9	0.7	9	0.3	9	1.3	9	1.0	9	0.7	9	1.7
12	2.3	12	1.7	12	0.3	12	2.7	12	2.0	12	2.0	12	2.3
16	5.7	16	3.7	16	3.3	16	5.3	16	4.0	16	5.0	16	4.7
19	5.7	19	3.7	19	3.3	19	5.3	19	4.0	19	5.0	19	5.0
23	5.7	23	3.7	23	3.3	23	5.3	23	4.0	23	5.0	23	5.0
27	5.7	27	4.3	27	4.7	27	5.7	27	5.0	27	5.0	27	5.7
30	5.7	29	5.7	30	4.7	30	5.7	30	5.3	30	5.0	30	5.7

ddt: días después del tratamiento; sg: semillas germinados.

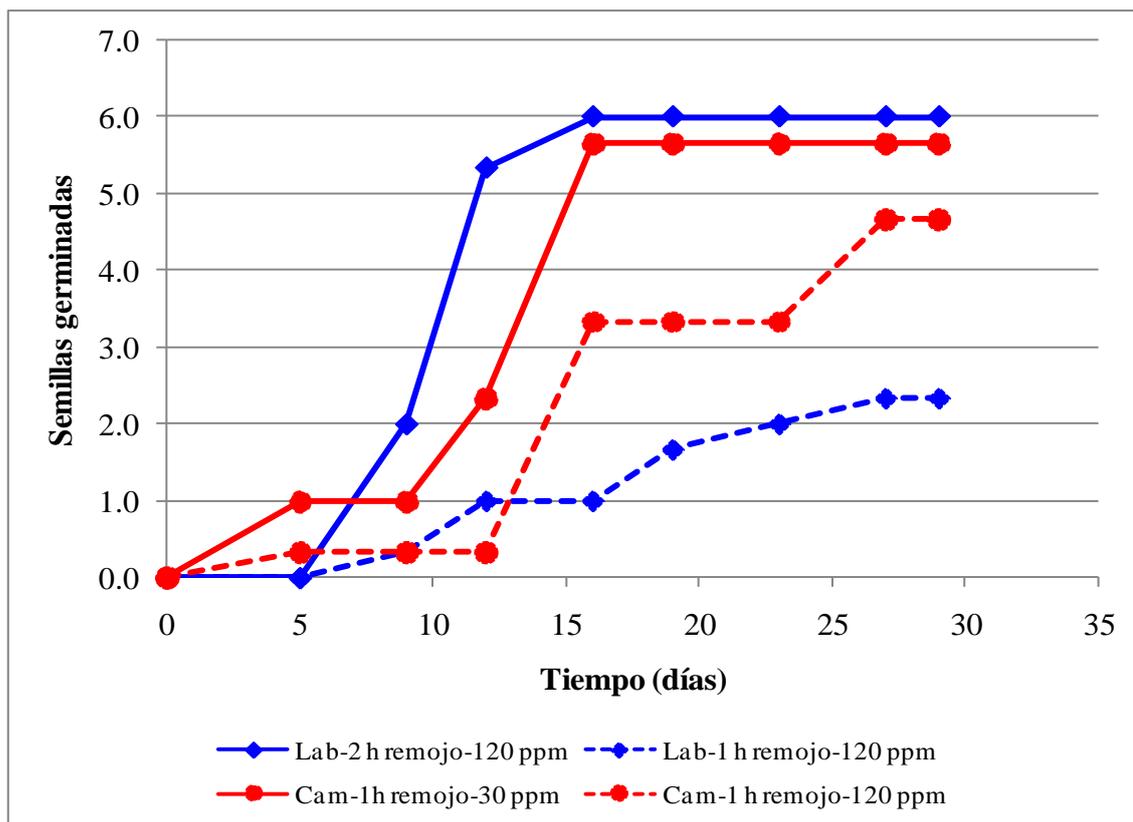


Figura 3.2. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) tratadas con ácido giberélico. Ayacucho.

En la figura 3.2 se observa la velocidad de germinación intermedias entre los que se logran con el testigo y los mejores tratamientos varían entre 2.7 a 5.3 semillas germinadas en el ambiente de laboratorio y entre 5.0 a 5.7 semillas germinadas en el ambiente de cámara fría. Por lo señalado, los mejores tratamientos resultan con 120 ppm de ácido giberélico y 2 horas de remojo en los ambientes de laboratorio de 30 ppm y 1 hora de remojo en cámara fría, con ligera ventaja para el ambiente de laboratorio. La evolución de la velocidad de germinación se puede distinguir la superioridad del tratamiento con 120 ppm de ácido giberélico y 2 horas de remojo en el ambiente de laboratorio, este tratamiento también muestra una buena performance en el tiempo, es decir muestra los mejores resultados a partir de los 16 días de transcurrido el tratamiento.

El resultado anterior es consistente con los mejores resultados en ambiente de laboratorio. Al respecto Salisbury (1992) menciona que las giberelinas rompen la latencia de semillas, actuando como sustituto de las bajas temperaturas, los días largos o la luz roja. Así mismo en las semillas, uno de los efectos de las giberelinas es estimular

la elongación celular de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo, la cubierta de la semilla o la cubierta del fruto que restringe su crecimiento. También Hotson(1980) menciona que el ácido giberélico puede romper el efecto del ácido abscísico.

3.1.3. Efecto del nitrato de potasio

En la tabla 3.3 muestra los resultados del número de semillas de durazno variedad Blanquillo, germinadas según transcurren los días después de tratamientos de nitrato de potasio (seis combinaciones de dos tiempos de remojo x tres dosis de ácido giberélico) y un testigo. La acción de los factores tiempo de remojo y dosis tuvo distintos resultados al final de los 30 días, obteniendo mayor velocidad de germinación el tratamiento de semillas que fue sumergido en la solución durante 4 horas con dosis de 2 % de nitrato de potasio en el ambiente de laboratorio y 2 horas con dosis de 1 % de nitrato de potasio en el ambiente de cámara fría. Se puede deducir que el tipo de ambiente de tratamiento ha influenciado sobre los factores dosis y tiempo de remojo de manera diferente, pues se obtuvo mejores resultados a tiempos de remojo y dosis mayores en el ambiente de laboratorio y mejores resultados a menores tiempos de remojo y dosis en cámara fría, lo que evidencia una interacción entre ambientes y tratamientos.

Las semillas inician a germinar a los 5 días después del almácigado en todos los tratamientos en el ambiente de cámara fría y entre 5 a 12 días en el ambiente de laboratorio, el resultado del tratamiento de semillas en laboratorio con nitrato de potasio al 2 % y 4 horas de remojo es de 5.3 semillas germinadas a diferencia del testigo que tiene 2.7 semillas germinadas y la menor germinación de semillas se obtiene con el tratamiento de 2 horas de remojo con 1 % de nitrato de potasio (2.7 semillas), este último resultado es igual al testigo. Así mismo, el tratamiento de semillas en cámara fría con nitrato de potasio al 1% con 2 horas de remojo se obtuvo como resultado 5.7 semillas germinadas similar al testigo en el mismo ambiente donde se obtiene también 5.7 semillas germinadas, la menor cantidad de semillas germinadas se obtuvo con el tratamiento de nitrato de potasio al 2 % 4 horas de remojo.

Tabla 3.3. Número de semillas germinadas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) en tres dosis de nitrato de potasio y dos tiempos de remojo. Ayacucho.

Laboratorio

t13		t14		t15		t16		t17		t18		t19	
2h		2h		2h		4h		4h		4h		Testigo	
1%		2%		3%		1%		2%		3%			
ddt	sg	ddt	sg										
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0	5	0.0
9	0.3	9	0.7	9	0.3	9	0.0	9	1.3	9	0.0	9	0.7
12	1.0	12	1.0	12	1.3	12	1.0	12	2.3	12	1.3	12	1.3
16	1.7	16	2.0	16	2.0	16	1.0	16	2.3	16	1.3	16	2.0
19	2.0	19	3.3	19	2.7	19	1.7	19	3.3	19	2.0	19	2.0
23	2.0	23	3.7	23	3.7	23	2.3	23	4.7	23	2.3	23	2.3
27	2.7	27	4.0	27	4.0	27	3.0	27	5.3	27	3.3	27	2.7
30	2.7	30	4.0	30	4.0	30	3.0	30	5.3	30	3.3	30	2.7

Cámara fría

t32		t33		t34		t35		t36		t37		t38	
2h		2h		2h		4h		4h		4h		Testigo	
1%		2%		3%		1%		2%		3%			
ddt	sg	ddt	sg										
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5	0.7	5	0.3	5	0.3	5	0.7	5	1.3	5	1.0	5	1.7
9	0.7	9	0.3	9	0.3	9	0.7	9	1.3	9	1.0	9	1.7
12	1.7	12	1.0	12	0.7	12	0.7	12	1.7	12	1.3	12	2.3
16	5.7	16	3.7	16	2.0	16	3.7	16	2.7	16	2.7	16	4.7
19	5.7	19	3.7	19	2.0	19	3.7	19	2.7	19	2.7	19	5.0
23	5.7	23	3.7	23	2.0	23	3.7	23	3.3	23	2.7	23	5.0
27	5.7	27	4.3	27	4.7	27	4.3	27	4.3	27	4.7	27	5.7
30	5.7	30	5.3	30	4.7	30	5.0	30	4.3	30	4.7	30	5.7

ddt: días después del tratamiento, sg: semillas germinados.

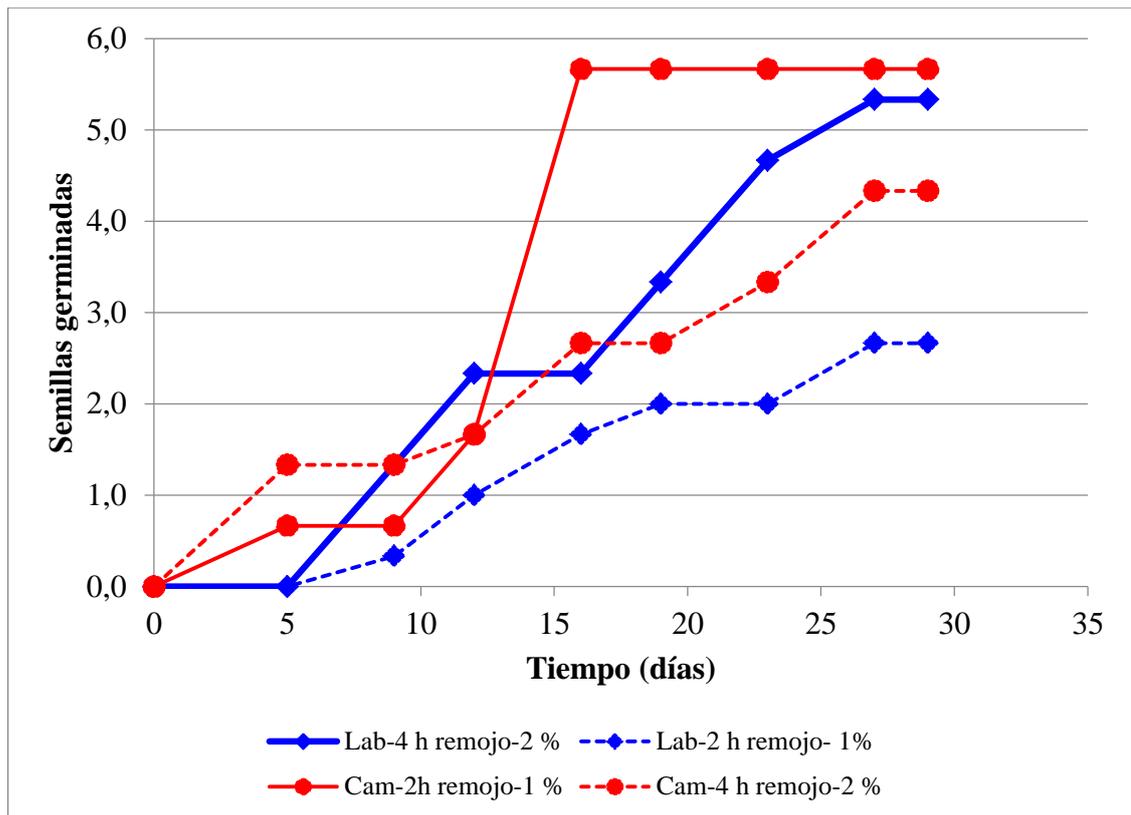


Figura 3.3. Mejores resultados de germinación de semillas de durazno Blanquillo (*Prunus persica*) tratadas con nitrato de potasio. Ayacucho

En la figura 3.3 se muestra La velocidad de germinación intermedias entre los que se logran con el testigo y los mejores tratamientos varían entre 3.0 a 4.0 semillas germinadas en el ambiente de laboratorio y entre 4.0 a 5.3 semillas germinadas en el ambiente de cámara fría. Por lo señalado, los mejores tratamientos resultan con 2 % de nitrato de potasio y 4 horas de remojo en los ambientes de laboratorio y de 1 % de nitrato de potasio con 2 horas de remojo en cámara fría, con ligera ventaja para el ambiente de cámara fría. La evolución de la velocidad de germinación se distinguir por la superioridad del tratamiento con 1 % de nitrato de potasio y 2 horas de remojo en el ambiente de cámara fría, este tratamiento también muestra una buena performance en el tiempo, es decir muestra los mejores resultados a partir de los 16 días de transcurrido el tratamiento.

Al respecto Salisbury (1992), menciona que los compuestos que inhiben la respiración como el nitrito, cianuro, azidas, malonato, tiourea y ditiotreitól interrumpen la latencia de la semilla. Además, menciona que los niveles elevados de oxígeno que deberían estimular la respiración, pueden inducir la germinación de ciertas semillas latentes.

En general los mejores resultados de semillas germinadas se dan cuando se usa tiourea en cámara fría, seguido de ácido giberélico en laboratorio y nitrato de potasio en cámara fría.

3.2. NÚMERO DE SEMILLAS GERMINADAS A LOS 30 DÍAS

Del análisis de variancia del cuadro 3.4 se tiene que existen diferencia significativa del número de semillas germinadas a los 30 días entre los ambientes (laboratorio y cámara fría), diferencias significativa entre inductores (tiourea, ácido giberélico y nitrato de potasio), la interacción de los factores ambiente x inductor no es significativa, los tratamientos factoriales se diferencian del promedio de los testigos significativamente y existe diferencia significativa entre el testigo en laboratorio y el testigo en cámara fría. Se estudió también el efecto de los inductores en el número de semillas germinadas a los 30 días en cada uno de los ambientes, en este caso se analizaron los factores tiempo de remojo y dosis del inductor. El efecto de la tiourea en el ambiente laboratorio fue significativo en las fuentes de variación dosis y factorial vs testigo. El efecto de la tiourea en el ambiente cámara fría fue significativa en las fuentes de variación remojo x dosis y factorial vs testigo. El efecto del ácido giberélico en el ambiente laboratorio fue significativa en las fuentes de variación remojo, remojo x dosis y factorial vs testigo. El efecto del ácido giberélico en el ambiente cámara fría no fue significativa en ninguna fuente de variación. El efecto del nitrato de potasio en el ambiente laboratorio fue significativo solo en la fuente de variación dosis. El efecto del nitrato de potasio en el ambiente cámara fría no fue significativa en ninguna fuente de variación. De acuerdo a estos resultados obtenidos se realizarán las pruebas de contraste de promedio y en los casos de significación en las interacciones los análisis de variancia adicionales para luego realizar los análisis de contrastes de promedios. El coeficiente de variación de 18.13 % expresa una variación moderada de las unidades experimentales, lo cual implica que las diferencias observadas son consistentes.

Tabla 3.4. Análisis de variancia del número de semillas germinadas a los 30 días después del tratamiento en dos ambientes, tres inductores, dos tiempos de remojo y tres dosis en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc
Tratamiento	37	354.570	9.583	10.02 **
Ambiente	1	37.926	37.926	39.67 **
Inductor	2	209.241	104.620	109.42 **
Ambiente x Inductor	2	0.130	0.065	0.07 ns
Factorial Ambiente x Inductor vs Testigos	1	9.552	9.552	9.99 **
Testigo Laboratorio vs Testigo Cámara F.	1	13.500	13.500	14.12 **
Tiourea – Laboratorio:				
Remojo	1	0.056	0.056	0.06 ns
Dosis	2	9.333	4.667	4.88 *
Remojo x Dosis	2	3.111	1.556	1.63 ns
Factorial vs Testigo	1	44.643	44.643	46.69 **
Tiourea – Cámara fría:				
Remojo	1	3.556	3.556	3.72 ns
Dosis	2	2.333	1.167	1.22 ns
Remojo x Dosis	2	6.778	3.389	3.54 *
Factorial vs Testigo	1	14.000	14.000	14.64 **
AcidoGiberelico – Laboratorio:				
Remojo	1	6.722	6.722	7.03 **
Dosis	2	0.444	0.222	0.23 ns
Remojo x Dosis	2	29.778	14.889	15.57 **
Factorial vs Testigo	1	4.960	4.960	5.19 *
AcidoGiberelico – Cámara fría:				
Remojo	1	0.000	0.000	0.00 ns
Dosis	2	2.333	1.167	1.22 ns
Remojo x Dosis	2	0.333	0.167	0.17 ns
Factorial vs Testigo	1	0.286	0.286	0.30 ns
Nitrato de Potasio – Laboratorio:				
Remojo	1	0.500	0.500	0.52 ns
Dosis	2	10.111	5.056	5.29 **
Remojo x Dosis	2	3.000	1.500	1.57 ns
Factorial vs Testigo	1	2.865	2.865	3.00 ns
Nitrato de Potasio – Cámara fría:				
Remojo	1	2.722	2.722	2.85 ns
Dosis	2	3.000	1.500	1.57 ns
Remojo x Dosis	2	0.111	0.056	0.06 ns
Factorial vs Testigo	1	1.786	1.786	1.87 ns
Error	76	72.667	0.956	
Total	113	427.237		

Tabla 3.5. Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en tratamientos de ambiente, inductor, tiempo de remojo y dosis de inductor en durazno Blanquillo (*Prunus persica*). Ayacucho.

Tratamiento	Ambiente	Inductor	Tiempo de Remojo h	Dosis Tiourea %	Dosis Acido Giberelico ppm	Dosis Nitrato de Potasio %	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)													
t25	cámara fría	tiourea	16	2,0			8,7	a													
t20	cámara fría	tiourea	8	0,5			8,7	a													
t21	cámara fría	tiourea	8	1,0			8,7	a													
t22	cámara fría	tiourea	8	2,0			8,0	a	b												
t03	laboratorio	tiourea	8	2,0			7,7	a	b	c											
t02	laboratorio	tiourea	8	1,0			7,7	a	b	c											
t23	cámara fría	tiourea	16	0,5			7,7	a	b	c											
t06	laboratorio	tiourea	16	2,0			7,3	a	b	c	d										
t05	laboratorio	tiourea	16	1,0			6,7	a	b	c	d	e									
t24	cámara fría	tiourea	16	1,0			6,3	a	b	c	d	e	f								
t04	laboratorio	tiourea	16	0,5			6,3	a	b	c	d	e	f								
t12	laboratorio	ácido giberelico	2		120		6,0	a	b	c	d	e	f	g							
t27	cámara fría	ácido giberelico	1		60		5,7	a	b	c	d	e	f	g	h						
t29	cámara fría	ácido giberelico	2		30		5,7	a	b	c	d	e	f	g	h						
t26	cámara fría	ácido giberelico	1		30		5,7	a	b	c	d	e	f	g	h						
t38	cámara fría	testigo					5,7	a	b	c	d	e	f	g	h						
t32	cámara fría	nitrato de potasio	2			1	5,7	a	b	c	d	e	f	g	h						
t11	laboratorio	ácido giberelico	2		60		5,3	b	c	d	e	f	g	h	i						
t01	laboratorio	tiourea	8	0,5			5,3	b	c	d	e	f	g	h	i						
t17	laboratorio	nitrato de potasio	4			2	5,3	b	c	d	e	f	g	h	i						
t33	cámara fría	nitrato de potasio	2			2	5,3	b	c	d	e	f	g	h	i						
t30	cámara fría	ácido giberelico	2		60		5,3	b	c	d	e	f	g	h	i						
t31	cámara fría	ácido giberelico	2		120		5,0	b	c	d	e	f	g	h	i						
t07	laboratorio	ácido giberelico	1		30		5,0	b	c	d	e	f	g	h	i						
t35	cámara fría	nitrato de potasio	4			1	5,0	b	c	d	e	f	g	h	i						
t28	cámara fría	ácido giberelico	1		120		4,7	c	d	e	f	g	h	i							
t34	cámara fría	nitrato de potasio	2			3	4,7	c	d	e	f	g	h	i							
t36	cámara fría	nitrato de potasio	4			2	4,3		d	e	f	g	h	i							
t37	cámara fría	nitrato de potasio	4			3	4,0			e	f	g	h	i							
t14	laboratorio	nitrato de potasio	2			2	4,0			e	f	g	h	i							
t15	laboratorio	nitrato de potasio	2			3	4,0			e	f	g	h	i							
t18	laboratorio	nitrato de potasio	4			3	3,3			f	g	h	i								
t08	laboratorio	ácido giberelico	1		60		3,0					g	h	i							
t16	laboratorio	nitrato de potasio	4			1	3,0					g	h	i							
t13	laboratorio	nitrato de potasio	2			1	2,7					g	h	i							
t19	laboratorio	testigo					2,7					g	h	i							
t10	laboratorio	ácido giberelico	2		30		2,7					g	h	i							
t09	laboratorio	ácido giberelico	1		120		2,3					g	h	i							

De manera general en la tabla 3.5 se puede notar que los tratamientos con dosis de tiourea conducidos en cámara fría, se logran mejores resultados de número de semillas germinadas al final del experimento, frente a los tratamientos con nitrato de potasio en ambiente de laboratorio, donde se obtienen menos semillas germinadas. Los efectos significativos que se indican en el cuadro 3.4 se analizan a continuación.

3.2.1. Efecto del ambiente e inductor

Tabla 3.6. Prueba de Tukey para el número de semillas germinadas por efecto del ambiente e inductor en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Factor	Nivel	Repeticiones	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)
Ambiente	Cámara fría	54	6.1	a
	Laboratorio	54	4.9	b
Inductor	Tiourea	36	7.4	a
	Acido giberelico	36	4.7	b
	Nitrato de Potasio	36	4.3	b
Factorial Amb x Ind vs Testigos	Factorial Ambiente x Inductor	108	5.5	a
	Testigos	6	4.2	b
Entre testigos	Testigo cámara fría	3	5.7	a
	Testigo Laboratorio	3	2.7	b

En la tabla 3.6 se reporta el efecto del ambiente en la germinación de semillas de durazno, siendo a favor de la cámara fría con 6.1 semillas germinadas frente a 4.9 que se obtiene en ambiente de laboratorio, este resultado indica que la vernalización o uso de frío en el durazno es positivo. Entre los inductores de germinación se obtiene 7.4 semillas germinadas cuando se usa tiourea, mientras que con los inductores ácido giberélico y nitrato de potasio no existe diferencia significativa y se obtienen 4.7 y 4.3 semillas germinadas con el ácido giberélico y nitrato de potasio respectivamente. Es importante también el resultado donde los tratamientos factoriales (2 ambientes x 3 inductores) que son seis, en promedio superan al promedio de los testigos con 5.5 semillas germinadas para los tratamientos factoriales y 4.2 para los testigos. La diferencia entre los promedios del número de semillas germinadas que se obtienen entre

los testigos es evidente y es favorable al testigo en cámara fría con 5.7 semillas germinadas frente a 2.7 del testigo en laboratorio.

3.2.2. Efecto de la Tiourea

Tabla 3.7. Prueba de Tukey para el número de semillas germinadas con tratamiento de tiourea en laboratorio en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Factor	Nivel	Repeticiones	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)
Dosis (%)	2.0%	6	7.5	a
	1.0%	6	7.2	a
	0.5%	6	5.8	b
Factorial vs Testigo	Factorial	18	6.8	a
	Testigo	3	2.7	b

En la tabla 3.7 se muestra el efecto principal de las dosis de tiourea en el número de semillas germinadas siendo favorable a las dosis de 2.0 % y 1.0 % sin diferencia significativa, con 7.5 y 7.2 semillas germinadas respectivamente, siendo superiores al efecto que produce la dosis de 0.5 % con 5.8 semillas germinadas que expresados en porcentaje de semillas germinadas se tiene que el mejor resultado fue de 72 y 75 % de germinación con dosis de 1 y 2 % de tiourea respectivamente; siendo recomendable utilizar 1 % de tiourea, habiéndose obtenido este resultado en promedio de los dos ambientes evaluados (laboratorio y cámara fría) y tiempo de remojo.

Tabla 3.8. Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con Tiourea en cámara fría en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Factor	Nivel	Repeticiones	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)
Dosis 0.5 % en Remojo	8 horas	3	8.7	a
	16 horas	3	7.7	b
Dosis 1.0 % en Remojo	8 horas	3	8.7	a
	16 horas	3	6.3	b
Dosis 2.0 % en Remojo	16 horas	3	8.7	a
	8 horas	3	8.0	b
Remojo 8 h en Dosis	0.5%	3	8.7	a
	1.0%	3	8.7	a
	2.0%	3	8.0	a
Remojo 16 h en Dosis	2.0%	3	8.7	a
	0.5%	3	7.7	a
	1.0%	3	6.3	b
Factorial vs Testigo	Factorial	18	8.0	a
	Testigo	3	5.7	b

En la tabla 3.8 se reporta que los mejores resultados de número de semillas germinadas a dosis de 0.5 y 1.0 % se obtienen cuando el tiempo de remojo es de 8 horas con 8.7 semillas germinadas en cada caso, mientras que con dosis de 2.0 % y 16 horas de remojo se obtiene el mismo resultado con 8.7 semillas germinadas; estos resultados prueban que es suficiente una dosis de 0.5 % de tiourea durante el tiempo de remojo de 8 horas para conseguir hasta 87 % de semillas de durazno germinadas. Cuando se analiza el tiempo de remojo en dosis de tiourea también se corrobora que es suficiente 0.5 % del inductor con 8 horas de remojo, situación que reduce tiempos y costos para lograr el mayor número de semillas de durazno germinadas.

Al parecer la aplicación de tiourea tiene diferente efecto en la estimulación de la germinación entre especies, así Schmidt (2000), señala que la tiourea tiene un efecto estimulante para romper la latencia posiblemente desactivando el efecto de inhibidores potentes como el ácido abscísico; además, refiere que en varias especies de la zona templada, se ha empleado con éxito en reemplazo de la estratificación, práctica muy usada en el durazno. Una dosis muy utilizada ha sido 1% de solución, con remojo por 24 horas.

3.2.3. Efecto del Ácido Giberélico

Tabla 3.9. Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con ácido giberélico en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Factor	Nivel	Repeticiones	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)
Dosis 30 ppm en Remojo	1 hora	3	5.0	a
	2 horas	3	2.7	b
Dosis 60 ppm en Remojo	2 horas	3	5.3	a
	1 hora	3	3.0	b
Dosis 120 ppm en Remojo	2 horas	3	6.0	a
	1 hora	3	2.3	b
Remojo 1 h en Dosis	30 ppm	3	5.0	a
	60 ppm	3	3.0	b
	120 ppm	3	2.3	b
Remojo 2 h en Dosis	120 ppm	3	6.0	a
	60 ppm	3	5.3	a
	30 ppm	3	2.7	b
Factorial vs Testigo	Factorial	18	4.1	a
	Testigo	3	2.7	b

Los mejores resultados de número de semillas germinadas se obtuvieron con la dosis de 120 ppm de ácido giberélico durante un tiempo de remojo de 2 horas, con 6.0 semillas germinadas (tabla 3.9), mientras que con la dosis de 30 y 60 ppm el número de semillas germinadas es menor. Cuando se analiza el tiempo de remojo con dosis de ácido giberélico se corrobora que el mejor resultado se obtiene con 120 ppm y tiempo de remojo de 2 horas en ambiente de laboratorio.

El resultado anterior es consistente con los mejores resultados obtenidos en ambiente de laboratorio. Al respecto Salisbury (1992) menciona que las giberelinas rompen la latencia de semillas, actuando como sustituto de las bajas temperaturas, los días largos o la luz roja. Así mismo, uno de los efectos de las giberelinas en la semilla es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo la cubierta de la semilla o la cubierta del fruto que restringe su crecimiento.

3.2.4. Efecto del Nitrato de Potasio

Tabla 3.10. Prueba de Tukey del número de semillas germinadas en el tratamiento con Nitrato de Potasio en durazno blanquillo (*Prunus pérsica*). Ayacucho

Factor	Nivel	Repeticiones	Semillas Germinadas	Tukey (0.05)
Dosis	2.0%	6	4.7	a
	3.0%	6	3.7	b
	1.0%	6	2.8	b

En el caso del nitrato de potasio como inductor de germinación de semillas de durazno se encontró que el mejor resultado se obtiene a la dosis de 2.0 % de nitrato de potasio con el 47 % de semillas germinadas (tabla 3.10), resultados muy por debajo de los obtenidos con los inductores tiourea y ácido giberélico, lo que se corrobora observando en la tabla 3.5.

CONCLUSIONES

En base a los resultados, discusión y las condiciones en que se condujo el presente experimento, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Para tiourea, el mejor tratamiento se obtuvo con 1.0% de dosis y 8 horas de remojo en el ambiente de cámara fría, obteniéndose el 87% de semillas germinadas a los 8 días de la instalación del experimento.
2. Para el Ácido giberélico, el mejor resultado se obtuvo con 120 ppm de dosis y 2 horas de remojo en ambiente de laboratorio con resultado de 60% de semillas germinadas a los 16 días después de la instalación del tratamiento.
3. Para nitrato de potasio, el mejor tratamiento se obtuvo con 1 % dosis y 2 horas de remojo en ambiente de cámara fría, obteniéndose el 57% de germinación a los 16 días del inicio del tratamiento.
4. Respecto al ambiente, en la cámara fría se obtuvo el 61% de semillas germinados en comparación al 49% de semillas germinadas que se obtiene en el ambiente de laboratorio durante el tiempo que dura el experimento.
5. Respecto a los inductores, con el uso de tiourea se obtiene 74 % de semillas germinadas, mientras que con el ácido giberélico y nitrato de potasio se obtuvo el 47% y 43% respectivamente, no existiendo existe diferencia significativa entre estos últimos.
6. Respecto a dosis y tiempo de remojo, la dosis de 0.5%, 1% con 8 horas de remojo y 2% de dosis con 16 horas de remojo en tiourea se obtuvo el 87 % de semillas de durazno germinadas en ambiente de cámara fría, siendo estos los mejores resultados del experimento.
7. En promedio de tiempo de remojo y ambientes, se obtuvo el 47 % de semillas de durazno germinadas a la dosis de 2.0 %, siendo el mejor resultado entre dosis de nitrato de potasio pero que representa el resultado más bajo del experimento en comparación con la tiourea y ácido giberélico.

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se recomienda:

1. Impulsar el estudio de semillas de ecotipos de durazno blanquillo adaptados en la región con propósito de obtener plantas porta injertos.
2. Repetir el experimento en las condiciones estudiados para validar los datos y aumentar la confianza sobre el efecto de la tiourea, ácido giberélico y nitrato de potasio en la germinación de semilla de durazno blanquillo.
3. Evaluar el efecto de dosis de tiourea y nitrato de potasio, tiempo de remojo y temperaturas de cámara fría en la germinación de semillas de durazno.
4. Utilizar los inductores indicados en otras especies del género Prunus.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cabrera, R 2000. Evaluación de cinco dosis de Ácido Giberélico en la producción de *gypsophila* (*gypsophila paniculata*). Caraz, Ancash.
- Campos, R. 2014. Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de semillas de quina (*Cinchona pubescens*). Trujillo, Perú
- Cárdenas, J. 2011. Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y escarificación sobre la germinación de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en diferentes condiciones ambientales. Bogotá, Colombia.
- Cetinbas, F. 2006. Improving germination of *Prunus avium* L. sedes by gibberellic acid, potassium nitrate and thiourea. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Süleyman Demirel, Isparta, Turke.
- Cosme, Q. 2002. Estudio de técnicas pregerminativas de semillas de duraznero (*Prunus pérsica*). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Furutani, S y Nagao, M. 1987. Influence of temperature, KNO₃, GA₃ and seed drying on emergence of papaya seedlings. Scientia Horticulturae. College of Agriculture, University of Hawaii at Hilo, Hilo, HI (U.S.A); Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, Hilo.
- Gutierrez, P. 2004. Fenología, Producción y características de fruto de selecciones de durazno (*Prunus pérsica*) en Aguas calientes. México.
- Hartmann, H 1980. Propagación de plantas principios y prácticas. Editorial Continental. Segunda edición. México.
- John, P. 1963. influence of gibberellic acid, mercaptoethanol, mercaptoethylamine, thiourea, and urea on the germination of 'oksnawa' peach sedes. [https://fshs.org/proceedings-o/1963-vol-76/393-397%20\(PAUL\).pdf](https://fshs.org/proceedings-o/1963-vol-76/393-397%20(PAUL).pdf).
- Postillon, J. 1985. Efecto del ácido giberélico a 4 dosis y dos tiempos de remojo en la germinación y crecimiento inicial de capulí (*Physalis peruviana*) y palto (*Persea americana*). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- Roque, F. 1982. Efecto de ácido giberélico sobre la germinación de semillas de tumbo serrano (*Passiflora mollísima*) conducido bajo la cubierta de tela plástica “baño turco” en condiciones de Wayllapampa 2450 m.s.n.m. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú.
- Salisbury, F. 1992. Fisiología de las plantas, editorial Paraninfo. Madrid, España.

- Stanislav, M. 2007. El efecto del nitrato de potasio, del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de semillas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). Guachetá, Cundinamarca, Colombia.
- Stanislav, M. 1994. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. Bogotá, Colombia.
- Schmidt, L. 2000. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed, Danida Forest Seed Centre. Dinamarca.
- Tadazo, F. 2000. Efecto del ácido giberélico en la obtención de plántones provenientes de semilla de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) Tumbes, Perú.
- Theron, A. 1970. Botánica. Editorial Montaner y Simón S.A. Barcelona, España
- Rocuant, T. 1980. Efecto de giberelina y de tiourea en la germinación de semillas de especies del género *Nothofagus*. Chillán, Chile.
- Thabiso, L. 2001. Optimisation of propagation methods in *Prunus persica* Batsch. Horticultural science school of agricultural sciences and agribusiness, Faculty of science and agriculture, University of Natal. Pietermaritzburg, South Africa.
- Tukey, C. 2017. Breaking the dormancy of peach seed by treatment with thiourea. www.plantphysiol.org copyright © 1945 American society of plant biologists.
- Vasquez, V. 1991. Experimentación agrícola. Editorial Amaru. Lima- Perú.

ANEXOS

ANEXO 1
PANEL FOTOGRÁFICO



Fruto de durazno variedad blanquillo destinado para obtención de semilla



Selección de durazno variedad blanquillo destinado para obtención de semilla



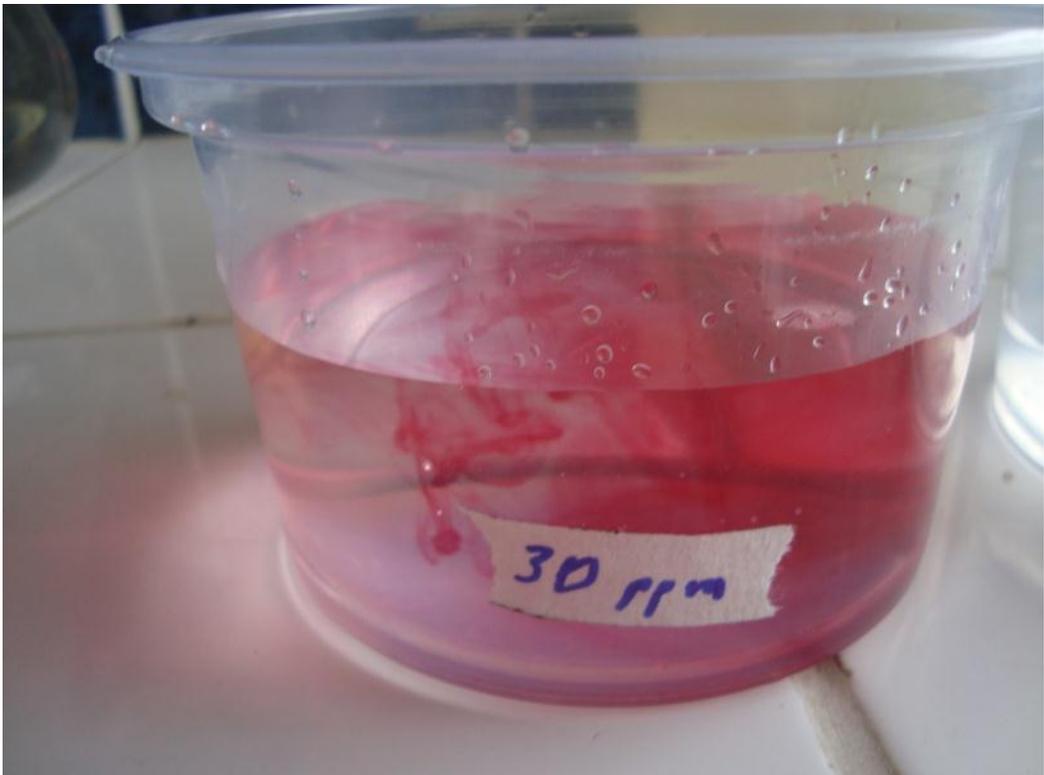
Semilla de durazno variedad blanquillo con carozo



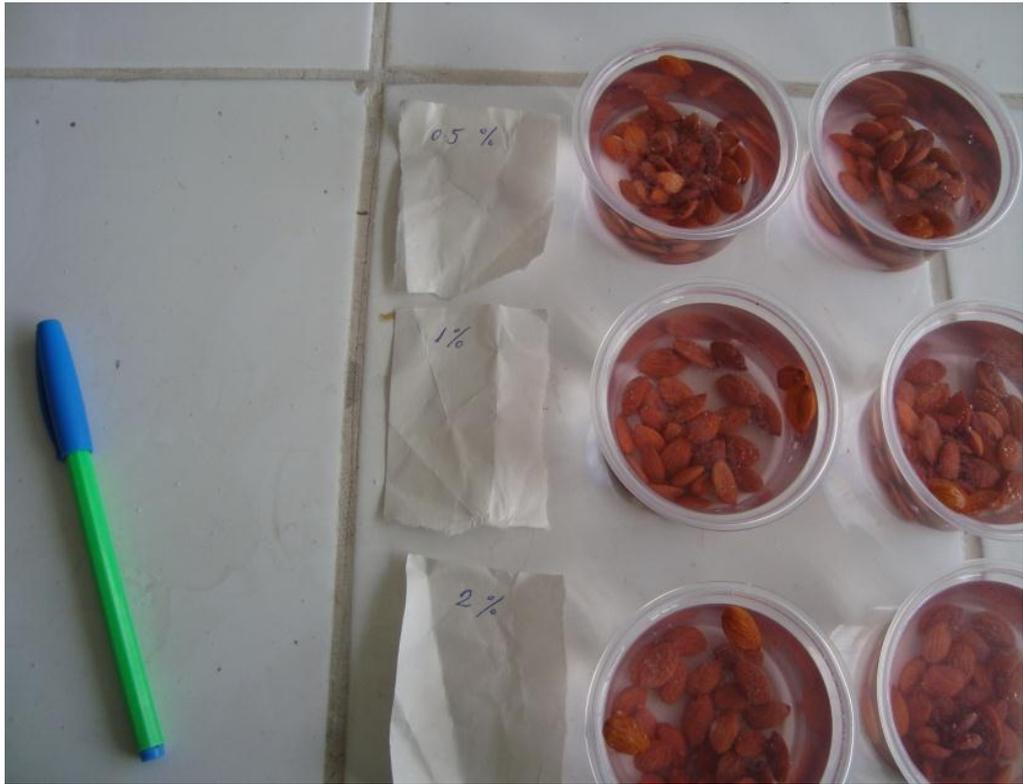
Escarificación de semilla de durazno variedad blanquillo



Acondicionamiento de semilla de durazno variedad blanquillo



Preparación de solución de estimulante de germinación



Remojo de semillas en solución de estimulantes de germinación



Almacigado de semilla de durazno variedad blanquillo



Germinación de semilla de durazno variedad blanquillo.



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo remojado durante 8 horas en tiourea al 1% en cámara fría.



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo, remojado durante 1 hora en Ácido giberélico al 30 ppm en cámara fría



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo remojado durante 2 horas en Ácido giberélico al 30 ppm en cámara fría.



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo remojado durante 2 horas en Ácido giberélico al 60 ppm en cámara fría



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo remojado durante 4 horas en KNO₃ al 2% en cámara fría.



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo remojado durante 8 hora en KNO₃ al 1 % en cámara fría



Semillas germinados de durazno variedad blanquillo germinados sin inductor en cámara fría