

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Agua de coco y microorganismos eficientes en la germinación
de durazno blanquillo (*Prunus persica* L.), bajo condiciones de
refrigeración y medio ambiente, Ayacucho - 2792 msnm**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Agrónoma

Presentado por:

Bach. Leidy Lucero De La Cruz Chuchon

Asesor:

M.Sc. Efigenio Quispe Curi

Ayacucho - Perú

2024

A Dios, por regalarme la vida, por ser mi fortaleza en la adversidad y por darme la oportunidad de lograr un objetivo importante en mi desarrollo personal.

Con mucho amor, gratitud y orgullo a mis padres Lidia Chuchón. y Cayo De la Cruz quienes son y serán la piedra angular de mi vida, grandes partícipes en la consolidación de mi formación profesional.

Con un cariño especial a Carlos N.G. por su amistad y apoyo incondicional, gran ejemplo de perseverancia y humildad.

Leidy De La Cruz C.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, mi alma máter por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Escuela Profesional de Agronomía por permitirme estudiar en sus ambientes durante mi vida universitaria.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias que me impartieron grandes conocimientos y experiencias durante toda mi formación profesional inculcándome la ética y la moral que complementaron mi desarrollo profesional.

Al ingeniero Efigenio Quispe Curi, por brindarme su tiempo, asesoramiento y orientación que me condujo a lograr mis objetivos y a los miembros del jurado quienes contribuyeron a la realización de la presente investigación.

Mi agradecimiento más sentido y eterno a mis padres por su sacrificio y a mis hermanos Karen y Diego por sus palabras de aliento para poder subir este pequeño e importante eslabón de mi vida profesional, así mismo agradezco a mis tíos Esaú D.H. y Clelia D.H que siempre estuvieron presentes en las diferentes etapas de mi vida.

Quiero extender mi gratitud a mis amigos, compañeros de estudios más cercanos quienes me acompañaron durante mis 5 años de estudios, siendo partícipes de grandes anécdotas, motivos de alegría y apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	4
1.1. DURAZNO (<i>Prunus persica</i> L.).....	4
1.1.1. Generalidades	4
1.1.2. Clasificación taxonómica	5
1.1.3. Usos e importancia económica.....	5
1.1.4. Requerimiento de horas frío del durazno	6
1.1.5. Frutales caducifolios.....	6
1.1.6. Doble fecundación.....	6
1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	7
1.2.1. Fruto	7
1.2.2. Semilla.....	8
1.3. FISIOLOGÍA DE LA GERMINACIÓN.....	10
1.3.1. Germinación	10
1.3.2. Tipos de germinación	10
1.3.3. Fases de la germinación.....	11
1.3.4. Respiración en semillas maduras.....	12
1.3.5. Factores influyentes el proceso de la germinación.....	13
1.4. LATENCIA	14
1.4.1. Latencia química.....	15
1.4.2. Latencia física (latencia por la cubierta de sus semillas).....	15
1.4.3. Latencia mecánica (latencia por la cubierta de sus semillas).....	15
1.4.4. Latencia morfológica.....	16

1.4.5. Latencia fisiológica.....	16
1.5. VIABILIDAD	16
1.5.1. Madurez.....	17
1.6. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS	17
1.6.1. Escarificación	17
1.6.2. Lixiviación.....	18
1.6.3. Estratificación.....	18
1.6.4. Hormonas y estimulantes químicos.....	18
1.7. ESTIMULANTES GERMINATIVOS.....	19
1.7.1. Fitohormonas	19
1.8. ESTIMULANTES GERMINATIVOS NATURALES	21
1.8.1. Agua de coco	21
1.8.2. Microorganismos eficientes.....	23
1.9. SISTEMA RADICULAR.....	26
1.9.1. La radícula	26
1.9.2. Raíz.....	26
1.9.3. Funciones de la raíz	27
1.10. SUSTRATO DE FIBRA DE COCO.....	27
1.10.1. Ventajas de uso de la fibra de coco.....	27
1.11. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	28

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	31
2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	31
2.2. UBICACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL RECOLECTADO	31
2.3. TEMPERATURA DIARIA DEL MEDIO REFRIGERADO Y DEL MEDIO AMBIENTE	31
2.4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	34
2.4.1. Materiales	34
2.4.2. Insumos.....	34
2.4.3. Equipos	34
2.5. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	34
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	35
2.6.1. Descripción de los tratamientos.....	36

2.7. UNIDAD EXPERIMENTAL	37
2.8. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	38
2.8.1. Preparación de las semillas.....	38
2.8.2. Activación de los microorganismos eficientes	39
2.8.3. Preparación del sustrato.....	39
2.8.4. Preparación y aplicación de los estimulantes germinativos	40
2.9. LABORES AGRONÓMICAS	41
2.9.1. Almacigado.....	41
2.9.2. Riego.....	41
2.9.3. Control preventivo fitosanitario.....	41
2.10. VARIABLES DE EVALUACIÓN	41
2.10.1. Porcentaje de germinación (%)......	41
2.10.2. Velocidad de germinación	42
2.10.3. Longitud de la radícula (cm)	42

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS	43
3.2. VELOCIDAD DE GERMINACIÓN	48
3.2.1. Velocidad de germinación en medio refrigerado.....	48
3.2.2. Velocidad de germinación en medio ambiente	50
3.2.3. Velocidad de germinación de los tratamientos mixtos en medio refrigerado y medio ambiente	53
3.2.4. Velocidad de germinación de los tratamientos individuales en medio refrigerado y medio ambiente.....	55
3.3. LONGITUD DE RADÍCULA	56
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Composición química del agua de coco (Cocos nucifera L.) (iones inorgánicos)</i>	22
Tabla 1.2. <i>Composición de principales fitohormonas naturales en el agua de coco (Cocos nucifera L.)</i>	23
Tabla 1.3. <i>Características físicas y químicas de la fibra de coco (Cocos nucifera L.)</i>	28
Tabla 2.1. <i>Descripción de los tratamientos de estudio</i>	37
Tabla 3.1. <i>Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo a los 30 días</i>	43
Tabla 3.2. <i>Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de las semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo para cada medio</i>	44
Tabla 3.3. <i>Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo para cada tratamiento</i>	45
Tabla 3.4. <i>Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (P. persica) para cada medio por tratamiento</i>	46
Tabla 3.5. <i>Análisis de varianza de longitud de la radícula en semillas de durazno (P. persica) variedad Blanquillo a los 8 días después de la germinación</i>	57
Tabla 3.6. <i>Prueba Duncan para la longitud de la radícula de semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo en condiciones de medio refrigerado y de medio ambiente</i>	57
Tabla 3.7. <i>Prueba de Duncan para los tratamientos en la longitud de la radícula de semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo</i>	58
Tabla 3.8. <i>Prueba de Duncan para la longitud de la radícula en semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo para cada medio por tratamiento</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Proceso de la doble fecundación en plantas angiospermas</i>	7
Figura 1.2. <i>Interior del endocarpo del durazno (Prunus persica)</i>	8
Figura 1.3. <i>Partes de la semilla del durazno (Prunus persica)</i>	9
Figura 1.4. <i>Fases de la germinación en las semillas</i>	12
Figura 2.1. <i>Datos de temperatura diaria en el laboratorio y en el medio refrigerado, laboratorio de Viticultura y Enología, Escuela Profesional de Agronomía, Ayacucho</i>	32
Figura 2.2. <i>Gráfico de temperatura diaria en el laboratorio y en el medio refrigerado</i>	33
Figura 2.3. <i>Esquematización de la aleatorización de los 14 tratamientos en el diseño experimental DCR</i>	36
Figura 2.4. <i>Figura representativa de la preparación y activación de los microorganismos eficientes</i>	39
Figura 3.1. <i>Resultados de velocidad de germinación en semillas de durazno (Prunus persica) variedad Banquillo bajo condiciones de medio refrigerado</i>	49
Figura 3.2. <i>Resultados de velocidad de germinación en semillas de durazno (Prunus persica) variedad Banquillo bajo condiciones de medio ambiente</i>	51
Figura 3.3. <i>Resultados comparativos de velocidad de germinación de los tratamientos mixtos en semillas de durazno (Prunus persica) bajo condiciones de medio refrigerado y medio ambiente</i>	53
Figura 3.4. <i>Resultados comparativos de velocidad de germinación de los tratamientos individuales en semillas de durazno (Prunus persica) bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente</i>	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Gráfico de temperatura del medio refrigerado y no refrigerado	74
Anexo 2. Número de semillas germinadas de durazno (<i>Prunus persica</i>) variedad Blanquillo a los 30 días	75
Anexo 3. Longitud de radícula de las semillas de durazno (<i>Prunus persica</i>) medida a los 8 días después de la germinación.....	76
Anexo 4. Selección de frutos y extracción de semillas. A, duraznos variedad Blanquillo; B, aplicación de Vitavax; C, pesado de semillas	77
Anexo 5. Desinfección de sustrato de fibra de coco. A, desinfección con agua caliente; B, pesado y colocación de sustrato; C, desinfección de sustrato antes de la siembra	77
Anexo 6. Activación de microorganismos eficientes a base del producto madre EM-1	77
Anexo 7. Preparación y dilución de cada tratamiento	78
Anexo 8. Almacigado de semillas. A, siembra de semillas equidistantes; B, colocación en cámara de germinación (medio ambiente); C, colocación en medio refrigerado	78
Anexo 9. Evaluaciones y medición de radícula. A, evaluación de germinación; B, medición en papel milimetrado; C, medición con vernier	78
Anexo 10. Comparación de los tratamientos T1 y T8 (Ácido giberélico).....	79
Anexo 11. Comparación de los tratamientos T2 y T9 (Agua de coco)	79
Anexo 12. Comparación de los tratamientos T3 y T10 (Microorganismos eficientes)	79
Anexo 13. Comparación de los tratamientos T4 y T11	79
Anexo 14. Comparación de los tratamientos T5 y T12	80
Anexo 15. Comparación de los tratamientos T6 y T13	80
Anexo 16. Comparación de los testigos T7 y T14.....	80

RESUMEN

El cultivo del durazno requiere nuevas alternativas que optimicen su producción de forma sostenible y acelerada. Para este estudio se utilizaron semillas de durazno variedad Blanquillo puestos en medios refrigerados y medios ambientales, con el objetivo de determinar el efecto del ácido giberélico 100 ppm, agua de coco 50 ml, microorganismos eficientes 50 ml, AC + ME (15 ml:35 ml), AC + ME (25 ml:25 ml) y AC + ME (35 ml:15 ml) en el porcentaje de germinación, velocidad de germinación y longitud de la radícula. Se instaló un experimento factorial bajo un Diseño Completamente Randomizado (DCR), empleando la prueba de contraste Duncan para procesar los datos. Los resultados a los 30 DDS determinaron que la mejor interacción del medio por tratamiento corresponden al T1 (Ag-3, medio refrigerado) y al T10 (ME, medio ambiente) con un valor de 96.67% de germinación; así mismo, el T10 fue el que mejor velocidad de germinación presentó durante la evaluación, logrando 9.0 semillas germinadas a los 16 DDS; por otro lado las interacciones que promovieron una mayor longitud radicular a los 8 días después de la germinación fueron el T10 (microorganismos eficientes) con 5.98 cm, el T13 (AC +EM (35:15)) con 5.83 cm y el T9 (agua de coco) con 5.37 cm. Concluyéndose que, la aplicación de ME lograría resultados favorables, supliendo la necesidad de horas frío, aumentando el porcentaje y velocidad en la germinación, generando mayor longitud radicular.

Palabras clave: agua de coco, microorganismos eficientes, velocidad de germinación, porcentaje de germinación.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país el requerimiento de duraznos para la elaboración de jugos y conservas por parte de las industrias va en aumento, el volumen promedio de producción nacional de duraznos ronda las 40 mil toneladas, abarcando una superficie plantada de 5 500 hectáreas. Una sola empresa en el Perú requiere aproximadamente 42 mil toneladas de durazno para la elaboración de sus productos, por lo que se ve en la necesidad de importar esta fruta de países como Chile y Estados Unidos (Ramos, 2018). Si se logra superar la producción estancada durante décadas no solo se abastecerá la demanda latente, sino que también se podría mejorar la economía del país teniendo grandes posibilidades de ingresar a nuevos mercados.

Para poder incrementar la producción nacional, hay diferentes obstáculos que se deben superar, entre ellos tenemos a la latencia física y fisiológica que presentan las semillas del durazno, las cuales afectan de manera directa en su germinación (Courtis, 2013).

Frente a esta realidad, se estudió el efecto de los estimulantes germinativos (ácido giberélico, agua de coco y microorganismos eficientes) en semillas de durazno variedad Blanquillo, con la finalidad de promover una mejor eficiencia germinativa, contrarrestando de esta manera la latencia de la semilla, promoviendo así mismo un mayor porcentaje y velocidad en su geminación, acortando de manera indirecta el tiempo de producción de patrones, mejorando del mismo modo su adaptabilidad y establecimiento en campo.

Por lo tanto, conociendo el mejor estimulante germinativo, no solo se logrará incrementar y acelerar el proceso de germinación, sino que además se optimizará el ahorro de semillas, el uso adecuado de insumos, el uso adecuado de espacio en el

semillero de un almácigo, un cálculo cercano al periodo probable de trasplante y la obtención de plántulas más homogéneas en la producción de este frutal.

Con las consideraciones antes expuestas, buscando mejorar y acelerar el proceso fisiológico germinativo de la semilla se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en la germinación y crecimiento radicular de durazno Blanquillo (*Prunus persica* L.) bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en el porcentaje de germinación de semillas de durazno Blanquillo bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente.
2. Determinar el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en la velocidad de germinación de semillas de durazno Blanquillo bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente.
3. Evidenciar el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en la longitud de la radícula del durazno Blanquillo, bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 DURAZNO (*Prunus persica* L.)

1.1.1 Generalidades

Baíza (2004), refiere que el duraznero es un frutal caducifolio de la familia Rosaceae que es plantado en zonas de climas templados y fríos, teniendo como centro de origen a China. El árbol del durazno alcanza un tamaño promedio de 4 a 6 metros de altura, de tronco delgado y corteza semilisa, presenta una copa frondosa abierta, con hojas simples, lanceoladas y bordes ligeramente aserrados, de raíz pivotante y alelopática.

Alvarado & Gonzáles (1999), mencionan que cada yema floral en el durazno produce una flor axilar, completa y hermafrodita que la hace ser considerada como una flor auto compatible en su polinización permitiendo una gran producción de variedades auto fructíferas sin la necesidad de utilizar otras variedades para su polinización. Este es un frutal precoz, ya que comienza su producción a partir del segundo al tercer año de ser plantado, teniendo una vida comercial de 15 a 20 años (Gratacós, 2014).

Los países con mayor producción de esta fruta según lo indica el Organismo de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas (FAOSTAT, 2017) son: China, España e Italia alcanzando un promedio de producción de más de 15 millones de toneladas representando el 70.5% de la producción mundial.

El Perú cuenta con una superficie de plantación de 5,500 hectáreas de durazno y con un volumen de producción de aproximadamente 40 mil toneladas, la zona costera se lleva el 65% de la producción nacional, destacando la región Lima (Huaral, Huacho, Oyón, Cañete y Huarochirí) donde se llega a cubrir una superficie de siembra de 3 800 hectáreas; en la sierra las regiones que más sobresalen son Ayacucho (Huamanga, Cangallo y Huanta) Huancavelica, Abancay, Ancash y Huánuco. Las variedades más

comercializadas y plantadas son: el Huayco rojo y el Blanquillo las cuales representan un 55% y 40% respectivamente del total de variedades, las variedades que tienen menor superficie de siembra son: Huayco crema, Criollo, Abridores, Oro Azteca, Oro mel, Diamante entre otros (Daga, 2015).

1.1.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del durazno en la escala cronquist, según Charles Darwin Foundation (1993) es de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Orden	: Rosales
Familia	: Rosaceae
Tribu	: Amygdaleae
Genero	: Prunus
Especie	: <i>Prunus persica</i> L.
Nombre común	: Durazno var. Blanquillo

1.1.3 Usos e importancia económica

El durazno es un fruto muy agradable que se consume en diferentes postres, ensaladas, néctares, conservas, mermeladas, almíbares y helados (Zambrano & Perdomo, 2019). El fruto del durazno posee diversos minerales como el potasio, calcio, magnesio y cantidades considerables de antioxidantes que ayuda a inhibir los radicales libres, convirtiendo a la fruta en un preventivo contra el cáncer y el envejecimiento, así mismo su contenido de betacaroteno ayuda mejorar el fortalecimiento de las uñas, cabello, piel y ojos. Más allá de la fruta, las hojas del durazno contienen ácido mandélico que es un antibacteriano que combate diversas infecciones Las semillas del durazno son el reemplazo del aceite de almendras dentro de la cosmética (Infobae, 2022).

En los últimos años, la fruticultura con el cultivo del durazno viene dando grandes beneficios económicos a los productores, las estadísticas demuestran que las exportaciones del durazno en sus diferentes presentaciones todavía son poco significativas y fluctuantes, pero con un panorama prometedor, concentrando su mayor producción en los meses de febrero y marzo en la zona sur del país (Ministerio de Desarrollo Agrario y riego [MIDAGRI], 2007).

1.1.4 Requerimiento de horas frío del durazno

Gratacós (2014), menciona que existen diferentes variedades de durazno con alto requerimiento de frío (200 - 450 horas) y otras variedades con bajo requerimiento de frío (50-150 horas). La falta de frío puede ser un problema en la germinación, si la elección varietal es errónea.

La extracción de la almendra (semilla del durazno) del interior del carozo, comúnmente es colocada en un sustrato (arena lavada, aserrín lavado, etc.) para ser llevado a la parte baja de la refrigeradora a una temperatura de 5 a 7 °C (estratificación), a fin de poder romper la latencia de la semilla y de esta forma se logra hacerlo germinar, proceso que puede durar de 30 a 60 días (González, 2012).

1.1.5 Frutales caducifolios

El durazno forma parte del grupo de frutales caducifolios, este tipo de frutales son propios de zonas templadas y frías, las cuales presentan un ciclo anual de desarrollo muy característico, según la Universidad Autónoma del Estado de México (2006) refiere que existen dos períodos muy marcados:

Primero se tiene un período vegetativo, como su mismo nombre lo indica este se caracteriza por su crecimiento vegetativo, intensa floración y foliación. Este periodo se presentaría en los meses de setiembre a mayo para la zona sur de nuestro país.

Poco tiempo después del periodo vegetativo, el frutal empieza a desprender sus hojas mediante la abscisión del peciolo para iniciar su periodo de descanso o reposo quedando completamente desnudo (libre de hojas) y con yemas dormantes como un mecanismo fisiológico adaptativo para adquirir resistencia a los posibles daños por frío en los meses de junio a agosto.

1.1.6 Doble fecundación

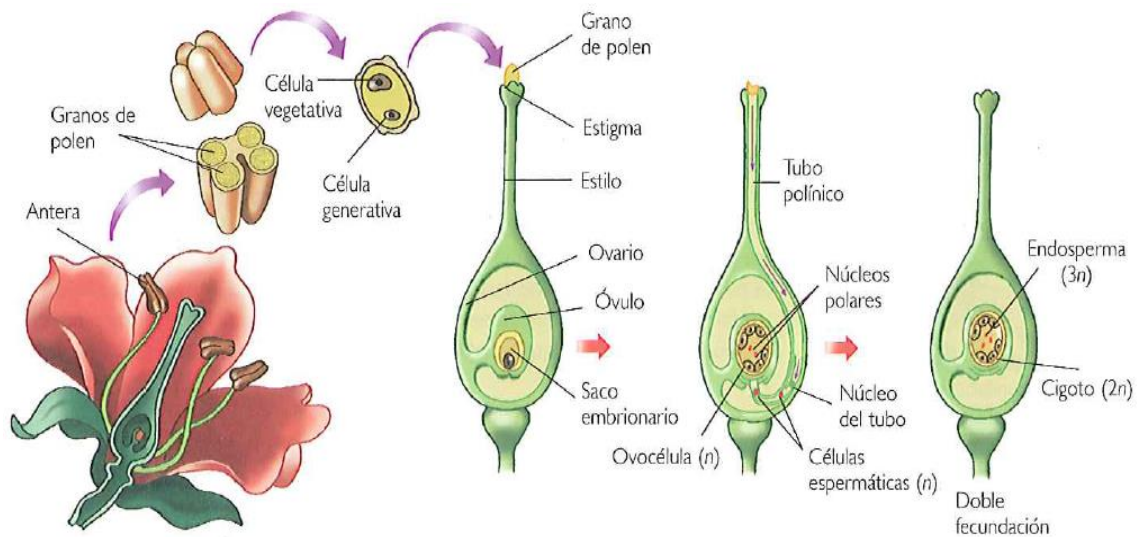
El durazno forma parte de las plantas angiospermas, quienes poseen una peculiaridad en el proceso de su fecundación, la cual les permite controlar la producción del tejido de reserva en sus semillas que será necesario para nutrir al embrión durante los inicios de su desarrollo.

La fecundación doble, son un conjunto de procesos secuenciales que inician cuando el grano de polen germina en el estigma y la célula vegetativa forma el tubo polínico que ingresa por el micrópilo liberando dos gametos masculinos o células espermáticas al interior del saco embrionario que se unen, una con la ovocélula dando origen al embrión diploide ($2n$) y la otra se une con los núcleos polares del saco embrionario dando origen al endospermo, produciendo un tejido triploide ($3n$) que constituirá la reserva de la semilla (INEVID, s.f.).

Tras este evento, se lleva a cabo la embriogénesis y el desarrollo de la semilla, los cuales son procesos altamente ordenados e integrados. Una vez completados, las semillas y el embrión entran en latencia teniendo la capacidad de sobrevivir durante periodos largos en condiciones desfavorables para su crecimiento. El éxito evolutivo de las angiospermas como de las gimnospermas radica en la capacidad que tienen estas de formar semillas gracias a la programación genética del cigoto que da lugar al embrión y así este pueda desarrollarse de una forma determinada (Taiz & Zeiguer, 2006).

Figura 1.1

Proceso de la doble fecundación en las plantas angiospermas



Nota. La figura representa el proceso de la doble fecundación en las angiospermas. Adaptado de *Fases del ciclo de vida de las angiospermas*, por INEVID, s.f., (<https://inevid.blogspot.com/2013/10/angiospermas.html>).

1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

1.2.1. Fruto

El durazno Blanquillo es un fruto mediano, carnoso de tipo drupa que presenta una forma ovalada de 4 a 10 cm de diámetro, originada a partir de un ovario unicarpelar;

posterior al desarrollo del ovario, se forman tres capas concéntricas en el fruto, la primera viene hacer el epicarpo que es la epidermis delgada, pubescente y aterciopelada de color blanco verdoso que envuelve al fruto; la segunda capa viene a ser el mesocarpo que es una pulpa carnososa, jugosa, de textura medianamente firme, de color blanco que se encuentra adherido al endocarpo considerado por otros como carozo o hueso el cual contiene a la semilla o almendra; este tipo de durazno es conocido como duraznos tipo pavía, poseen un aroma pronunciado de sabor ácido dulce. La diferencia del durazno Blanquillo criollo del durazno Blanquillo abridor es que no se abre con facilidad al finalizar su maduración (Baíza, 2004).

1.2.2. Semilla

En términos generales la semilla es una identidad tridimensional resultado de procesos fisiológicos que influyen en su desarrollo, es la responsable de reproducir sexualmente a la planta. En términos botánicos la semilla del durazno viene hacer el óvulo fecundado y maduro producto de la fertilización que se encuentra ubicada al interior del carozo o hueso, tiene una forma almendrada, es por eso que muchos autores denominan a las semillas del durazno como “almendra” (Hartmann, 1980).

La almendra del durazno contiene sustancias de reservas y cantidades considerables de ácido abscísico (ABA) así como también cantidades mínimas de amigdalina (cianuro) la cual bloquea la cadena de electrones en la respiración de las semillas.

Figura 1.2

Interior del endocarpo del durazno (Prunus persica L.)



La semilla o almendra está constituida por tres estructuras principales: el tegumento, el embrión y los cotiledones (Chuncho et al., 2019).

a) Tegumento

El tegumento o la cubierta seminal que envuelve a la almendra del durazno cumple la función de protegerla de los daños mecánicos y de la desecación, el tegumento está constituido principalmente por una estructura externa esclerenquimatosa, dura e impermeable al agua la cual brinda resistencia mecánica y permite que la almendra se conserve en buen estado hasta que los factores externos sean favorables para que se realice el proceso de la germinación, de igual manera existe otra estructura interna parenquimatosa más próxima a la almendra de color traslúcido que proviene de los remanentes del endospermo rudimentario y de la nucela (Hartmann, 1980).

b) Cotiledones

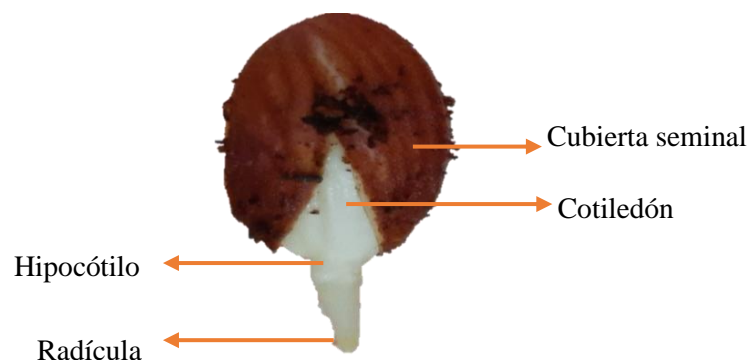
Canchari (2018), menciona que los cotiledones son 2 hojas modificadas que almacenan reservas alimenticias las cuales son utilizadas en el proceso de la germinación cumpliendo el papel de nutrir a la nueva plántula, cabe recalcar que las semillas del durazno no contienen parénquima amiláceo como otras semillas.

c) Embrión

Chuncho et al. (2019), indican que el embrión es el que contiene a la nueva planta, es la parte vital de la semilla, originado a partir de la unión del óvulo maduro y el polen durante la fecundación, presenta un eje embrionario constituido por el epicótilo que viene hacer la parte del embrión que se encuentra por encima de la inserción de los cotiledones, en el extremo superior de este se encuentra ubicado la plúmula quien dará origen al sistema caulinar (tallos, hojas, flor y fruto) y el hipocótilo es la parte que se encuentra por debajo de la inserción de los cotiledones y en el extremo inferior de este se encuentra ubicado la radícula.

Figura 1.3

Partes de la semilla del durazno (Prunus persica)



1.3 FISIOLÓGÍA DE LA GERMINACIÓN

1.3.1. Germinación

Según Pita & Pérez (1998), conceptualizan al término “germinación” como aquel proceso que inicia con la imbibición del agua a la semilla y culmina con la elongación de la radícula; sin embargo, define que en condiciones de laboratorio desde el punto de vista fisiológico la germinación inicia con la ruptura de la cubierta seminal por acción de la radícula.

Courtis (2013), define a la germinación como un proceso consecutivo de fenómenos que ocasionan que el embrión salga de su estado latente y reanude su crecimiento hasta formar la nueva plántula. En términos técnicos agronómicos, la germinación se da en campo abierto cuando las partes visibles de la plántula han emergido la superficie del suelo.

Las semillas de la mayoría de especies son incapaces de germinar inmediatamente después de la maduración del fruto por la presencia de inhibidores, estados de madurez incompletos o por la resistencia mecánica de sus estructuras de protección. Tukey & Carlson (2017), afirman que la semilla del durazno requiere un periodo de post maduración de 2 a 5 °C por un tiempo de 2 a 3 meses para poder germinar.

1.3.2. Tipos de germinación

Salas (2011), menciona que existen dos tipos de germinación en las plantas cultivadas, y estas son:

a) Germinación epígea

Es aquella donde el hipocótilo del eje embrionario se alarga llevando a los cotiledones por encima de la superficie del suelo para que cumplan el papel de hojas cotiledonarias realizando funciones fotosintéticas durante los inicios de desarrollo de la nueva plántula.

b) Germinación hipógea

En este tipo de germinación, el hipocótilo no se desarrolla, haciendo que los cotiledones permanezcan bajo el suelo cumpliendo solo la función de reserva de nutrientes como en el caso de semillas de durazno.

1.3.3. Fases de la germinación

Ronco et al. (2011), consideran que existen tres fases en el proceso de la germinación y lo estructura de la siguiente manera:

Fase I: imbibición, inicia con la entrada del agua al interior de la semilla a través de la cubierta seminal, la velocidad de imbibición depende mucho de cada especie, la velocidad inicial con la que se absorbe el agua suele ser rápida; la toma de agua por parte de los tejidos de la semilla hace que esta se hinche y se active el proceso respiratorio, a más hidratación mayor respiración.

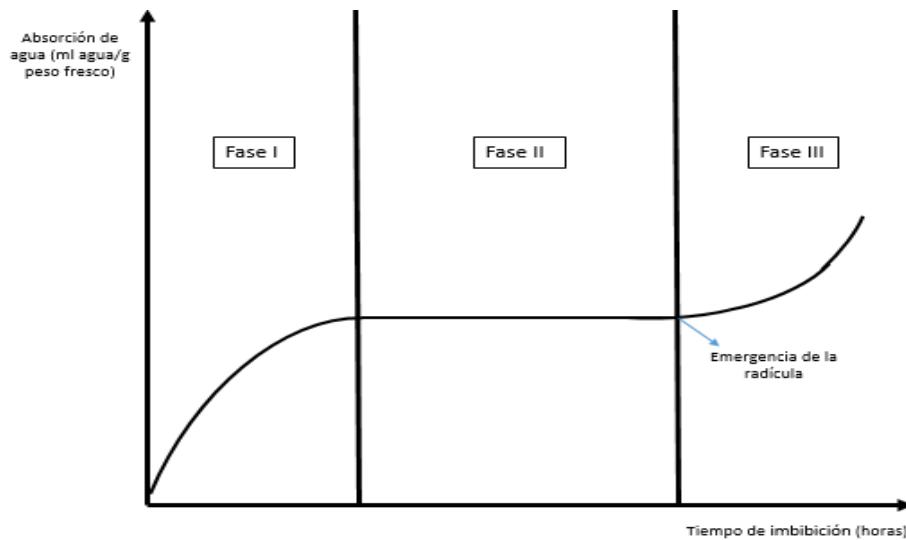
Fase II: síntesis y activación de los sistemas enzimáticos, en esta etapa, en la semilla ocurre dos fenómenos cruciales, la reactivación de enzimas hidrolíticas y la síntesis de enzimas nuevas que degradan las reservas energéticas de la semilla y la trasladan a disposición del embrión, así mismo la energía originada a partir del proceso de la respiración también es provista al embrión para su posterior crecimiento y desarrollo. La velocidad de imbibición disminuye y se mantiene constante.

Fase III: germinación visible, en esta fase se vuelve a incrementar la absorción del agua, existen cambios morfológicos visibles a causa de la división y alargamiento celular, es decir, se da la aparición de la radícula quien rompe su cubierta y ocurre la germinación propiamente dicha, en esta actividad se inicia a un metabolismo aeróbico para continuar con el desarrollo de la plántula.

Por otro lado, existen tres condiciones principales y básicas para que ocurra el proceso de la germinación, donde la semilla debe ser viable, debe haber superado su latencia ya sea a causa de barreras físicas o químicas y se debe cumplir con sus requerimientos ambientales fundamentales y adecuados (agua, oxígeno, temperatura y luz) (Salisbury, 1999, como se citó en Canchari, 2018).

Figura 1.4

Fases de la germinación en las semillas



Nota. En el gráfico se observa la imbibición del agua en tres fases, la fase I de imbibición; fase II, activación y la fase III de crecimiento, en donde se da inicio a la germinación. Adaptado de "Determinación de las temperaturas cardinales para la germinación de semillas" (p.06), por F. Caruso, 2012, UCA.

1.3.4. Respiración en semillas maduras

Según Hartmann (1980), la respiración en las semillas maduras o latentes es a un nivel bajo a comparación de las semillas dentro de un proceso germinatorio, la respiración se reactiva luego de haber iniciado con la imbibición de agua para luego sintetizar nuevas enzimas. Existen tres fases en la respiración de las semillas las cuales se detallan a continuación:

Fase I: al ingresar el agua hacia el interior de las semillas se da la activación e hidratación de enzimas mitocondriales que participan en la cadena transportadora de electrones dándose así el incremento gradual de consumo de oxígeno a medida que aumenta la hidratación de los tejidos.

Fase II: en esta fase se estabiliza la absorción de agua debido al potencial hídrico y también se disminuye la absorción de oxígeno.

Fase III: en esta fase se da una segunda respiración, es decir debido a la síntesis de nuevas enzimas necesarias para el crecimiento, se da un nuevo incremento en la respiración que es necesario para el crecimiento del eje embrionario.

Fase IV: La respiración en la semilla disminuye por completo hasta que los cotiledones se desintegren después de dotar de sustancias de reserva al embrión.

Se puede mencionar así mismo, que los principales procesos que se dan lugar en la germinación vienen hacer la diferenciación y elongación celular, los cambios metabólicos y el paso de la heterotrofía a la autotrofía (Salas, 2011).

1.3.5. Factores influyentes el proceso de la germinación

Existen diversos factores externos e internos que interfieren en el proceso de la germinación, las cuales son claves para el éxito o fracaso en esta etapa, entre ellos son:

a) Factores externos

Los factores externos que afectan la germinación de las semillas se detallan de la siguiente manera:

Agua: Courtis (2013), enfatiza que el agua tiene un papel principal en la germinación, ya que es quien desencadena este proceso. Cada especie tiene un óptimo de humedad en particular, las semillas con alto contenido de proteína requieren mayor humedad para poder germinar a diferencia de otras, es por eso que la composición química de la semilla es un aspecto importante a considerar a la hora de dotar de este líquido elemento.

Un exceso de humedad en la semilla ocasiona efectos negativos en el porcentaje de germinación debido a la formación de una capa mucilaginosa que impide el ingreso del oxígeno al embrión, por el contrario, un déficit de humedad hace que la semilla sea más propensa al ataque de patógenos; la salinidad del suelo es otro factor que limita el ingreso del agua a la semilla a causa de una menor difusión de presión (Pita & Pérez, 1998).

Temperatura: para cada especie existe una temperatura óptima que permite desencadenar su proceso germinatorio adecuadamente, favoreciendo así a obtener el mayor porcentaje de germinación en sus semillas. La temperatura ayuda activar las reacciones enzimáticas que cumplen la función de degradar los elementos de reserva, por otro lado, una adecuada temperatura a la semilla favorece los procesos de traslocación de nutrientes y la reducción o eliminación de sustancias inhibitorias.

Existen diferentes especies vegetales que requieren temperaturas elevadas como las semillas de clima tropical o subtropical (35 – 45 °C); otras requieren temperaturas alternadas, típico de semillas de plantas no cultivadas que necesitan una fluctuación de temperatura mínima de 10 °C; en cambio otras especies

necesitan temperaturas bajas para poder germinar, por lo general estas especies pertenecen a zonas templadas o frías como el durazno que requiere un periodo de estratificación a un rango de 4.5 a 15 °C (Courtis, 2013).

Luz: la luz participa en el proceso de germinación, activando e inhibiendo los genes encargados de la síntesis de enzimas en determinados momentos del desarrollo.

Como se sabe, el fitocromo viene hacer el pigmento presente en la planta y en la semilla que se encarga de recibir los estímulos de la luz y con esto promover o inhibir la germinación. Con los últimos estudios se ha descubierto que la longitud de onda de luz roja clara (660 nm) activa e induce la germinación y por el contrario la luz roja oscura o la luz azul (730 nm) inhiben el proceso de la germinación.

Existen semillas que prefieren germinar bajo mucha iluminación denominándolas como semillas con fotosensibilidad positiva, otras prefieren la oscuridad para poder germinar se las conoce como semillas con fotosensibilidad negativa y por último se tiene semillas que para germinar no dependen de la luz las cuales se las conoce como semillas no fotosensibles. Existen especies que mediante tratamientos de ácido giberélico pueden reemplazar la necesidad de luz (Pita & Pérez, 1998).

Gases: el oxígeno es un gas vital en el proceso de la germinación, pero un exceso de agua, condiciones de suelos compactados y la presencia de fenoles en la cubierta seminal interfieren en una adecuada oxigenación provocando de esta forma que se dé la acumulación de dióxido de carbono, favoreciendo así a la inhibición de las semillas y al letargo (Courtis, 2013).

b) Factores internos

Entre los factores internos que afectan la germinación, se tiene a la latencia o letargo, la viabilidad y maduración de las semillas.

1.4. LATENCIA

Varela & Arana (2011), definen a la latencia como la incapacidad de una semilla viable e intacta de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación.

La latencia es un mecanismo que se establece durante la formación de la semilla y que ayuda a ésta a germinar en los momentos más adecuados y óptimos, donde las condiciones ambientales sean propicias para que las nuevas plantas tengan las máximas posibilidades de supervivencia o ya sea también restringir su germinación en la planta madre antes de su dispersión en campo (De La Cuadra, 2002).

Existen dos tipos de latencia, latencia primaria en la cual el ácido abscísico producido durante la maduración de los embriones hace que éste se encuentre en estado latente y la latencia secundaria que esta influenciada prácticamente por las condiciones ambientales desfavorables producto de un mecanismo de adaptación (Courtis, 2013).

1.4.1. Latencia química

Este tipo de latencia se da por la presencia de sustancias químicas que se elaboran en la semilla o pueden ser traslocadas a ellas y que impiden o bloquean el crecimiento del embrión. En algunas especies estas sustancias inhibitorias se encuentran en el pericarpio, en el mismo fruto o en el embrión, inhibiendo así la germinación, en muchos casos la extracción del epicarpio basta para que se inicie con la germinación. El ácido abscísico y otros compuestos orgánicos aromáticos como los fenoles, benzóicos, ácido indol acético oxidasa y difenólicos forman parte de estas sustancias inhibitorias (Pita & Pérez, 1998).

Las semillas pueden verse perjudicadas en el retraso e impedimento de la germinación a causa de su cubierta dura, a continuación, las diferentes latencias descritas están planteadas por Courtis (2013), que las detalla de la siguiente manera:

1.4.2. Latencia física (latencia por la cubierta de sus semillas)

Este tipo de latencia se da por la presencia de cutinas, ligninas y/o fenoles que capturan el oxígeno e impiden la permeabilidad del agua al interior de la semilla y el ingreso del oxígeno al embrión lo que hace que se mantenga el letargo por más tiempo.

1.4.3. Latencia mecánica (latencia por la cubierta de sus semillas)

El crecimiento y expansión del embrión es impedido debido a las paredes lignificadas que no permiten que el embrión se expanda durante la germinación, la solución para este tipo de casos es recurrir a diferentes métodos ya sean mecánicos o químicos.

1.4.4. Latencia morfológica

Según Kanjana et al. (2016), manifiestan que este tipo de letargo es causado por las semillas del embrión no desarrollado en la época de maduración, que impide que la semilla germine después de ser cosechada, lo cual hace que podamos almacenar la semilla sin preocupaciones, convirtiéndole así en un carácter deseable de dormancia, en muchos casos también evitan la viviparidad, es decir impide que la semilla germine en la planta madre. La germinación no puede producirse hasta que el embrión complete su total desarrollo.

1.4.5. Latencia fisiológica

Este tipo de latencia está controlada por los tejidos de almacenamiento circundante que hace que la actividad de los embriones disminuya, las semillas que la presentan pueden eliminarla mediante almacenamiento en seco, con tratamiento frío húmedo o con tratamiento luminoso. Según Hartman (1980, como se citó en Canchari, 2018) indica que la semilla latente absorbe a una velocidad lenta el agua, durante el periodo de enfriamiento y ya cerca al final del periodo de letargo la velocidad de absorción del agua se incrementa dando lugar a la germinación. El medio por el cual el embrión supera su letargo aún no está determinado, aunque se cree que el frío en especies latentes tales como el duraznero, avellano y nogal hace que concentraciones elevadas de ácido abscísico disminuyan y reactiven el proceso germinatorio.

En el caso del durazno (*Prunus persica*) presenta los dos tipos de latencia de tipo física y fisiológica.

1.5. VIABILIDAD

Es la capacidad de una semilla para poder germinar. El tiempo de viabilidad de la semilla depende de cada especie, pudiendo ser periodos largos o periodos cortos, este periodo está determinado genéticamente e influenciado por los factores ambientales.

La viabilidad de la semilla se ve prolongada cuando la capacidad metabólica se ve reducida al mínimo, como es el caso de semillas ortodoxas que conservan muy bien su viabilidad frente a las bajas temperaturas, a bajos contenidos de humedad, altas concentraciones de dióxido de carbono y baja presión de oxígeno presente; por otro lado,

tenemos a semillas recalcitrantes que no soportan condiciones de baja temperatura y humedad haciendo que esta pierda su viabilidad rápidamente (Ronco et al., 2011).

1.5.1. Madurez

La madurez es un factor interno determinante que regula el proceso de la germinación, hablamos de madurez fisiológica cuando la semilla ha completado su crecimiento y desarrollo; es decir, la semilla ha alcanzado su máximo contenido de materia seca y la traslocación de nutrientes o sustancias solubles por parte de la planta han cesado dando lugar a que el proceso metabólico de la semilla disminuya. Se necesita que exista un reajuste en el equilibrio hormonal de la semilla para que se pueda originar o desencadenar la germinación (Chuncho et al., 2019).

1.6. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Los tratamientos pre germinativos son aquellos procedimientos que se realizan a las semillas latentes para aumentar el porcentaje y reducir los días a su germinación, es decir ayuda a la semilla a romper su latencia ablandando o abriendo su cubierta sin dañar su interior, promoviendo de esta manera la germinación con mayor probabilidad de éxito.

Aplicar dichos tratamientos a las semillas ayudan según Buenaño et al. (2022) a optimizar y acortar el tiempo de germinación, hacer menor uso de insumos y espacio en los semilleros, así como también permite fijar una fecha probable de trasplante y obtener plantas más uniformes en menor tiempo.

Varela & Arana (2011), explican que existen diferentes métodos o técnicas que hoy en día se utilizan para poder romper dicha latencia y acelerar el proceso de germinación, como:

1.6.1. Escarificación

La escarificación es un método que ablanda o abre la cubierta seminal para hacerla más permeable al agua (H₂O) debido a que existen diversas especies forestales y frutales que presentan cierta dificultad para germinar a causa de una cubierta seminal dura y compacta, existe una escarificación mecánica en la cual se usan limas, martillos o pinzas para quebrar las cubiertas, por el contrario existe la escarificación química donde juegan un papel principal los insumos químicos para ablandar las cubiertas.

1.6.2. Lixiviación

Este tratamiento consiste en remojar las semillas en agua u otros líquidos, buscando principalmente dos objetivos, la primera poder remover los inhibidores químicos presentes en la testa a través de la lixiviación y la segunda poder ablandar la cubierta seminal, pudiendo ser variable el tiempo de remojo que van desde 12 a 72 horas.

1.6.3. Estratificación

García (1991), describe a la estratificación como un tratamiento que mantiene a las semillas a temperaturas bajas (0 a 10 °C) simulando condiciones invernales por un intervalo de tiempo de 20 a 60 días llegando inclusive como máximo hasta 120 días y así poder romper la latencia fisiológica, permitiendo de esta manera que el frío y la humedad elevada en la que se colocan las semillas desencadenen cambios bioquímicos (reducción de hormonas inhibitoras, activación de giberelinas y citocininas) que transmutan sustancias complejas a formas más simples para ser aprovechadas por el embrión y este pueda reiniciar su crecimiento.

La organización de las naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura (FAO, 1991) expresa que si el procedimiento de enfriamiento se realiza de forma adecuada no provoca ningún daño a las semillas, debiéndose renovar la fuente de humedad de forma constante, procurando una ventilación adecuada para disipar el calor y el CO₂. El frío al que es expuesto la semilla ayuda también a disminuir la sensibilidad de las semillas a sus necesidades óptimas de luz y temperatura, lo que deriva a un incremento de la tasa de germinación y la reducción de la actividad de los microorganismos patogénicos.

En el caso del género *Prunus* las semillas estratificadas deben ser sembradas de forma inmediata ya que, si no, se corre el riesgo de que ingresen a una segunda latencia a causa de temperaturas mayores de 20 °C y a un secado extremo.

1.6.4. Hormonas y estimulantes químicos

Varela & Arana (2011), sostienen que hoy en día existen diferentes sustancias que se comercializan y que prometen promover la germinación de semillas latentes, entre los estimulantes más usados están el ácido giberélico, citoquininas, etileno, nitrato de potasio,

tiourea y otros ácidos que son empleados a diferentes concentraciones para desencadenar procesos bioquímicos estimulando así la germinación.

A pesar de la efectividad demostrada de la tiourea en numerosos estudios sobre la latencia de las semillas, se ha descubierto en los últimos años la peligrosidad de su uso, ya que esta sustancia es un cancerígeno humano que daña la médula ósea, la tiroides y provoca alergias de diversa índole, causando además una grave contaminación al medio ambiente y a los medios acuáticos, por lo que requiere de un equipo de protección especial para su uso (New Jersey Department of health and senior services [NJDOH], 2002).

1.7. ESTIMULANTES GERMINATIVOS

El uso de estimulantes germinativos fomenta la capacidad germinativa en las semillas aumentando la velocidad de germinación y el vigor en las plántulas al ser aplicados en condiciones no tan favorables.

1.7.1. Fitohormonas

Las fitohormonas son moléculas químicas que interfieren en el desarrollo y crecimiento de los vegetales, translocándose por toda la planta a muy bajas concentraciones a través de los vasos conductores, incitando de esta manera a una respuesta fisiológica (Universidad Politécnica de Valencia [UPV], 2003).

Las plantas, para llevar a cabo su adecuado desarrollo requieren de reguladores hormonales que controlan su actividad metabólica dando lugar a una homeostasis interna como externa a nivel celular. Se conocen cinco grupos principales de hormonas vegetales o fitohormonas entre ellas están las auxinas, las citoquininas, las giberelinas, el etileno y el ácido abscísico. Cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes interacciones para poder cumplir con sus funciones (Alcántara et al., 2019).

Citoquininas: las citoquininas se suelen producir en el ápice de la raíz transportándose por el xilema hacia toda la planta y a los órganos en pleno crecimiento (hojas jóvenes, semillas y frutos), poseen propiedades que inducen y estimulan una alta multiplicación y división celular en los tejidos, ocasionando la elongación de las raíces y la producción de brotes vegetativos y florales, del mismo modo fomentan la emergencia de la radícula y promueven el retardo de la

senescencia de los tejidos y órganos mediante la inhibición de enzimas. La citoquinina ayuda a suplir las necesidades de frío en las semillas favoreciendo al rompimiento de su dormición, así mismo supe los fotoperiodos largos requeridas por diferentes especies para la floración, (Alcántara et al., 2019).

Por otra parte, Arana et al. (2015), definen a las citoquininas de vital importancia en el desarrollo inicial de las semillas ya que estas se acumulan en el endospermo promoviendo la división celular del embrión y la ruptura completa de la dormancia. Existen dos tipos de citoquininas, del tipo isoprenoide que interviene en la división celular y del tipo aromático que participa en procesos de postgerminación.

Ácido giberélico: el ácido giberélico (AG-3) o también llamado giberelinas juega un rol importante en el desarrollo y crecimiento de las plantas, son compuestos isoprenoides que tienen la habilidad de romper la latencia e inducir la germinación de las semillas poseyendo alta capacidad estimulante en el crecimiento embrionario ya que actúan a nivel del ARN_m, activando el gen relacionado con la producción de enzimas hidrolíticas como la alfa amilasa, proteasa y ribonucleasa, las cuales degradan y movilizan las reservas almacenadas hacia el embrión luego de haberse contrarrestado el efecto del ácido abscísico, permitiendo del mismo modo estimular el crecimiento celular en respuesta a las estimulaciones de luz y oscuridad.

Esta fitohormona se transporta por el xilema y floema fomentando la inducción floral y la ruptura del reposo de las yemas gracias ser sustitutos de las bajas temperaturas; el ácido giberélico refuerza la dominancia apical, estimulando el crecimiento y la inducción a la formación de frutos partenocárpicos, algunos estudios declaran que en el proceso de la germinación y desarrollo del meristemo apical de las plantas es en donde se producen mayores cantidades de ácido giberélico para mantener el desarrollo constante en el proceso de la embriogénesis (Alcántara et al., 2019).

Por otra parte, Varela & Arana (2011) mencionan que otras partes de la planta con mayor producción de ácido giberélico son en lugares con un crecimiento activo como embriones de la semilla, raíces, plastidios y los granos de polen.

Auxinas: las auxinas son fitohormonas que tienen la capacidad de intervenir en los procesos de división, elongación y diferenciación a nivel celular, las principales auxinas producidas de manera natural son el ácido 3-indol-acético y el ácido indol-butírico (Alcántara et al., 2019).

Dentro de la función que cumplen las auxinas en las plantas está fomentar el crecimiento y diferenciación del tallo, así como el crecimiento de las raíces adventicias, desarrollo de flores y frutos, abscisión de órganos, dominancia apical, diferenciación vascular que darán origen a los elementos del xilema y floema y es promotor del etileno que participa en la maduración de la fruta (Jordán & Casareto, 2006).

Ácido abscísico: este tipo de fitohormona es también conocido como ABA, la síntesis del ABA tiene lugar en las hojas maduras que se transportan por el floema a los centros donde ejercerá acción, esta fitohormona es generada de manera directa por algunos organismos fúngicos fitopatógenos y de manera indirecta por la producción de ciertos carotenoides por parte de la planta. Su mecanismo de acción es actuar principalmente en las membranas celulares, inhibiendo la síntesis de ARN y la síntesis de proteína (Alcántara et al., 2019).

Jordán & Casareto (2006) señalan que los principales efectos fisiológicos del ABA radican en inhibir y controlar algunos procesos vegetales, como inhibidor de la floración, inhibidor del crecimiento, acelerador de la senectud o envejecimiento de los tejidos (hojas, flores y frutos), regulador de la transpiración vegetal a través del cierre de estomas bajo condiciones de sequía, promotor de la dormancia o reposo de las yemas y semillas deteniendo el proceso de la germinación.

1.8. ESTIMULANTES GERMINATIVOS NATURALES

1.8.1. Agua de coco

Ovalles et al. (2002), revela que el agua de coco (*Cocos nucifera* L) al tener menor madurez la fruta, posee mayor concentración de nutrientes. La Fundación Española Para la Nutrición (FEN, 2019), expresa que el coco perteneciente a la familia de las Arecaceae presenta en su interior un líquido claro llamado endospermo líquido comúnmente conocido como agua de coco que contiene aproximadamente 94% de agua y 6% de

numerosos elementos minerales como magnesio, potasio, calcio, fósforo y sodio como se muestra en la Tabla 1.1.

El agua de coco contiene diversas fitohormonas como la citoquinina que es una hormona de tipo isoprenoide que entre sus muchas funciones promueve la ruptura de la dormancia y la germinación de semillas al estimular la división y elongación de las células de los cotiledones y otros tejidos en respuesta a la luz o en ausencia de esta (Taiz & Zeiguer, 2006). La composición de las principales fitohormonas contenidas en el agua de coco se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.1

Composición química del agua de coco (Cocos nucifera L) (iones inorgánicos)

Iones inorgánicos	Coco joven (mg/100g)	Coco maduro (mg/100g)
Calcio	24.00	31.54
Hierro	0.29	0.02
Magnesio	25.00	9.44
Fosforo	20.00	12.77
Potasio	250.0	257.52
Sodio	105.0	16.10
Zinc	0.1	0.02
Cobre	0.04	0.03
manganeso	0.142	0.08
Aluminio	nd	0.05
boro	nd	0.08

Nd: no detectado

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de iones inorgánicos presentes en el agua de coco joven. Adaptado de "Nutrient composition of kopyor coconuts (cocos nucifera)" (p.290), Santoso et al., 1996, Food chemistry 57. Agua de coco maduro adaptado de National Nutrient Database for Standard Reference Nuts, coconut water, por United States Department of Agriculture, 2008, (http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl/).

Tabla 1.2

Composición de principales fitohormonas naturales en el agua de coco (Cocos nucifera L.)

Fitohormonas	Coco joven
Auxinas	(x10⁻³ uM)
Acido indol-3-acético	150.6
citoquininas	
N ⁶ -isopenteniladenina	0.26
Dihidrozeatina	0.14
Trans-zeatina	0.09
Kinetina	0.31
Orot-topolino	3.29
Dihidrozeatina O-glucósido	46.6
Trans-zeatinaO-glucósido	48.7
Ribósido de tranzeatina	76.2
Ribósido de kinetina	0.33
Trans-zeatina ribosido-5'-monofosfato	10.2
Giberelinas	
Giberelina 1	16.7
Giberelina 2	37.8
Acido absicico	65.5

Nota. Esta tabla muestra la composición de las principales fitohormonas presentes en el agua de coco. Adaptado de "Simultaneous analysis of different classes of phytohormones in coconut (Cocos nucifera L.) water using high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry after solid-phase extraction" (p.45), Yong et al., 2008, Analytica Chimica Acta, 610(2).

1.8.2. Microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes son una gran diversidad microbiana conformada por hongos, bacterias y actinomicetos (*Bacillus* spp, *Lactobacillus* spp, *Pseudomonas*, etc.) sin manipulación genética, que participan en diferentes actividades simbióticas entre ellas mismas y también con las plantas, a la cual inducen a elaborar diferentes fitohormonas como la giberelina, citoquininas y AIA (Alcántara et al., 2019).

Condori (2015), manifiesta que la tecnología de microorganismos eficientes (ME) fue desarrollada por el catedrático del curso de horticultura de la Universidad de Ryukyus, por el doctor Teruo Higa en Japón, en la década de los ochenta. Él tenía como objetivo investigar las funciones individuales de diferentes microorganismos, en el avance de su

estudio encontró que diferentes microorganismos al ser mezclados se repotencializaban sus efectos beneficiosamente, desde entonces, esta tecnología ha sido investigada a profundidad, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales siendo usada en diferentes campos de la agricultura y ganadería.

a) Importancia de los ME en las plantas

Según Montes (2017), los beneficios de los ME sobre el desarrollo de los cultivos son:

1. Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
2. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
3. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las nuevas plántulas luego del trasplante a campo abierto.
4. Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, por la competencia directa con estos ya que al alimentarse de los exudados deja sin alimento a los patógenos.
5. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos promoviendo la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
6. Los microorganismos eficientes solubilizan los nutrientes poco solubles para hacerlos más disponibles por la planta.
7. Incrementa y equilibra la microflora del suelo generando condiciones óptimas para nuevos microorganismos eficientes.
8. Mejora las características físicas (agregados y estructuras) del suelo aumentando la porosidad, aireación con menor riesgo de compactación y erosión.
9. Son un sustituto de los fertilizantes sintéticos y descomponedor de materia orgánica por lo que también es usado en la ganadería.

Los EM son una mezcla de microorganismos beneficiosos mutuamente compatibles, de origen natural, tales como:

b) Bacterias fototróficas o fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*)

La actividad de estas bacterias dentro de los ME es sintetizar sustancias útiles para las raíces como aminoácidos, ácidos nucleicos, azúcares y sustancias bioactivas (enzimas y fitohormonas) que promueven el crecimiento y el desarrollo celular en las plantas a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y gases tóxicos, usando la luz solar y el calor del suelo que son sus principales fuentes de energía. Es necesario aseverar que gracias a lo sintetizado por estas bacterias las micorrizas arbusculares pueden desarrollarse favoreciendo la absorción de nutrientes por parte de la planta (Montes, 2017).

c) Levaduras (*Saccharomyces spp*)

Las levaduras resultan ser benéficas para el crecimiento de las plantas y sus raíces, ellas cumplen el papel de sintetizar diversos aminoácidos, antimicrobiales, azúcares, enzimas y fitohormonas que promueven la división y multiplicación activa de las células de las raíces, tales secreciones, también son muy útiles para otros microrganismos como las bacterias lácticas y actinomicetos (Escalona, 2014).

d) Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*)

Estas bacterias son bacilos o cocobacilos gram positivos que producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras, participan en procesos importantes de la fermentación, el ácido láctico sintetizado es capaz de descomponer el material vegetal como la lignina y la celulosa, suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium* sp. y a solubilizar la cal y la roca fosfórica (Escalona, 2014).

e) Los actinomicetos

Sastoque (2007), define a los actinomicetos como bacterias filamentosas, Gram positivas, heterótrofas, en su mayoría aerobios que se encuentran ampliamente distribuidas en el medio ambiente en un rango de temperatura entre 25°C a 30°C con poca tolerancia a la acidez, presentándose con mayor incidencia en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Shoebitz (2009), señala que los actinomicetos producen compuestos involucrados en el área de control biológico y en la promoción del crecimiento y desarrollo vegetal. Se

destacan por la producción de giberelinas, ácido indol acético (auxinas que fomentan la división celular y crecimiento de la raíz) y citoquininas, demostrando que al igual que las PGPR se encuentran interactuando con las plantas, involucrándose en procesos de crecimiento vegetal.

En los últimos reportes se ha encontrado que los géneros *Actinomyces* spp. y *Nocardia* spp. son actinomicetos productores de giberelinas promoviendo el crecimiento y desarrollo vegetal como la germinación, desarrollo de semillas, hojas, flores y elongación del tallo y raíz, incrementando la capacidad de absorción de nutrientes por parte de la planta (El-Tarabily, 2006).

1.9. SISTEMA RADICULAR

1.9.1. La radícula

La radícula también es conocida como raíz embrionaria ya que se forma a partir del embrión de la semilla y es quien da origen a la raíz primaria después de la germinación. A partir de la radícula se desarrollan las raíces radicales o también conocidas como raíces secundarias y los pelos absorbentes (Chuncho et al., 2019).

INTAGRI (2017), refiere que en las plantas monocotiledóneas la radícula cumple un rol importante en el desarrollo de las primeras hojas de la planta para luego perder gradualmente su importancia hasta desprenderse y ser reemplazados por las raíces adventicias originadas en la base del tallo; por otro lado, en las plantas dicotiledóneas el crecimiento de la radícula continúa hasta que se convierta en la raíz principal de la planta dando origen a las raíces laterales.

1.9.2. Raíz

La raíz es el órgano de las plantas terrestres que se origina a partir de la radícula del embrión, entre sus características principales se puede mencionar que la raíz tiene geotropismo positivo es decir su crecimiento es a favor de la gravedad, a diferencia del tallo, la raíz carece de nudos y yemas, no posee cloroplastos como otras partes de la planta, en algunos casos las raíces son un órgano de almacenamiento de cantidades considerables de sustancias de reservas (Chuncho et al., 2019).

1.9.3. Funciones de la raíz

Dentro de las principales funciones que cumple la raíz en la planta según indica y sostiene INTAGRI (2017), vienen hacer:

1. Absorción del agua: la raíz a través de los pelos radiculares y las raíces secundarias absorben el agua presente en el suelo, este líquido vital ayudará a desencadenar reacciones bioquímicas y servir como vehículo de transporte para otros nutrientes.
2. Absorción y extracción, de nutrientes: La raíz cumple la función de absorber los nutrientes minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo de la nueva planta.
3. Anclaje y sostén de plantas: raíz establece, red de sostén que permite soportar el crecimiento de la planta y condiciones adversas como vientos fuertes.

1.10. SUSTRATO DE FIBRA DE COCO

Sandoval et al. (2013), sostiene que la fibra de coco es un sustrato orgánico y renovable que proviene del mesocarpio del fruto, posee características positivas para el desarrollo del cultivo tal como se muestra en la Tabla 1.3. la fibra de coco presenta micro esponjas capilares que favorecen a la porosidad, aireación y mínima compactación del mismo, permitiendo un adecuado crecimiento y desarrollo caulinar e intercambio gaseoso de CO₂ y O₂.

1.10.1. Ventajas de uso de la fibra de coco

PROJAR (2020), indica que entre los beneficios que se obtiene por el uso de sustrato de fibra de coco son los siguientes:

- Tiene alto contenido de materia orgánica con un elevado poder de intercambio catiónico.
- Reduce considerablemente el consumo de agua.
- La fibra de coco ofrece buen drenaje, aireación a las semillas y al desarrollo radicular por el óptimo de humedad que presenta.
- No se compacta lo que evita encharcamientos que pueda perjudicar el normal desarrollo de la nueva plántula.
- Evita la proliferación de plagas y enfermedades.
- Permite el buen desarrollo radicular de la planta y para la rehidratación del medio.

- Hace posible la producción homogénea, adelantando o retrasando los ciclos del cultivo.
- La soltura del sustrato permite una adecuada evaluación en semilleros para estudios de pruebas de germinación.
- Permite el ahorro de costos logísticos al suministrarse en formato comprimido.

Tabla 1.3

Características físicas y químicas de la fibra de coco (Cocos nucifera L.)

Fibra de coco	características
Textura	Granuloso con fibras
CIC	58 - 72 meq/100g
PH	5.6 - 6.7
Materia orgánica	87 – 92 %
Conductividad eléctrica	0.7 – 0.8 dS/m
Retención de agua	25 – 45 %
Porosidad	85 – 95 %
Densidad aparente	0.07 g/cm ³
Nitratos	< 1.5 ppm
Potasio	108 ppm
fosfatos	8.5 ppm

Nota. Adaptado de “Efecto de la aplicación de fibra de coco (Cocos nucifera L.) en el almacenamiento y eficiencia de uso del agua en un Alfisol, sembrado con ballica (Lolium multiflorum L.) y en la toxicidad en lechuga (Lactuca sativa L.)” (p.18), M. Sandoval, 2013, Ciencias del Suelo, 41(3).

1.11. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes de la investigación están constituidos por trabajos relacionados con los objetivos planteados para este estudio, dichos antecedentes aportan información valiosa para definir y delimitar la investigación.

Canchari (2018), en su tesis titulada: “Efecto del ácido giberélico, tiourea y nitrato de potasio en la germinación de la semilla de durazno Blanquillo” estudió el efecto de los estimulantes en la germinación de semillas de durazno (*Prunus pérsica*); entre ellos utilizó 3 dosis de ácido giberélico (30, 60 y 120 ppm) bajo dos tiempos de remojo (1 y 2 horas) y dos tipos de ambiente (cámara fría y medio ambiente). El mejor resultado se obtuvo con 120 ppm de ácido giberélico en 2 horas de remojo bajo ambiente de laboratorio con un resultado de 60% de semillas germinadas a los 16 días después de la instalación del tratamiento.

Buenaño et al. (2022), buscaron determinar que dosis de ácido giberélico era la más adecuada para romper la latencia de semillas de durazno en la variedad Diamante, las dosis utilizadas fueron de 0, 150, 350 y 450 ppm, las semillas fueron sumergidas en un lapso 6 horas, el almácigado se realizó en las 4 fases lunares, se tuvo un total de 16 tratamientos y 4 repeticiones. De la investigación, se encontró que la aplicación de 450 ppm de ácido giberélico dio como resultado un mayor porcentaje de germinación frente a los demás tratamientos, obteniéndose un 68.75 % de germinación en la fase lunar de cuarto menguante, sin embargo, con la aplicación de 150 ppm de ácido giberélico en la fase lunar de cuarto creciente se reduce el tiempo que tarda la semilla en germinar en comparación a los demás tratamientos.

Acosta (2012), en su tesis titulada: “Ruptura del letargo en semillas de duraznero variedad Abridor por acción del frío y ácido giberélico” sumergió semillas de durazno en tres dosis de ácido giberélico a 100, 200 y 300 ppm por un periodo de 6 horas, para romper el letargo de las semillas. El mejor tratamiento fue el T3 (300 ppm de ácido giberélico) con un 67% de germinación, dicho tratamiento no presentó diferencia significativa con los tratamientos de 200 y 100 ppm que lograron 65.33% y 64% de germinación; así mismo, estos tratamientos no mostraron diferencia en la longitud radicular a los dos días de iniciada la germinación, alcanzando 1.79, 1.76 y 1.77 cm respectivamente.

Heras (2014), evaluó el efecto combinado de estimulantes naturales en la germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao*), los tratamientos aplicados fueron agua de coco 100 ml; agua de caña guadua 100 ml; agua de coco + agua de caña guadua 25ml + 75ml; agua de coco + agua de caña guadua 50ml + 50ml; agua de coco + agua de caña guadua 75 ml + 25 ml, todos bajo un tiempo de remojo de 24 horas. Los mejores tratamientos que aceleraron la germinación de semillas corresponden al agua de coco 100 ml y a las combinaciones del T4 (50+50 ml) y el T5 (75+25 ml) iniciando la germinación a los 15 días a comparación del testigo que lo hizo en 19 días. Por otro lado, el tratamiento que estimuló mayor crecimiento radicular a los 90 días después de la germinación fue el tratamiento de agua de coco a 100 ml alcanzando 22.6 cm de longitud radicular.

Campos et al. (2014), analizaron el efecto del agua de coco (dosis de 30, 50 y 70 %) y el efecto del ácido giberélico a una dosis de 100, 200 y 300 ppm en semillas de quina (*Cinchona pubescens*) con un tiempo de remojo de 24 horas, obteniéndose como mejor

resultado el tratamiento de agua de coco a una dosis de 50%, alcanzando 71.34% de germinación en las semillas y de ácido giberélico con 32% de germinación a una concentración de 100 ppm.

Conde (2019), aplicó diversos tratamientos para mejorar la germinación de semillas de palto a través de cortes apicales, basales y laterales a la semilla, más dosis de microorganismos eficientes (0, 2 y 4 L/20L agua) con/sin estratificación al frío. Obtuvo como mejor tratamiento inductor a la germinación de la semilla el tratamiento T34 (corte apical + basal + lateral, 4 EM y sin estratificación en frío) el cual aceleró mejor la velocidad de germinación en 11.75 días a comparación de su testigo.

Dago et al. (2021) determinaron el efecto de microorganismos eficientes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de *Vigna sesquipedalis* (frijol castilla). Se estableció un experimento para determinar la velocidad de germinación en el cual se empleó una concentración del 2 %, de los bioestimulantes: aloe vera, Bayfolan®, FitoMas-E®, *Leucaena leucocephala* y microorganismos eficientes. Para evaluar el efecto de productos bioestimulantes. sobre el crecimiento, se sembraron en macetas las semillas embebidas en un tiempo de inmersión de dos horas. Los resultados evidenciaron que el mejor tratamiento en la germinación fue la solución con microorganismos eficientes obteniéndose un 98% de germinación muy posiblemente debido a la generación de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes.

Carrillo et al. (2020), evaluaron las diluciones más efectivas de microorganismos eficientes que promovían mayor porcentaje de germinación en semillas de tomate. Las dosis utilizadas fueron 5, 10 y 15 mL/L del EM, la imbibición de las semillas de tomate fue en un tiempo de 15 minutos. En los resultados no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos existiendo una similitud donde todas estimulaban con gran éxito un mayor porcentaje de germinación, de altura de la plántula, longitud radical, número de hojas, el diámetro del tallo, la masa foliar y radical. No obstante, aun cuando las tres diluciones alcanzaron los mayores valores para producir plantas en menor tiempo y con la calidad necesaria; la imbibición en 5 y 10 mL L⁻¹ constituyó una alternativa que representa un ahorro en la cantidad del bioproducto a utilizar.

CAPITULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes del laboratorio de Viticultura y Enología de la Escuela Profesional de Agronomía, ubicado en la ciudad universitaria (UNSCH) en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho.

Coordenadas geográficas (18L)

Latitud : 13° 08' 38" S
Longitud : 74° 13' 17" W
Altitud : 2792 msnm.

2.2. UBICACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL RECOLECTADO

Los frutos de durazno (*Prunus persica* L) variedad Blanquillo utilizados en este estudio fueron recolectados de la comunidad de Antarumi, distrito de Iguaín, provincia de Huanta, de la región de Ayacucho.

Coordenadas geográficas (18L)

Latitud : 12° 59' 36.9" S
Longitud : 74° 13' 9.8" W
Altitud : 2966 msnm.

2.3. TEMPERATURA DIARIA DEL MEDIO REFRIGERADO Y DEL MEDIO AMBIENTE

Los datos de temperatura del medio no refrigerado fueron registrados diariamente en horas de la mañana con la ayuda de un termómetro ambiental. Los datos de temperatura del medio refrigerado fueron registrados por la cámara fría, los datos se muestran en la figura 2.1.

Figura 2.1

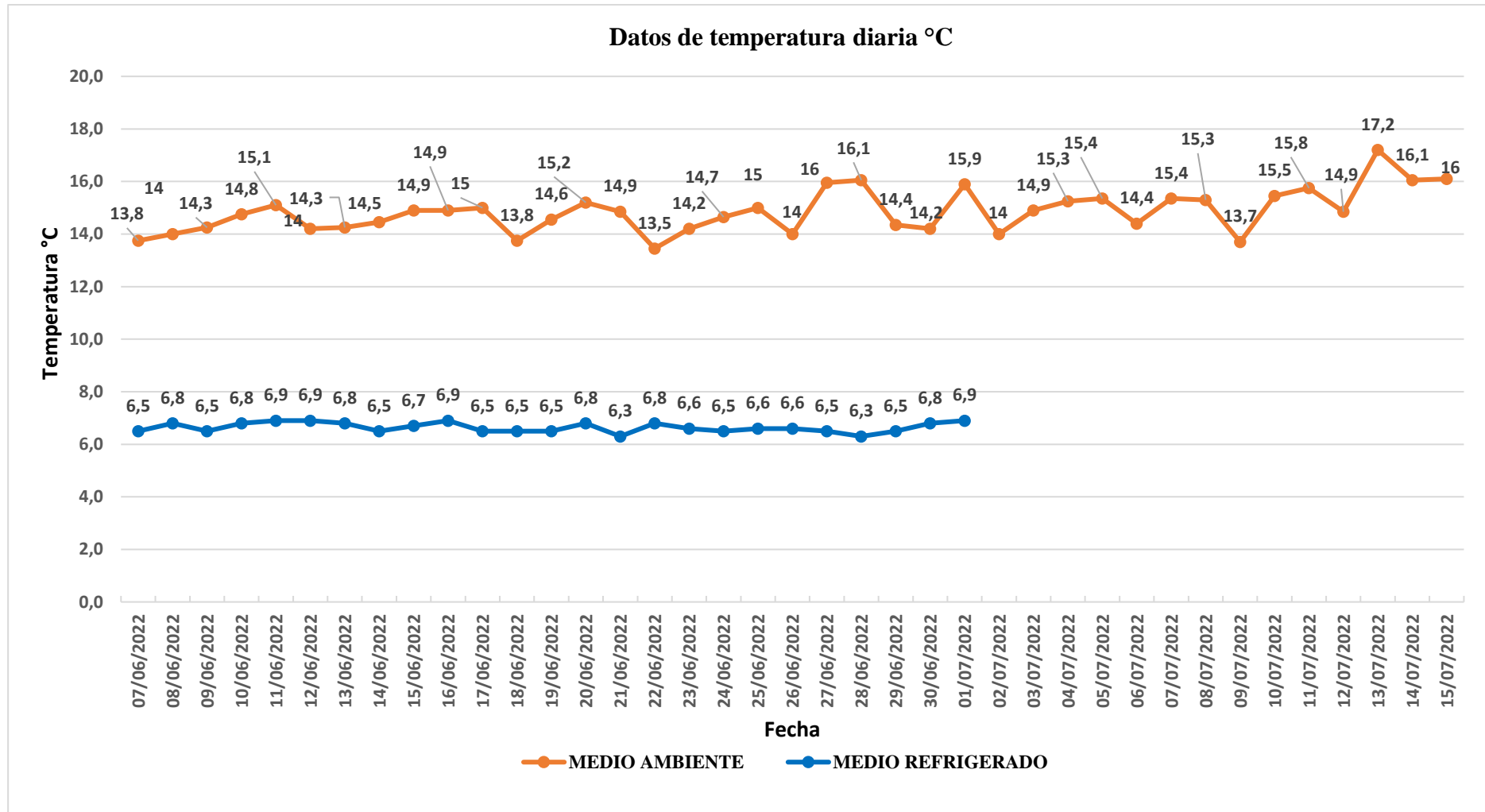
Datos de temperatura diaria en el laboratorio y en el medio refrigerado, laboratorio de Viticultura y Enología, Escuela Profesional de Agronomía, Ayacucho

Distrito	: Ayacucho	Altitud	: 2792 m.s.n.m.
Provincia	: Huamanga	Latitud	: 13° 08' 38" S
Departamento	: Ayacucho	Longitud	: 74° 13' 17" W

AÑO		2022																		
MEDIO		MEDIO AMBIENTE																		
MES		JUNIO																		
FECHA	07-Jun	08-Jun	09-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun
T° Máxima (°C)	14.5	15.0	15.3	16.1	16.8	14.8	14.8	15.6	16.8	16.8	17.0	14.2	15.3	16.8	16.3	13.9	14.8	15.6	15.8	15.0
T° Mínima (°C)	13.0	13.0	13.2	13.4	13.4	13.6	13.7	13.3	13.0	13.0	13.0	13.3	13.8	13.6	13.4	13.0	13.6	13.7	14.2	13.0
T° Media (°C)	13.8	14.0	14.3	14.8	15.1	14.2	14.3	14.5	14.9	14.9	15.0	13.8	14.6	15.2	14.9	13.5	14.2	14.7	15.0	14.0
MES		JUNIO									JULIO									
FECHA	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun	01-Jul	02-Jul	03-Jul	04-Jul	05-Jul	06-Jul	07-Jul	08-Jul	09-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	
T° Máxima (°C)	18.2	18.3	15.1	14.8	17.8	14.9	16.2	17.0	17.0	15.2	16.9	17.2	17.2	16.9	17.6	16.7	20.6	18.7	18.3	
T° Mínima (°C)	13.7	13.8	13.6	13.6	14.0	13.1	13.6	13.5	13.7	13.6	13.8	13.4	10.2	14.0	13.9	13.0	13.8	13.4	13.9	
T° Media (°C)	16.0	16.1	14.4	14.2	15.9	14.0	14.9	15.3	15.4	14.4	15.4	15.3	13.7	15.5	15.8	14.9	17.2	16.1	16.1	
Promedio de T° Máxima (°C)	16.3																			
Promedio de T° Mínima (°C)	13.4																			
Promedio de T° Media (°C)	14.9																			
MEDIO		MEDIO REFRIGERADO																		
MES		JUNIO																		
FECHA	07-Jun	08-Jun	09-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun
T° (°C)	6.5	6.8	6.5	6.8	6.9	6.9	6.8	6.5	6.7	6.9	6.5	6.5	6.5	6.8	6.3	6.8	6.6	6.5	6.6	6.6
FECHA	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun	01-Jul															
T° (°C)	6.5	6.3	6.5	6.8	6.9															
T° Promedio (°C)	6.6																			

Figura 2.2

Gráfico de temperatura diaria en el laboratorio y en el medio refrigerado



2.4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

2.4.1. Materiales

- Recipientes de plástico de (10 x 7.5 x 5 cm)
- Probetas de 100 ml
- Pipetas de 2 y 5 ml
- Pizetas
- Termómetro ambiental
- Atomizador
- Varilla
- Vernier
- Papel milimetrado

2.4.2. Insumos

- Semillas de durazno variedad Blanquillo
- Sustrato de fibra de coco fino
- Fungicida Vitavax
- Agua destilada
- Ácido giberélico (New world Gib)
- Microorganismos eficientes EM-1
- Agua de coco
- Lejía
- Melaza

2.4.3. Equipos

- Cámara de frío
- Balanza analítica
- GPS

2.5. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

Se muestra a continuación los siguientes problemas específicos encontrados y planteados para este estudio:

1. ¿Cuál será el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en el porcentaje de germinación de semillas de durazno variedad Blanquillo bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente?
2. ¿Cuál será el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes en la velocidad de germinación de semillas de durazno variedad Blanquillo bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente?
3. ¿Cómo será el efecto del agua de coco y microorganismos eficientes sobre la longitud de la radícula de semillas de durazno variedad Blanquillo a 8 días después de iniciada la germinación, bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente?

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de tipo experimental, instalado en condiciones de laboratorio, bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR), con 14 tratamientos o combinaciones de interés, 3 repeticiones, 42 unidades experimentales empleando en cada una de ellas 10 semillas de durazno (*Prunus persica* L.) variedad Blanquillo. Se desarrolló el análisis de variancia (ANVA) y la prueba de contraste Duncan con un nivel de confianza del 95%. Los resultados obtenidos fueron procesados usando el programa InfoStat 2020.

El modelo estadístico es el siguiente:

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

Donde:

Y_{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.

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

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

ε_{ijk} = es el error experimental.

Figura 2.3

Esquematización de la aleatorización de los 14 tratamientos en el diseño experimental DCR

Medio refrigerado

	1	2	3	4	5	6	7
Repetición I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Repetición II	T3	T4	T6	T7	T2	T1	T5
Repetición III	T5	T7	T1	T6	T3	T4	T2

Medio ambiente

	1	2	3	4	5	6	7
Repetición I	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Repetición II	T10	T11	T13	T14	T9	T8	T12
Repetición III	T12	T14	T8	T13	T10	T11	T9

2.6.1. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos aplicados en el estudio se detallan a continuación en la tabla 2.1.

Tabla 2.1*Descripción de los tratamientos de estudio*

Tratamiento	Descripción	Ambiente	Dosis	Tiempo de remojo	Número de semillas
T1	Ácido giberélico	Medio refrigerado	100 ppm	24 horas	10
T2	Agua de coco	Medio refrigerado	50 ml	24 horas	10
T3	Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	50 ml	24 horas	10
T4	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	15ml + 35ml	24 horas	10
T5	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	25ml + 25ml	24 horas	10
T6	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	35ml + 15ml	24 horas	10
T7	testigo	Medio refrigerado	-	-	10
T8	Ácido giberélico	Medio no refrigerado	100 ppm	24 horas	10
T9	Agua de coco	Medio no refrigerado	50 ml	24 horas	10
T10	Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	50 ml	24 horas	10
T11	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	15ml + 35ml	24 horas	10
T12	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	25ml + 25ml	24 horas	10
T13	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	35ml + 15ml	24 horas	10
T14	testigo	Medio no refrigerado	-	-	10

2.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental está conformada por 10 semillas de durazno variedad Blanquillo almacenadas de forma equidistante en un recipiente de plástico con medidas de 10 x 7.5 x 5 cm. Para esta investigación se utilizaron 42 unidades experimentales.

2.8. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

2.8.1. Preparación de las semillas

a. Selección de frutos

Los frutos recolectados de durazno (*Prunus persica* L.) fueron obtenidos de una parcela de 2500 m² con 200 plantas de durazno de la variedad Blanquillo, ubicado en la comunidad de Antarumi, distrito de Iguaín, de la provincia de Huanta, región Ayacucho; las frutas se seleccionaron teniendo en consideración su estado de madurez (madurez fisiológica), conservación (libre de magulladuras), buena sanidad (sin presencia de enfermedades y plagas), procurando seleccionar la mayor parte de los frutos físicamente homogéneos.

b. Despulpado

Se procedió a separar toda la pulpa para de esta manera dejar libre al carozo que contiene a la almendra del durazno; se utilizó un cuchillo para poder retirar de forma completa el mesocarpio.

c. Lavado y secado del carozo

Los carozos extraídos se lavaron con abundante agua con la finalidad de retirar los pequeños restos de pulpa que aún se mantuvieron adheridos en su superficie, posteriormente se trasladó los carozos libres de pulpa a un espacio sombreado y ventilado por alrededor de 3 días para completar el secado.

d. Escarificación

Se realizó la escarificación mecánica, que implica el quebramiento del carozo utilizando un martillo para realizar un golpe de forma leve en el extremo distal de la semilla a fin de extraer las almendras que se encuentran al interior, para evitar ocasionar daños o magulladuras.

e. Desinfección de la almendra

Las almendras de durazno fueron tratadas con vitavax (fungicida agrícola) aplicados en polvo hasta cubrir suficientemente su superficie, estas permanecieron por un periodo de 48 horas para asegurar el efecto del fungicida sobre la presencia de microorganismos patogénicos. Cabe mencionar que no se realizó la aplicación de este fungicida a semillas que fueron tratados con microorganismos eficientes.

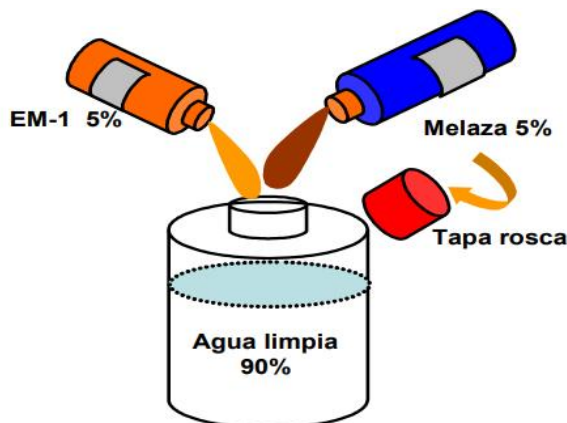
2.8.2. Activación de los microorganismos eficientes

Para la activación de los microorganismos eficientes se siguieron las indicaciones figuradas en la ficha técnica del producto EM-1, usándose una proporción y mezcla como se detalla a continuación:

Preparación: se utilizó y mezcló un 1l de microorganismos eficientes (solución madre concentrado) + 1l de melaza + 18 l de agua libre de cloro, almacenado por 7 días en un recipiente hermético para evitar la entrada de aire y así favorecer a una correcta activación a través de la fermentación; se eliminó el gas generado en el recipiente cada cierto tiempo para evitar accidentes, finalizado los 7 días el producto presentaba un olor agrídulce con un pH de 3.5 (menor de 3.8 rango máximo) el cual nos ratificaba el éxito de la activación.

Figura 2.4

Figura representativa de la preparación y activación de los microorganismos eficientes



Nota. Se muestra una figura representativa de la activación de los microorganismos eficientes en base a la solución madre. Adaptado de "Guía de la tecnología de los EM" Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica s.f.

(<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>).

2.8.3. Preparación del sustrato

El sustrato utilizado para este estudio fue la fibra de coco fino por las características de mínima compactación y la alta retención de humedad que posee; el sustrato de fibra de coco en su presentación en bloque fue desmenuzado con agua hirviendo, para posteriormente realizarse la solarización cubriéndolo con plástico negro por dos días bajo el sol, terminado el período, se realizó la desinfección con lejía al 2% para hacer más efectiva la esterilidad del sustrato, dejándose por dos días más bajo sombra para que complete el secado.

El sustrato estéril se colocó en cada uno de los recipientes utilizados en la investigación, en la cantidad de 55 gr, para después ser humedecido con el agua destilada más el fungicida, con la única finalidad de mantenerlo desinfectado hasta el momento de la siembra a excepción de los tratamientos con microorganismos eficientes.

2.8.4. Preparación y aplicación de los estimulantes germinativos

a. Tratamiento de semillas de durazno con ácido giberélico

Se preparó una solución de 100 ppm de ácido giberélico New wordl gib usando como solvente el agua destilada, para después sumergir las almendras de durazno por 24 horas en dicha solución, transcurrido el tiempo programado se procedió a escurrir las semillas de la solución y luego ser almacenadas.

b. Tratamiento de semillas de durazno con agua de coco

Se obtuvo dos cocos tiernos y verdes que fueron desinfectados adecuadamente en su superficie, luego se retiró el agua o endospermo líquido de su interior, con la ayuda de una probeta se tomó la cantidad de 50 ml y se colocó en un recipiente, se sumergieron las almendras de durazno en dicha solución por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo programado se procedió a escurrir y ser almacenadas.

c. Tratamiento de semillas de durazno con microorganismos eficientes

Luego de realizar la activación de los microorganismos eficientes derivados del producto base EM-1, con la ayuda de una probeta se tomó la cantidad de 50 ml, para luego sumergir en la solución las almendras de durazno por un espacio de 24 horas, asegurándose de esta manera la adecuada imbibición, transcurrido el tiempo programado se procedió a escurrirlas y ser almacenadas.

d. Tratamiento combinado de agua de coco más microorganismos eficientes

Se prepararon soluciones mixtas siguiendo las dosis planteadas para cada tratamiento, se utilizó 15 ml de agua de coco + 35 ml microorganismos eficientes activados; 25 ml agua de coco + 25 ml microorganismos eficientes activados y 35 ml agua de coco + 15 ml microorganismos eficientes activados. En cada solución se sumergieron las almendras de durazno para ser remojadas por periodo de 24 horas igual que el resto de los tratamientos, para luego escurrirlas y ser almacenadas.

2.9. LABORES AGRONÓMICAS

2.9.1. Almacigado

Se realizó el almacigado de 10 almendras de durazno en cada uno de los recipientes de plásticos, colocadas equidistante una de la otra de acuerdo al planteamiento de los tratamientos.

Cada recipiente representó una unidad experimental con 10 almendras de durazno cada una; se instalaron 21 unidades experimentales en un medio no refrigerado (cámara de germinación en el mismo laboratorio a una temperatura promedio de 14.9 °C) y otras 21 unidades experimentales en el medio refrigerado previamente acondicionado a 6.6 °C.

2.9.2. Riego

En el experimento, las frecuencias de riegos aplicadas fueron diferentes en los dos tipos de medios que se manejaron. En el medio refrigerado, la frecuencia de riego fue una vez por semana a fin de evitar el exceso de humedad y la pudrición de las almendras, debido a que en la cámara fría se conservaba mejor la humedad al parecer por ser un espacio cerrado; las frecuencias de riegos aplicadas en los tratamientos puestos en un medio no refrigerado fueron con intervalos de cada tres días, esto gracias a la gran porosidad y soltura de la fibra de coco que permitía conservar mejor la humedad.

2.9.3. Control preventivo fitosanitario

Para de reducir el daño o presencia de patógenos en el almácigo durante el proceso de germinación y las evaluaciones del experimento, se procedió a mezclar 2.5 gr de vitavax en 1l de agua de riego, para ser aplicados con la ayuda de un atomizador a las unidades experimentales y/o tratamientos sin microorganismos eficientes para evitar la muerte de estos, debido al alcance del fungicida utilizado.

2.10. VARIABLES DE EVALUACIÓN

2.10.1. Porcentaje de germinación (%)

Este parámetro se registró de forma visual y se contabilizó el número de semillas germinadas en cada unidad experimental, registrándose las semillas germinadas en porcentaje de germinación con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ total semillas}} \times 100$$

Las evaluaciones de los tratamientos empezaron después de 5 días de haberse realizado la siembra, registrándose como semillas germinadas aquellas que presentaban el tegumento roto en la parte distal de la semilla gracias a la presión causada por el crecimiento de la radícula, registrándose de forma paralela la fecha de germinación de cada semilla. Una vez terminada la evaluación las semillas eran devueltas a su sustrato para que completen su crecimiento y otras eran devueltas para que completen su germinación. Las evaluaciones posteriores se realizaron cada 4 días hasta finalizar los 30 días del experimento.

2.10.2. Velocidad de germinación

Se evaluó el tiempo (días) que tomaron los diferentes tratamientos para influir y generar el mayor número de semillas germinadas dentro de un período de 30 días. Para la evaluación de esta variable se registró el número de semillas que germinaban cada cuatro días después de haber sido almacenadas.

2.10.3. Longitud de la radícula (cm)

La medición de la longitud de la radícula en cada tratamiento se realizó a los 8 días después de ocurrido la germinación, la toma de medida radicular se realizó con la ayuda de un vernier y un papel milimetrado procurando la mayor precisión posible, cabe señalar que la longitud radicular se expresó en centímetros (cm).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS

Los resultados del porcentaje de germinación de semillas evaluadas a los 30 días se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) que se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1

Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo a los 30 días

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	P-valor
Modelo	15	8350	556,67	7,02	<0,0001 **
Repetición	2	4,76	2,38	0,03	0,9705 NS
Medio	1	2002,38	2002,38	25,25	<0,0001 **
Tratamiento	6	4228,38	704,76	8,89	<0,0001 **
Medio* Tratamiento	6	2114,29	352,38	4,44	0,0032 **
Error	26	2061,9	79,30		
Total	41	10411,9			

CV: 12,26%

El análisis de varianza en la tabla 3.1. muestra que existe una alta significación estadística entre el medio refrigerado y el medio no refrigerado lo que nos indica que, sí existe influencia de los medios (temperatura) en la germinación de las semillas; por otro lado, se refleja de la misma manera una alta significación estadística entre tratamientos y entre medios por tratamientos, por lo que se realizó la prueba de contraste de Duncan. El coeficiente de variación es 12.26 % lo cual se encuentra dentro de los límites de precisión para este tipo de experimentos.

Tabla 3.2

Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de las semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo para cada medio

Medio	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
Medio refrigerado	21	79,52	a
Medio no refrigerado	21	65,71	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De acuerdo a la prueba de Duncan realizada, se muestra el efecto del tipo de ambiente sobre el porcentaje de germinación. El medio refrigerado es el ambiente más favorable para la germinación de semillas de durazno variedad Blanquillo, alcanzando un valor de 79.52% de semillas germinadas frente a un 65.71% de semillas que logran germinar en un medio no refrigerado.

Estos resultados superan a los obtenidos en la investigación hecha por Canchari (2018), quien alcanzó en su investigación un 61% de germinación dentro de un medio refrigerado y un 49% de germinación dentro de un medio no refrigerado. El efecto del frío para este estudio tiene claramente un resultado positivo sobre la germinación de semillas latentes, cumpliendo así lo sostenido por Quino (2017), quien menciona que las semillas puestas en condiciones de refrigeramiento reducen sus niveles de ABA por la acción del frío, favoreciendo a romper la latencia.

La presencia de hormonas inhibitoras en la testa de semillas de durazno es una causa principal del letargo. El frío o el sometimiento a un medio refrigerado causa un marcado descenso de la concentración de ácido abscísico presente en la testa, activando de esta forma la síntesis de giberelina; dicha síntesis, no tiene lugar a menos que la semilla haya sido sometida al frío, así mismo se provoca diversos cambios químicos durante el enfriamiento, donde se da una degradación masiva de grasas en el propio embrión debido a la transferencia de los compuestos de carbono, nitrógeno y acumulación de azúcares que son utilizadas como fuente de energía para facilitar la germinación (Salisbury, 1992).

Tabla 3.3

*Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (*Prunus persica* L.) variedad Blanquillo para cada tratamiento*

Tratamiento	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
Micro. Eficientes	6	88,33	a
Ácido Giberélico	6	85,00	a
AC + ME (25:25)	6	71,67	b
AC + ME (35:15)	6	70,00	b
AC + ME (15:35)	6	70,00	b
Agua de Coco	6	66,67	b c
Testigo	6	56,67	c

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De la tabla 3.3 los resultados de la prueba Duncan reflejan que, el mejor efecto en el porcentaje de germinación corresponde al tratamiento de microorganismos eficientes aplicados a la semilla, alcanzando un 88.3% de germinación; no obstante, dicho tratamiento no tiene diferencia significativa con el tratamiento de ácido giberélico el cual promueve un valor de 85% de germinación, llegando así a ser el segundo mejor tratamiento aplicado.

Como mencionan muchos estudios con ácido giberélico aplicados a diferentes semillas forestales y frutales, la función que cumplirían las giberelinas es el de un papel promotor en la germinación actuando directamente en el ARN_m (Rojas, 2014).

No se encontraron otros estudios de aplicaciones de microorganismos eficientes en semillas de durazno; Dago et al. (2021) encontró que la inmersión de semillas de *Vigna sesquipedalis* (frijol castilla) en una solución de microorganismos eficientes al 2% generaba un alto porcentaje de germinación cerca del 98%, afirmando así que los microorganismos eficientes buscan promover la germinación gracias a la generación de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes como lo sostiene el Programa de Apoyo Profesional (APROLAB, 2007).

Por otro lado, cabe señalar que los tratamientos con combinaciones mixtas de agua de coco más microorganismos eficientes a diferentes dosis, resultaron no tener diferencias significativas entre ellas, promoviendo un porcentaje de germinación parecido entre los 71 al 70%.

El tratamiento de agua de coco y los testigos no poseen diferencias significativas entre sí, entendiéndose por esto, que el agua de coco no llegaría a tener la estimulación necesaria para alcanzar altos porcentajes de germinación en las semillas a comparación de los demás tratamientos utilizados, logrando solo un 66.67% de germinación, a pesar de contener hormonas como las citoquininas y giberelinas en el endospermo líquido de coco, estas no lograrían romper eficientemente la latencia de las semillas de durazno.

Tabla 3.4

*Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (*P. persica*) para cada medio por tratamiento*

Tratamiento	Medio	Descripción	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
T1	Refrigerado	Ácido Giberélico	3	96,67	a
T10	Ambiente	Micro. Eficientes	3	96,67	a
T3	Refrigerado	Micro. Eficientes	3	80,00	b
T5	Refrigerado	AC + ME (25:25)	3	80,00	b
T4	Refrigerado	AC + ME (15:35)	3	76,67	b c
T6	Refrigerado	AC + ME (35:15)	3	76,67	b c
T2	Refrigerado	Agua de Coco	3	73,33	b c
T8	Ambiente	Ácido Giberélico	3	73,33	b c
T7	Refrigerado	Testigo	3	73,33	b c
T11	Ambiente	AC + ME (15:35)	3	63,33	b c
T12	Ambiente	AC + ME (25:25)	3	63,33	b c
T13	Ambiente	AC + ME (35:15)	3	63,33	b c
T9	Ambiente	Agua de Coco	3	60,00	c
T14	Ambiente	Testigo	3	40,00	d

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De los resultados de la tabla 3.4 se concluye que, los porcentajes de germinación para todos los tratamientos incluidos los testigos superan el 40% en germinación, dichos resultados son superiores a lo obtenido por Quino (2017), quien solo al aplicar

tratamientos pre germinativos de escarificación a semillas de durazno variedad Criolla obtuvo una media germinativa del 30%.

Las mejores interacciones de medios por tratamientos más eficaces en la promoción de la germinación fueron los tratamientos T1 (ácido giberélico, en un medio refrigerado) y el T10 (microorganismos eficientes, en un medio no refrigerado) que bajo la prueba de Duncan no presentaron diferencias significativas entre ambas, alcanzando un valor superior frente al resto de tratamientos con 96.67% de germinación, por lo que podemos asegurar que los dos tratamientos brindaron un mejor estímulo a la semilla mostrando una diferencia notoria con sus testigos, denotando la superioridad del tratamiento T10 hasta en un 56.67 % superior con respecto al testigo no refrigerado y el tratamiento T1 con un 23.34% superior con respecto al testigo refrigerado.

Los resultados del T1 en esta investigación superan a lo obtenido por Canchari (2018), quien bajo una dosis de 120 ppm de AG-3 en cámara fría obtuvo 60% de germinación, por lo que se entiende que 100 ppm de AG-3 aplicados en este estudio resultarían ser más beneficiosos a nuestros objetivos. La efectividad del tratamiento T1, posiblemente cumpla con lo planteado por Bonamy & Dennis (1977, como se citó en Pawatsut et al., 2010), que las condiciones refrigerantes inhiben el ácido abscísico (ABA) presente en la semilla a bajos niveles para inducir del mismo modo el aumento de síntesis de AG-3 en los embriones; por otro lado, Kanjana et al. (2016), refieren que la aplicación de AG-3 artificial a las semillas re potencializa la síntesis natural, participando en la promoción de la germinación, transmutando las sustancias de reservas a sustancias simples para ser aprovechadas por el embrión, actuando primariamente en el epicótilo y reiniciando así con el crecimiento.

El T10, demostró su potencial biológico gracias a las enzimas y fitohormonas (citoquininas, AIA y giberelinas) que producen y que se involucran en los procesos germinativos (Shoebitz, 2009). Se encontraron otros estudios como el de Calero et al. (2019), que utilizó semillas de tomate puestas en soluciones ME que incrementaban el porcentaje germinativo en un 10% superior respecto al resto de tratamientos y a su testigo.

Por otra parte, el tratamiento T3 (microorganismos eficientes, en un medio refrigerado) y el tratamiento T5 (AC+ ME 25:25, en un medio refrigerado) lograron un

promedio de 80% de geminación, la cual sigue siendo superior a los tratamientos restantes, la eficiencia de los ME en un medio refrigerado se ve ligeramente disminuida por la influencia del frío, como lo mencionan Tanya & Leiva (2019), el frío disminuye la multiplicación y acción de los microorganismos, ya que no todos toleran los mismos factores, reduciendo de esta manera el potencial del tratamiento.

Todos los tratamientos con combinaciones mixtas acondicionadas en un medio frío fueron en su totalidad superiores a los demás tratamientos mixtos puestos en condiciones no refrigeradas, corroborando una vez más que el frío juega un papel clave en la germinación (Kanjana et al., 2016; García et al., 2001).

3.2 VELOCIDAD DE GERMINACIÓN

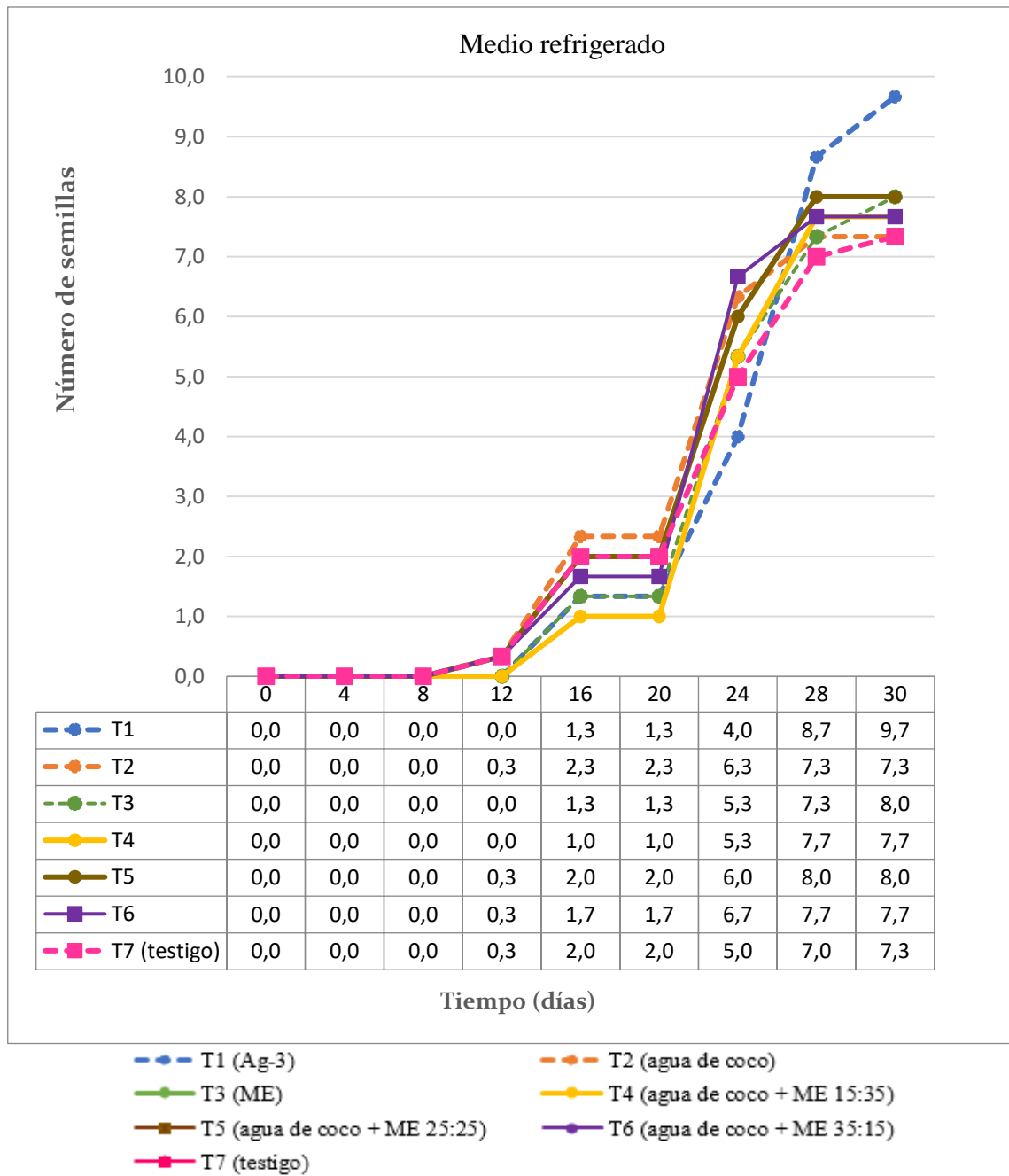
Es necesario saber que, para calcular la velocidad de germinación en este estudio se evaluó el tiempo (días) que tomaron los diferentes tratamientos en iniciar la germinación e influir en el mayor número de semillas germinadas dentro de un período de 30 días, comparando la acción e influencia del medio y el estimulante sobre los días a la germinación.

3.2.1. Velocidad de germinación en medio refrigerado

A continuación, se muestra en la figura 3.1 el comportamiento de la velocidad de germinación en condiciones de medio refrigerado.

Figura 3.1

*Resultados de la velocidad de germinación en semillas de durazno (*Prunus persica*) variedad Blanquillo bajo condiciones de medio refrigerado*



Como se observa en la figura 3.1 todos los tratamientos en condiciones de medio refrigerado iniciaron su germinación a partir de los 16 días después de la siembra (DDS), la tendencia de velocidad denota un comportamiento similar para todos los tratamientos.

Los comportamientos de las curvas de velocidades de los tratamientos aplicados contrastarían con lo encontrado por Canchari (2018), quien consigue curvas de

velocidades diferentes en cada uno de sus tratamientos al aplicar estimulantes como tiourea, ácido giberélico y nitrato de potasio acondicionados en cámara fría.

Los tratamientos que obtuvieron mayor velocidad de germinación, alcanzando el 50% de sus semillas germinadas a los 24 días después de la siembra, fueron los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 y el testigo logrando entre 5.0 a 6.7 semillas germinadas; sin embargo, el tratamiento que mayor número de semillas germinadas alcanzó al finalizar el periodo fue el tratamiento T1 (ácido giberélico), quien sobresale con 9.7 semillas, obteniendo el mayor promedio frente a los demás tratamientos acondicionados.

Con referencia a los tratamientos aplicados por Canchari (2018) con ácido giberélico en semillas de durazno, obtuvo mayor efectividad con el tratamiento de ácido giberélico a una dosis de 30 ppm bajo una hora de remojo, logrando cerca del 50% de sus semillas germinadas (5.7) a los 30 DDS, por lo que se puede afirmar que con una dosis 100 ppm de AG-3 y 24 horas de remojo aplicado en este estudio, se lograría mayor número de semillas germinadas en el mismo periodo.

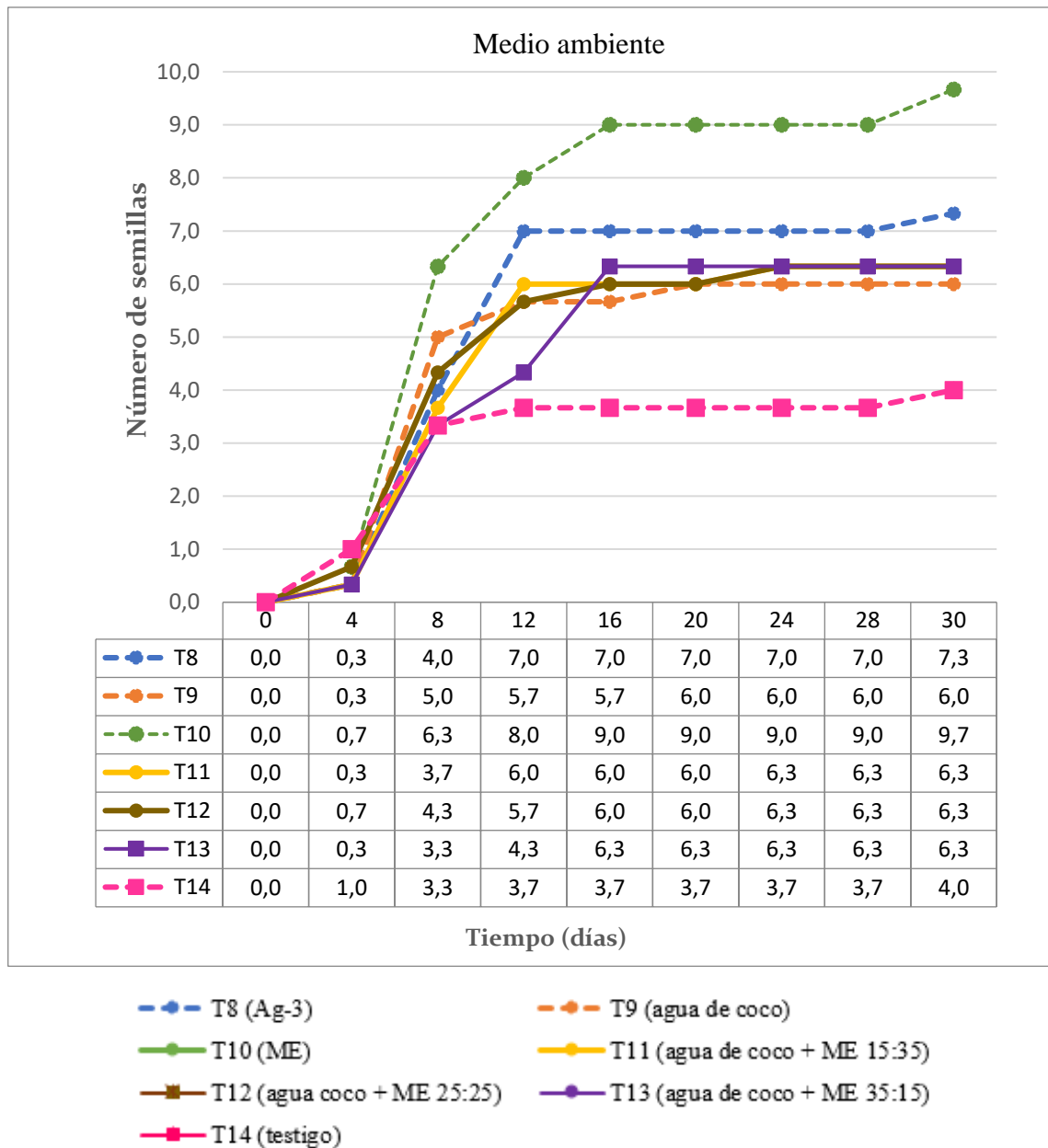
El análisis comparativo entre el tratamiento T1 y su testigo, denota una efectividad superior al 24.74%, siendo así, que el testigo al igual que el tratamiento T2 (agua de coco) logra el mismo número de semillas germinadas al finalizar los 30 días de evaluación, por lo que se puede inferir que el estímulo del agua de coco en la velocidad de germinación de durazno variedad Blanquillo sería escasa e insuficiente.

3.2.2. Velocidad de germinación en medio ambiente

A continuación, se muestra en la figura 3.2 la tendencia de la velocidad germinativa acondicionado a un medio ambiente.

Figura 3.2

Resultados de velocidad germinación en semillas de durazno (Prunus persica) variedad Banquillo bajo condiciones de medio ambiente



La Figura 3.2 muestra el comportamiento y la tendencia de velocidades de germinación de los diferentes tratamientos puestos en condiciones de medio no refrigerado, el testigo y los tratamientos mostraron signos de germinación entre los 4 a 8 días después de la siembra.

El tratamiento T10 (microorganismos eficientes) muestra mayor velocidad germinativa frente al resto de los tratamientos aplicados, obteniendo 9.0 semillas

germinadas (cerca del 90% de su germinación) a los 16 DDS, con esto se ratifica una vez más el comportamiento promotor de los microorganismos eficientes en la velocidad de germinación de las semillas, así como lo refiere Chávez (2012), los microorganismos eficientes a través de la síntesis de fitohormonas promueven y aceleran la germinación.

El segundo mejor tratamiento encontrado fue el tratamiento T8, con 7.0 semillas germinadas a los 16 DDS. Caiza (2015), señala que el ácido giberélico induce la síntesis de α -amilasa y proteasa, que vienen hacer enzimas que desintegran el almidón en azúcares, la cual se emplea para producir proteínas que reactivarán el crecimiento embrionario y con esto la germinación. De esta manera el ácido giberélico suple el requerimiento de horas frío, contrarrestando e inhibiendo los efectos del ácido abscísico (Morlejón y Portilla, 2004).

Así mismo, Salisbury (1992), indica que someter a las semillas a tratamientos con frío, ayuda a desencadenar ciertos procesos que favorecen al crecimiento del embrión a causa de la transferencia de compuestos de carbono y nitrógeno desde las células de almacenamiento de nutrientes. Durante los tratamientos con frío existe una gran degradación masiva de grasa en el propio embrión, lo que ocasiona el aumento de contenido de proteína. Durante la etapa de pre enfriamiento, desaparecen las hormonas inhibitoras y se acumulan las hormonas promotoras del crecimiento. El ácido giberélico aplicado en condiciones de medio no refrigerado para esta investigación, al parecer cumpliría y reemplazaría el papel del frío, desencadenando todo el proceso fisiológico de la germinación de manera más rápida y efectiva.

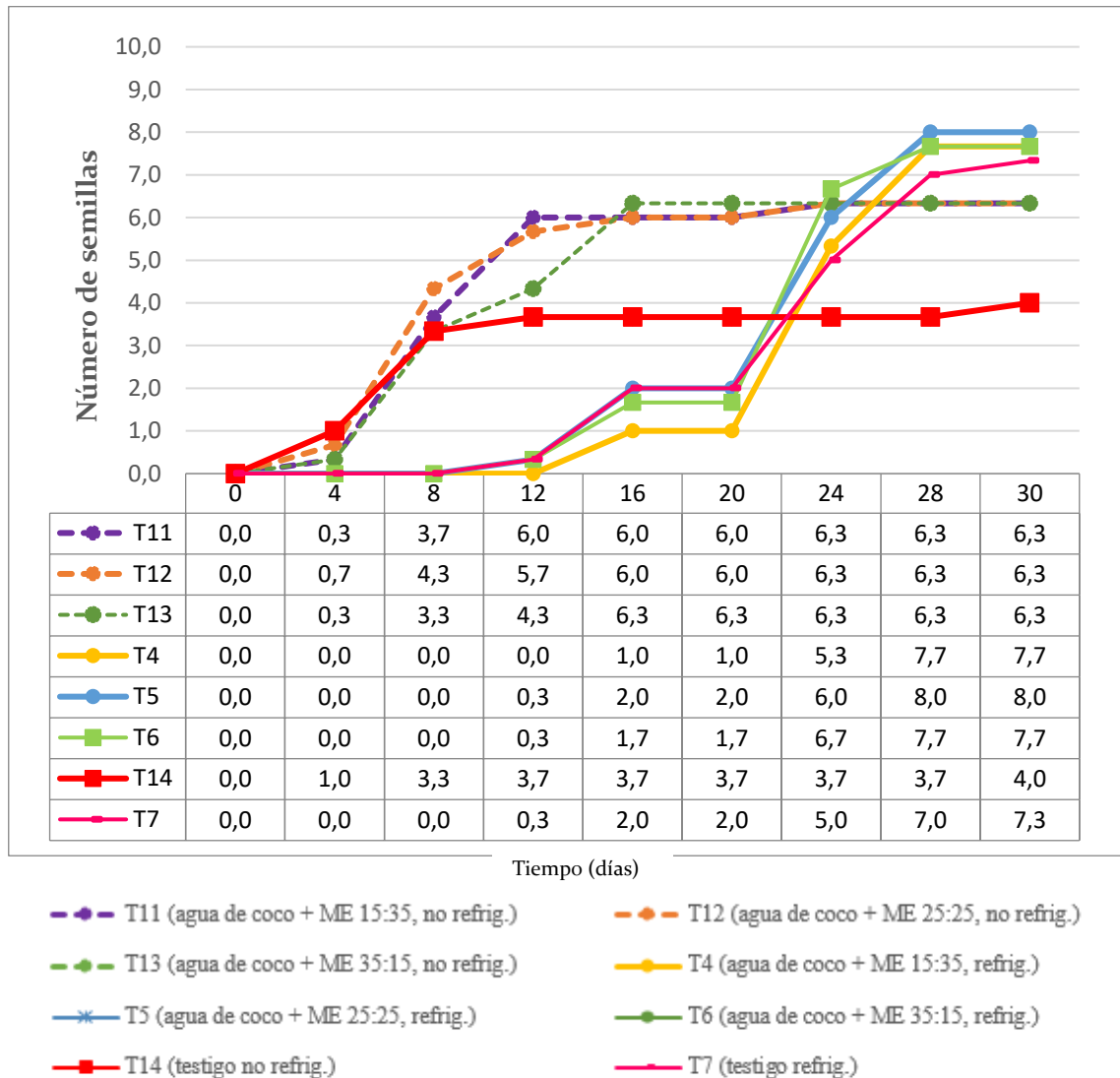
El tratamiento T9 (agua de coco) y el resto de los tratamientos T11 (agua de coco + ME 15:35), T12 (agua de coco + ME 25:25) y T13 (agua de coco + ME 35:15) mostraron una similar curva de velocidad en la germinación de sus semillas, consiguiendo entre 5.7 a 6.3 semillas germinadas a los 16 DDS, por lo que se entiende que, las combinaciones de las dosis utilizadas en este tipo de medio no tendrían variación en la efectividad de la velocidad germinativa.

Todos los tratamientos aplicados superaron en velocidad al testigo, quien solo obtuvo 3.7 semillas germinadas a los 16 DDS y 4 semillas a los 30 DDS, mostrando una curva de velocidad casi constante hasta finalizar el periodo.

3.2.3. Velocidad de germinación de los tratamientos mixtos en medio refrigerado y medio ambiente

Figura 3.3

Resultados comparativos de la velocidad de germinación de tratamientos mixtos en semillas de durazno bajo condiciones de medio refrigerado y medio ambiente



En la figura 3.3 se observa que, los tratamientos en un medio no refrigerado T11, T12 y T13 lograron 6 semillas germinadas entre los 12 y 16 días después de la siembra respectivamente, con curvas de velocidades casi homogéneas entre ellas, las cuales superan notoriamente a los tratamientos acondicionados en un medio refrigerado (T4, T5 y T6) hasta los 24 DDS, pasado ese tiempo, a los 28 DDS los tratamientos T4, T5 y T6 incrementaron sus curvas de velocidades alcanzando entre 8.0 a 7.7 semillas germinadas,

considerándose así los tratamientos que mayor número de semillas alcanzaron al finalizar el periodo.

El comportamiento de los tratamientos mixtos dentro de un medio no refrigerado en la velocidad de germinación, posiblemente se deba a que el agua de coco es considerada un medio de cultivo nutritivo para los microorganismos eficientes, de esta manera el agua de coco favorecería la acción de los microorganismos al servirle como alimento, promoviendo su mayor multiplicación y generando así, mayor producción de fitohormonas capaces de acelerar el proceso de germinación (USDA, 2008; Rojas, 2014).

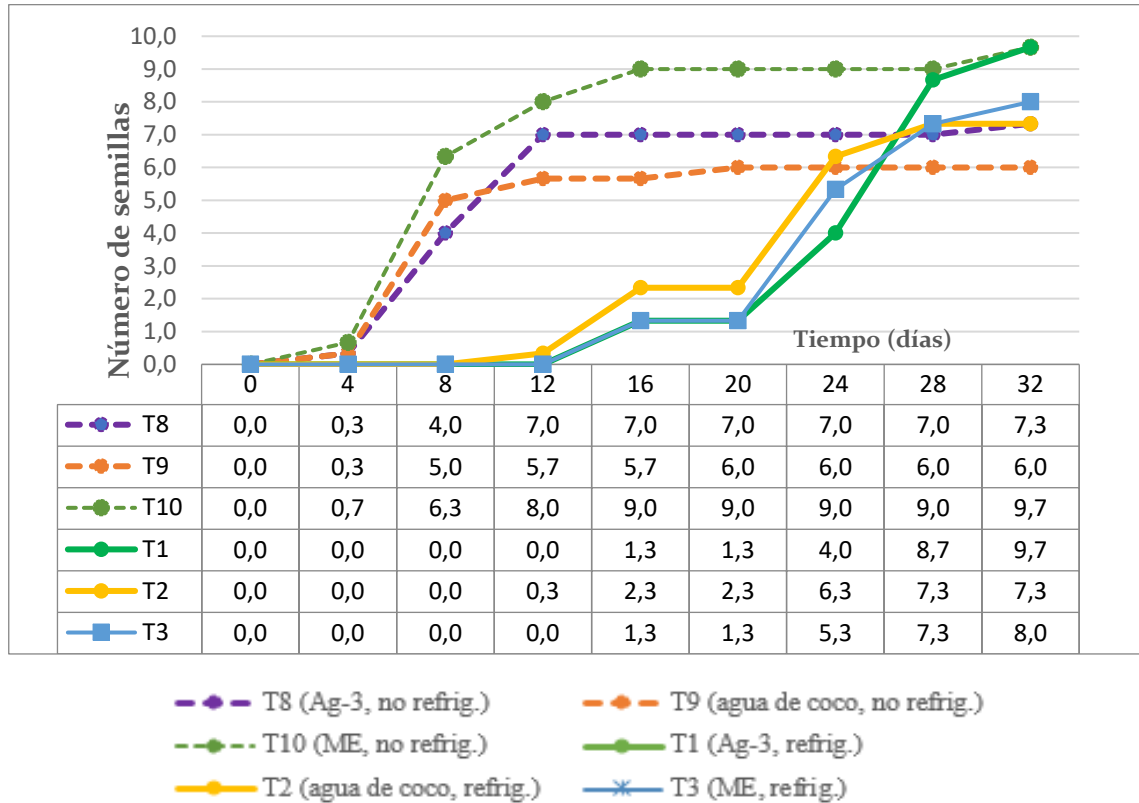
Según Picado (2000), el agua de coco es un excelente medio de cultivo para el crecimiento y multiplicación de hongos y bacterias gracias a los elementos minerales que posee como el magnesio, fósforo, potasio, sodio, azufre, hierro y zinc así mismo por la presencia de sacarosa, glucosa y albuminoides que existe en su composición.

El testigo T14 es el que menor velocidad presentó en todo el estudio, con velocidad casi constante y logrando 4 de semillas germinadas a los 30 DDS a comparación del testigo refrigerado quien obtuvo mayor velocidad, con 7.3 semillas.

3.2.4. Velocidad de germinación de los tratamientos individuales en medio refrigerado y medio ambiente

Figura 3.4

Resultados de velocidad de germinación de semillas de durazno (*Prunus persica*) puesto en condiciones de refrigerado y medio no refrigerado



Comparando el comportamiento de velocidades germinativas de los tratamientos con dosis individuales en ambos medios acondicionados mostrados en la figura 3.4 se puede mencionar que, el tratamiento que generó mayor velocidad de germinación es el T10, quien generó 9.0 semillas germinadas a los 16 DDS, afirmando así que los microorganismos eficientes dentro de un medio no refrigerado influenciarían significativamente en la velocidad.

Chávez (2012), asegura que los ME aumentan la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal similar al del ácido giberélico, que estimulan al embrión y aceleran el proceso. En otros estudios realizados con semillas de Palto, los ME demostraron acelerar la velocidad de germinación al realizarse al mismo tiempo cortes apicales, basales y laterales en la semilla reduciéndose así a los 11.75 días

el mayor porcentaje de germinación a comparación del testigo que logró a los 67.67 días (Conde, 2019).

El T8 (ácido giberélico en un medio no refrigerado) también optimizó la velocidad germinativa, acortando a los 12 días aproximadamente más del 50% de su germinación (7.0 semillas), sin embargo, el tratamiento T1 (ácido giberélico en un medio refrigerado), es quien generó mayor número de semillas germinadas a los 30 DDS (9.7 semillas), teniendo una recuperación en su curva de velocidad a partir de los 20 días después de la siembra. Este comportamiento descrito se repetiría para los demás tratamientos aplicados; es decir, los tratamientos acondicionados en un medio no refrigerado iniciarían velocidades altas en la germinación para después mantenerse casi constantes y ser superadas en velocidad por los tratamientos individuales en condiciones refrigeradas a partir de los 20 DDS, lo que conllevaría a alcanzar mayor número de semillas germinadas al finalizar el periodo. Por otro lado, cabe mencionar el T9 y T2 también aceleran el proceso de germinación con 6.0 y 7.3 semillas, debido a su gran contenido de fitohormonas presentes en el agua de coco según lo expresa Caiza (2015).

Heras (2014) encontró resultados similares en su investigación con semillas de cacao, la sumersión de las semillas en agua de coco tierno, generó mayor velocidad de germinación con respecto a los demás tratamientos aplicados, acortando el periodo germinativo en solo 15 días con respecto a su testigo.

3.3 LONGITUD DE RADÍCULA

Los datos de longitud de la radícula evaluada a los 8 días después de germinado se sometieron a un análisis de varianza (ANVA), que se muestran en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5

Análisis de varianza de longitud de la radícula en semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo a los 8 días después de la germinación

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Fc	P valor
Modelo	15	87,83	5,86	7,33	<0,0001**
Repetición	2	1,82	0,91	1,14	0,3350 NS
Medio	1	40,47	40,47	50,66	<0,0001**
Tratamiento	6	24,92	4,15	5,20	<0,0012**
Medio* Tratamiento	6	20,62	3,44	4,30	0,0039**
Error	26	20,77	0,80		
Total	41	108,61			

CV: 28,25%

De acuerdo al análisis de varianza desarrollado para la longitud de la radícula (tabla 3.5), se muestra que existe alta significación estadística entre los medios (medio refrigerado y medio no refrigerado) al igual que entre los tratamientos (P-valor<0.0012) y entre medios por tratamiento (p-valor =0.0039), lo que indica que al menos un tratamiento fue diferente al resto, por lo que se puede deducir, que los tratamientos estimularon de manera diferente al crecimiento radicular evaluados a los 8 días después de la germinación.

Se efectuó una prueba de promedios, que nos indica la diferencia para determinar cuál fue el mejor tratamiento (prueba de Duncan) en el crecimiento de longitud radicular; el coeficiente de variabilidad es de 28,25 % que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisibles para experimentos de laboratorio.

Tabla 3.6

Prueba Duncan para la longitud de la radícula de semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo en condiciones de medio refrigerado y de medio ambiente

Medio	N	Longitud de radícula	Grupo Duncan
Medio ambiente	21	4.15	a
Medio refrigerado	21	2.18	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0,05)

La tabla 3.6 bajo la prueba de Duncan muestra que, el mejor medio favorecedor para el crecimiento de la radícula, es el medio no refrigerado con 4.15 cm de longitud, entendiendo de esta manera que el medio no refrigerado es un medio óptimo para el crecimiento radicular a comparación del medio refrigerado quien solo logró 2.18 cm de longitud, existiendo así, una clara diferencia significativa entre ambos medios.

Tognetti & Salerno (1994), explican que el crecimiento de las raíces y brotes se ven perjudicados en condiciones de frío, haciendo que las duplicaciones celulares se ralenticen. Por otro lado, Balanguera & Alvares (2010), sostienen que, en plantas jóvenes, las raíces son más sensibles a bajas temperaturas que en las partes aéreas.

El durazno tiene un crecimiento relativamente más rápido, de hasta 10 a 25 mm/día, esta tasa de crecimiento radicular va a depender de diversos factores entre ellos la variedad, las condiciones físicas y químicas del suelo, y las condiciones medio ambientales. (Laboratorio de análisis de suelo y nutrición [Fertilab], s.f.).

Fisher & Torres (1998), refieren que la temperatura tiene gran importancia sobre la fisiología y metabolismo de la radícula, las condiciones ambientales adversas como el frío actúan como señal de alarma para el control del estado hídrico de la planta. El enfriamiento al sistema radical produce mayor resistencia al movimiento del agua en el simplasto, la tasa de respiración y de translocación de carbohidratos hacia la radícula se disminuyen directamente con la menor temperatura edáfica, haciéndose más negativo el efecto con temperaturas inferiores a 15°C.

Tabla 3.7

Prueba de Duncan para los tratamientos en la longitud de la radícula de semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo

Tratamiento	N	Promedio	Grupo Duncan
Micro. Eficientes	6	4,05	a
Agua de Coco	6	4,00	a
AC + ME (35:15)	6	3,95	a
AC + ME (15:35)	6	2,78	b
AC + ME (25:25)	6	2,77	b
Ácido Giberélico	6	2,67	b
Testigo	6	1,94	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 3.7 muestra los mejores tratamientos bajo la prueba de Duncan para el crecimiento de la radícula. Los tratamientos con microorganismos eficientes, agua de coco y AC + ME (35:15) consiguieron estimular mejor el crecimiento radicular a los 8 días después de llevado la germinación con 4.05 cm, 4.00 cm y 3.95 cm respectivamente; estos tratamientos no tienen diferencias estadísticas entre sí, una de las ventajas de uso de los ME en semilleros es aumentar el crecimiento de raíces desde iniciada la germinación, al igual que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (Escalona, 2011). Los ME tienen un mecanismo de producción fitohormonal de ácido indol acético (AIA), giberelinas y citoquininas que estimulan el crecimiento radicular (Moreno et al., 2018).

Por otro lado, el agua de coco es un bioestimulante que resulta positivo en el crecimiento radicular al parecer gracias a las cantidades presentes de citoquininas y auxinas encontradas en su análisis (Yong et al., 2008). Las citoquininas presentes en el agua de coco promueven procesos como la división, y diferenciación celular y el incremento en el área de la raíz (Molina et al., 2015).

Los tratamientos descritos (microorganismos eficientes y agua de coco) demuestran ser eficaces entre un 51 a un 52% con respecto al testigo. El resto de los tratamientos no muestran diferencias significativas con el testigo, por lo que se puede determinar que tendrían una escasa estimulación en el crecimiento radicular.

Tabla 3.8

*Prueba de Duncan para la longitud de la radícula en semillas de durazno (*Prunus pesica*) variedad Blanquillo para cada medio por tratamiento*

Tratamiento	Medio	Descripción	N	Promedio	Grupo Duncan
T10	Ambiente	Micro. Eficientes	3	5,98	a
T13	Ambiente	AC + ME (35:15)	3	5,83	a
T9	Ambiente	Agua de Coco	3	5,37	a
T12	Ambiente	AC + ME (25:25)	3	3,61	b
T11	Ambiente	AC + ME (15:35)	3	3,25	b c
T8	Ambiente	Ácido Giberélico	3	2,76	b c
T2	Refrigerado	Agua de Coco	3	2,63	b c
T1	Refrigerado	Ácido Giberélico	3	2,57	b c
T4	Refrigerado	AC + ME (15:35)	3	2,32	b c
T14	Ambiente	Testigo	3	2,21	b c
T3	Refrigerado	Micro. Eficientes	3	2,11	b c
T6	Refrigerado	AC + ME (35:15)	3	2,07	b c
T5	Refrigerado	AC + ME (25:25)	3	1,92	b c
T7	Refrigerado	Testigo	3	1,66	c

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Con referencia a la tabla 3.8 del procesamiento de datos con la prueba de Duncan, se muestran las mejores interacciones que lograron mayor longitud radicular. Los tratamientos T10, T13 y T9 son los que alcanzaron longitudes de 5.98 cm, 5.83 cm y 5.37 cm respectivamente luego de 8 días de iniciada la germinación, dichos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos, el resultado de esta investigación coincide en longitud con lo obtenido por Lauruta & Maldonado (2021), quienes realizaron la imbibición de semillas de café en soluciones de microorganismos eficientes al 3%, alcanzando 5.84 cm en longitud radicular a los ocho días.

Dago et al. (2021) encontraron que al sumergir semillas de *Vigna sesquipedalise* en una solución de microorganismos eficientes al 2%, lograron mayor longitud en la radícula de 8.4 cm a los 25 días; en semillas de lechuga se observa el mismo comportamiento, obteniéndose mayor índice germinativo, es decir, mayor longitud radicular y mayor porcentaje germinativo en casi 250% superior a su testigo (Rojas, 2014).

La estimulación positiva de los microorganismos eficientes en el crecimiento radicular se debe a las rizobacterias presentes que colonizan la rizosfera y penetran la raíz llegando hasta el sistema vascular y multiplicándose de forma endofita sin causar daño alguno, sintetizando AIA lo que estimula al crecimiento de pelos radiculares y la misma raíz (Sanchez, 2020).

Con referencia a los tratamientos T13 y T9, el agua de coco utilizado para la investigación fue de coco verde, según Yong et al. (2008) menciona que el agua de coco verde contiene niveles significativos de citoquininas que favorecen al mayor crecimiento radicular. Por otro lado, el agua de coco sirve como medio de cultivo para la mayor multiplicación de los ME como levaduras y bacterias ácido lácticas por el pH ácido que presentan, así como a la glucosa, sacarosa y albuminoideos que contienen (Picado, 2000).

El resto de los tratamientos no muestran diferencias significativas entre ellas, teniendo todos escasos estímulos con respecto al crecimiento radicular. Los tratamientos ubicados dentro de un medio refrigerado alcanzaron menor longitud, esto gracias a que las semillas tuvieron un período de 20 días dentro del medio refrigerado lo que causó según refiere Chaar (2013), se afecte o se paralice las etapas de crecimiento y desarrollo mediante el estancamiento de la división celular originada por este tipo de temperaturas.

Se sabe que los factores ambientales como la temperatura, el oxígeno, el agua, la estructura del sustrato y la penetración lumínica también modifican el crecimiento radicular, ya que este muestra cierta sensibilidad a las temperaturas bajas y esto depende de cada especie, generalmente el desarrollo radical aumenta con temperaturas ascendentes del suelo o del sustrato, para los frutales de clima frío, el óptimo para el crecimiento radical oscila entre los 8 °C a 15 °C (Fisher & Torres, 1998).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, las conclusiones más relevantes son resumidas a continuación:

1. Se determinó que, en promedio, el medio refrigerado estimuló un mayor porcentaje de germinación de semillas de durazno (*Prunus persica*) de la variedad Blanquillo con 79.52%. Las mejores interacciones entre medios por tratamientos aplicados para mejorar el porcentaje de germinación en las semillas fueron los tratamientos T1 (ácido giberélico en medio refrigerado) y el T10 (microorganismos eficientes en medio no refrigerado) los cuales alcanzaron un 96.67% de germinación a los 30 días. Los tratamientos con agua de coco (T2 y el T9) demostraron bajos porcentajes de germinación de 73.33% y 60% respectivamente.
2. En cuanto a la velocidad de germinación, se encontró que los tratamientos puestos en condiciones no refrigeradas iniciaron su germinación a partir de los 8 DDS reduciendo en 8 días la germinación con respecto a los tratamientos puestos en condiciones refrigeradas que iniciaron a germinar a partir de los 16 DDS. La velocidad que demostraron los tratamientos en condiciones no refrigeradas fue en conjunto superiores al inicio de la evaluación, para luego mantener una curva de velocidad casi constante y ser superadas por los tratamientos puestos en condiciones refrigeradas a partir de los 20 DDS, lo que conllevó a alcanzar mayor número de semillas germinadas al finalizar el periodo de evaluación. Este comportamiento de velocidades fue similar para todos los tratamientos aplicados a excepción del tratamiento T10 (Microorganismos eficientes en medio no refrigerado) el cual demostró mayor efectividad en la velocidad, generando 9.0 semillas germinadas (cerca del 90% de germinación) a los 16 DDS.

3. El medio que más favoreció el crecimiento de la radícula fue el medio sin refrigerar, originando un crecimiento promedio de 4.15 cm de longitud. Las mejores interacciones de medio por tratamiento que promovieron mayor crecimiento radical, a los 8 días después de la germinación, fueron el T10 (microorganismos eficientes) logrando 5.98 cm de longitud; el segundo y tercer mejor tratamiento fueron el T13 (AC +EM (35:15)) y el T9 (agua de coco) con 5.83 y 5.37 cm respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones similares que se puedan continuar en invernadero y en campo.
2. Se recomienda la aplicación de microorganismos eficientes en semillas de durazno (*Prunus persica*) para romper la latencia e incrementar el porcentaje de germinación, acelerando la velocidad en el proceso germinativo y generando un mayor crecimiento radicular; favoreciendo así, un rápido establecimiento en campo con una alta absorción de nutrientes.
3. Determinar otras dosis mixtas de agua de coco + microorganismos eficientes que generen mejores resultados en porcentaje y velocidad de germinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achupallas, R. P. (2019). *Efecto del ácido giberélico y escarificación sobre la germinación de semillas y el crecimiento inicial en Chirimoya (Annona cherimola L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja], Ecuador. Repositorio institucional <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22318>
- Acosta, F. R. (2012). *Ruptura del letargo en semillas de durazno (Prunus pérsica L.) variedad abridor por acción de frío y ácido giberélico*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Quevedo]. Ecuador. *Repositorio UTEQ*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2506>
- Alcántara, J., Godoy, A., Alcántara, J., & Sanches, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109 - 129. doi:<https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036>
- Alvarado, H. & Gonzáles, R. (1999). *Manual del cultivo del Melocotón*. Guatemala: 1° Ed. PROFRUTA- MAGA.
- APROLAB. (2007). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces*. Lima - Perú. Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú . https://es.scribd.com/document/408123648/Manual-para-la-produccion-de-compost-con-microorganismos-eficaces#fullscreen&from_embed
- Arana, M., Rengifo, S., & Chico, J. (2015). Germinación in vitro de *Dianthus caryophyllus* en diferentes medios de cultivo. *SAGASTEGUIANA*, 31(1), 55-66. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/2009>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. (2022). *Fibra de coco*. ed.AEFA <https://aeфа-agronutrientes.org/>
- Baíza, V. H. (2004). *Guía técnica del cultivo del melocotón*. El Salvador. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. <http://repiica.iica.int/docs/B0220e/B0220e.pdf>
- Balanguera, H., & Alvares, J. (2010). Efecto de la estratificación y cobertura plástica en semillas de Gulupa para obtención de plantulas. *UDCA*, 13(2). <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a11.pdf>
- Buenaño, W., León, J., & Suarez, A. (2022). Evaluación de tres dosis de ácido giberélico como promotor de la ruptura de dormancia en semillas de durazno (*Prunus persica*) Var. Diamante, Cantón Riobamba, Provincia Chimborazo. *EasyChair* (7) <https://easychair.org/publications/preprint/jcGF>
- Caiza, J. (2015). Efecto de tres tratamientos germinativos aplicados a tres especies forestales nativas en el Cantón Gonzalo Pizarro Provincia de Sucumbíos. [Tesis

- de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial], *Repositorio de la UTE*, Ecuador. <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20341>
- Calero, A., Quintero, E., Perez, Y., & Olivera, D. (2019). Evaluation of efficient microorganisms in the tomato seedling production (*Solanum lycopersicum L.*). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(01). doi:<https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Campos Ruíz, J., Rebaza de Chico, L., & Chico Ruíz, J. (2014). Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de semillas de quina, *Cinchona pubescens*. *REBIOLEST*, 2(1). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/637#:~:text=El%20nitrato%20de%20potasio%20act%C3%BAo,2000%20y%203000%20ppm%20actu%C3%B3>
- Canchari, M. (2018). *Efecto del ácido giberélico, tiourea y nitrato de potasio en la germinación de semilla de durazno Blanquillo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal De Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3551/1/TESIS%20AG1238_Can.pdf
- Carrillo, Y., Terry, E., & Ruiz, J. (2020). Effect of a microbial inoculum on the growth of tomato plants (*Solanum lycopersicum L.*). *Revista Cultivos Tropicales*, 41(4). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197001/html/>
- Caruso, F. (2012). "Determinación de las temperaturas cardinales para la germinación de semillas de mostaza amarilla, *Sinapis alba* y mostaza marrón, *Brassica juncea*". [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica de Argentina], *Repositorio de la UCA.*, Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/280/1/doc.pdf>
- Chaar, J. (2013). Resistencia a heladas en plantas frutales. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(03). <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497009.pdf>
- Charles Darwin Foundation. (14 de noviembre de 1993). *Clasificación taxonómica del durazno (Prunus persica)*. [https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=698#:~:text=Prunus%20persica%20\(L.\),Batsch](https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=698#:~:text=Prunus%20persica%20(L.),Batsch)
- Chavez, G. (2012). Evaluación de la aplicación de cinco dosis de microorganismos eficientes, para el control de *Pythium sp.* y *Fusarium sp.* en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lakes 659 en Lamas - San Martín. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín], *Repositorio institucional de UNSM.*, Perú. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/1229>

- Chuncho, G., Chuncho, C., & Aguirre, Z. (2019). *Anatomía y morfología vegetal*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja. <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>
- Colmenares, E. (1978). *Recomendaciones para el desarrollo de la fruticultura en Tacna*. Tacna- Perú.
- Conde Vilca, P. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (Persea americana) Ayacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal De Huamanga]. repositorio institucional UNSCH Ayacucho - Perú. http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/3553/1/TESIS%20AG1240_Con.pdf
- Condori, H. (2015). *Influencia de microorganismos eficaces para el cultivo de chia para clima subtropical arido irrigacion Majes*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa], Repositorio institucional, Arequipa - Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/389>
- Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas*. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Daga, W. (17 de febrero de 2015). Melocotón importado se impone al nacional en nuestra industria de jugos. *Agencia Agraria de Noticias*. <https://agraria.pe/noticias/melocoton-importado-se-impone-al-nacional-7671>
- Dago Dueñas, Y., Santana Baños, Y., & Hernández Guanche, L. (2021). Efecto de los bioestimulantes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de *Vigna unguiculata* Subsp. *Sesquipedalis*. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 11-17. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/442>
- De La Cuadra, C. (2002). *Germinación, Latencia y Dormición de las semillas*. Ministerio De Agricultura Pesca Y Alimentación, Madrid. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf
- El-Tarabily, K. (2006). Rhizosphere-competent isolates of streptomycete and non-streptomycete actinomycetes capable of producing cell-wall degrading enzymes to control *Pythium aphanidermatum* damping-off disease of cucumber. *Canadian Journal of Botany*, 84, 211 - 222. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/b05-153>
- Escalona Aguilar, M. (2011). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. *Tecnologías Alternativas para la Agricultura*. Universidad Veracruzana,

<https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAOSTAT] (2017) Producción Mundial del Durazno. FAOSTAT Database, Roma, Italy. <http://faostat.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Fisher, G. & Torres, F. (1998). Efecto de la temperatura del suelo sobre la planta. *Comalfi*, 25(3). https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Fischer-2/publication/257069715_Efecto_de_la_temperatura_del_suelo_sobre_la_planta_1_Crecimiento_y_desarrollo/links/02e7e5248ddc8c01b3000000/Efecto-de-la-temperatura-del-suelo-sobre-la-planta-1-Crecimiento-y-de
- Fundación Española Para la Nutrición. (2019). *Coco (cocos nucífera)*. <https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/coco.pdf>
- García, J. (1991). *Manual de repoblaciones forestales* (Vol. 1). Madrid- España: Escuela Técnica superior de Montes. Fund. Conde del Valle de Salazar.
- García, M., Martínez, P., & Dicenta, F. (2001). Influencia de la estratificación, el calor y la remoción de tegumentos en rupturas de la latencia de las semillas en la almendra. *Opciones Mediterraneénes* (63).
- Gonzales, F. (2012). *Proceso de germinación del Durazno*. <http://fgonzalespfruticultura.blogspot.com/2012/03/germinacion-del-durazno.html>
- González, S. (2006). *Medios de cultivo*. Departamento de Biología Vegetal. [archivo PDF]
- Gratacós, E. (2014). *El cultivo del duraznero (Prunus persica)*. Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <https://biblioteca.org.ar/libros/211462.pdf>
- Hartmann, H. (1980). *Propagación de plantas principios y prácticas*. (Continental ed.). México: 2da edición.
- Heras, F. (2014). *Combinación de estimulantes naturales en la germinación de semillas de cacao (Theobroma cacao L.) en la granja Santa Inés*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala], Repositorio institucional. Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/881/7/CD284_TESIS.pdf
- Homero, A. C. (2009). *Efecto de temperatura, medios nutritivos y reguladores de crecimiento en la germinación de embriones cigóticos de durazno var. Diamante*. [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito] Repositorio USFQ. Ecuador. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1074>
- INEVID. (10 de diciembre 2022). *Fases del ciclo de vida de las angiospermas*. <https://inevid.blogspot.com/2013/10/angiospermas.html>

- INFOBAE. (16 de diciembre de 2022). *Para qué sirve el durazno como planta medicinal y cuáles son sus efectos secundarios*.
<https://www.infobae.com/noticias/2022/12/16/para-que-sirve-el-durazno-como-planta-medicinal-y-cuales-son-sus-efectos-secundarios/>
- INTAGRI. (2017). ¿Sistema radical o sistema radicular? (Ed. Suelos,) *Artículos Técnicos de INTAGRI* (34). [https://www.intagri.com/articulos/suelos/sistema-radical-o-sistema-radicular#:~:text=%2D%20Rad%C3%ADcula.,\(secundarias%20y%20pelos%20absorbentes\).](https://www.intagri.com/articulos/suelos/sistema-radical-o-sistema-radicular#:~:text=%2D%20Rad%C3%ADcula.,(secundarias%20y%20pelos%20absorbentes).)
- Jordán, M., & Casareto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores de Crecimiento: Auxinas, giberelinas, citoquininas* (Vol. 15). (E. U. Chile, Ed.) Chile: Squeo & Cardemil.
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocinas.pdf>
- Kanjana, W., Tomohiro, S., Ishii, K., Kozaki, T., Ligo, M. & Yamane, K. (2016). Análisis transcriptómico de la latencia de semillas después de enjuagar y enfriar en semillas ornamentales de *Prunus pérsica*. *BMC Genómica*, 17(575). doi:10.1186/s12864-016-2973-y
- Laboratorio de análisis de suelo y nutrición Fertilab. (s.f.). *Crecimiento radicular primario y secundario en árboles frutales*.
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Crecimiento-Radicular-Primario-y-Secundario-en-Arboles-Frutales.pdf>
- Lauruta, A. & Maldonado, C. (2021). Microorganismos eficientes y de montaña en plantines de café (*Coffea arábica*) Caranavi - La Paz. *Apthapi*, 7(2).
<https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/97/88>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y riego [MIDAGRI]. (2007). *Plan operativo del durazno - Lima provincias*. SASE-KIPU.
<https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/27714.PDF>
- Molina-Romero, D. (2015). Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico. *Biológicos* 17, 24-34.
- Montes, M. (2017). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces*. Lima - Perú: Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú.
https://es.scribd.com/document/408123648/Manual-para-la-produccion-de-compost-con-microorganismos-eficaces#fullscreen&from_embed
- Moreno, A., Carda, V., Reyes, J., Vásquez, J. & Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la

- agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(01).
doi:<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Morlejón, R. & Portilla, M. (2004). Establecimiento de las concentraciones óptimas de hormonas para el cultivo in vitro de apices coffea arabica. *Cultivos tropicales*, 19(2), 37-45.
- New Jersey Department of health and senior services. (2002). *Hoja informativa de sustancias peligrosas*. New Jersey.
<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1853sp.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura Y la Alimentación (1991). *Guía para la manipulación para semillas forestales*. (R. Willan, Trad.) Roma.
<https://www.fao.org/3/ad232s/ad232s00.htm#TOC>
- Ovalles, J., León, L., Vielma, R. & Medina, A. (2002). Determinación del contenido de de aminoácidos libres del agua de coco tierno por HPLC y revisión electrónica sobre la nueva tecnología para el envasado del agua de coco. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 44(1), 70-78.
https://www.researchgate.net/publication/233986386_Determinacion_del_contenido_de_aminoacidos_libres_del_agua_de_coco_tierno_por_HPLC
Determinati
on_of_free_amino_acids_from_tender_coconut_water_by_HPLC
- Pawatsut, A., Yamane, K., Fujishige, N., Yoneyama, K., Yamaki, Y. & Honjo, H. (2010). Influencia de la eliminación de la cubierta de la semilla y el enfriamiento en el contenido de ácido abscísico y la germinación en semillas de durazno ornamental (*Prunus persica* Batsch). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(3), 248-252. doi:10.1080/14620316.2010.11512663
- Picado, C. (2000). *El agua de coco como medio de cultivo*. Uruguay: Oficina Sanitaria Panamericana.
- Pita, J. & Pérez, F. (1998). *Germinación de semillas*. España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- PROJAR. (2020). Ventajas de la fibra de coco (I. G. Technology, Productor)
https://www.projar.es/wp-content/uploads/2020_Cat_Fibra-de-Coco_ONLINE.pdf
- Quito, L. (2017). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres arboles forestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62916073003>
- Ramos, E. (09 de agosto de 2018). Brasil, una oportunidad dorada para el durazno de Perú. *Agencia Agraria de Noticias*, pág. 01.

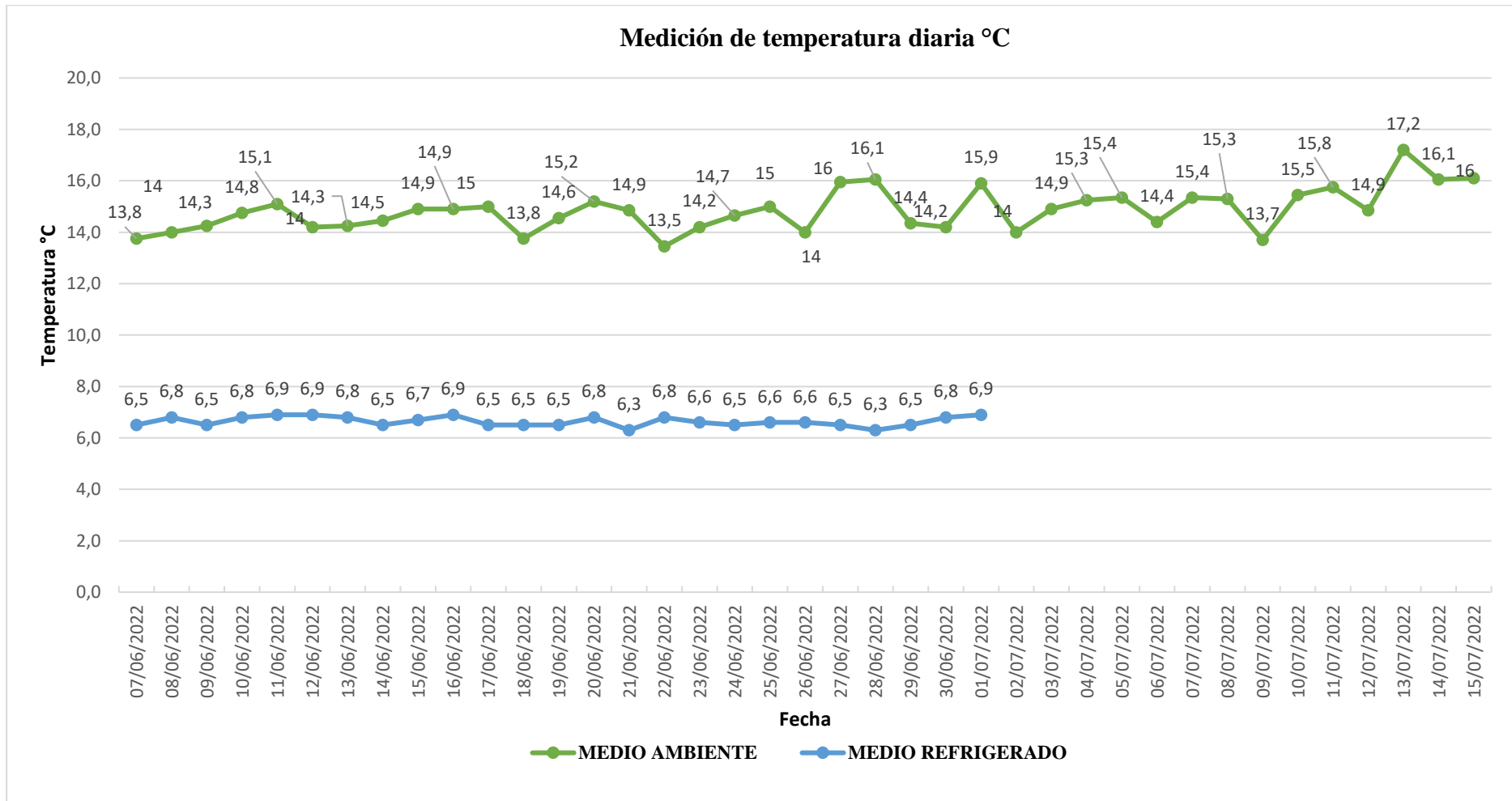
<https://www.agraria.pe/index.php/noticias/brasil-una-oportunidad-dorada-para-el-durazno-de--17202>

- Rojas Párraga, H. (2014). *Estudio del efecto de aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de digestión anaeróbica*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Perú. *Repositorio UNALM*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1878/F04-R633-T.pdf?sequence=5>
- Ronco, M., Beltrano, J., & Gímenes, D. (2011). *Fisiología de la germinación*. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/104169/mod_resource/content/2/germinaci%C3%B3n.pdf#:~:text=La%20semilla%20contiene%20las%20sustancias,a%20trav%C3%A9s%20de%20los%20tegumentos.
- Salas Espinoza, M. (2011). Evaluación de humus sólido de lombriz como promotor de germinación de semillas deterioradas de brócoli (*Brassica oleracea*). [tesis de grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5080/T18754%20%20SALAS%20ESPINOZA,%20MAYRA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Salisbury, F. (1992). *Fisiología de las plantas*. Madrid, España: Paraninfo.
- Sanchez, A. (2020). Microorganismos eficientes o efectivos en la rehabilitación de los suelos. *Revista enfoques*, 1(5). www.madridmasd.org.
- Sandoval, M., Zapata, M., Celis, J., Quezada, C., Capulín, J. & Solís, A. (2013). Efecto de la aplicación de fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) en el almacenamiento y eficiencia del uso del agua en un Alfisol, sembrado con ballica (*Lolium multiflorum* L.) y en la toxicidad en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Ciencias del Suelo*, 41(3). doi:<https://doi.org/10.4206/agrosur.2013.v41n3-01>
- Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadakoro, T. & Maekawa, A. (1996). Nutrient composition of kopyor coconuts (*cocos nucifera*). *Food chemistry*, 57, 299-304. doi:[https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00237-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00237-5)
- Sastoque, L. M. (2007). Production of extracellular chitinases from alkalophilic moderately halophilic *streptomyces* sp. isolated of shrimp waste. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(2), 136-147. <http://www.rmiq.org/ojs311/index.php/rmiq/article/view/1889>
- Shoebitz, M. R. (2009). Plant growth promoting properties of a strain of enterobacter ludwigii isolated from *Lolium perenne* rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 1768–1774. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.12.031>

- Taiz, L. & Zeiguer, E. (2006). *Fisiología Vegetal* (tercera edición ed.). USA: Universitat Jaume.
- <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FisiologiaVegetalVolumenII%20espanhol.pdf>
- Tanya, M., y Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2).
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Tognetti, J. & Salerno, G. (1994). Las plantas y el frío. *Ciencia hoy*, 05(25). Mar de Plata, Argentina. <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/hoy28/plantas04.htm>
- Tukey, H. & Carlson, R. (1945). Breaking the dormancy of peach seed by treatment with thiourea. *Plant physiol*, 20(4). doi:10.1104/pp.20.4.505
- United States Department of Agriculture (USDA). (2008). *National Nutrient Database for Standard Reference Nuts, coconut water*. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl/
- Universidad Autónoma del Estado de México. (2006). *Frutales caducifolios* [archivo PDF]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31403/secme-19565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Politecnica de Valencia. (2003). *Germinación de semillas*. euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm#Proceso%20de%20Germinación
- Varela, S. & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas: Tratamientos pregerminativos*. Argentina: Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf
- Yáñez, W., Villací, A., León, A., Velástegui, G. & Cruz, S. (2016). Efectos de un compost enriquecido con microorganismos eficientes sobre la germinación de semillas recalcitrantes de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg y *Theobroma cacao* L.
- Yong, J., Ge, L. & Tan, S. (2008). Simultaneous analysis of different classes of phytohormones in coconut (*Cocos nucifera* L.) water using high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry after solid-phase extraction. *Analytica Chimica Acta*, 610(2). doi:<https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.01.045>
- Zambrano, P. & Perdomo, O. (2019). Durazno: tipos, beneficios, propiedades y como cultivarlo: *Agrotendencia*.<https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-del-durazno/>

ANEXOS

Anexo 1. Gráfico de temperatura del medio refrigerado y no refrigerado



Anexo 2. Número de semillas germinadas de durazno (*Prunus persica*) variedad Blanquillo a los 30 días

Tratamiento	Repeticiones			Promedio (N° de Semillas)	Porcentaje (%)
	R1	R2	R3		
T1	10	10	9	10	97
T2	7	7	8	7	73
T3	7	8	9	8	80
T4	8	8	7	8	77
T5	9	7	8	8	80
T6	9	7	7	8	77
T7	8	7	7	7	73
T8	6	8	8	7	73
T9	6	7	5	6	60
T10	10	9	10	10	97
T11	7	5	7	6	63
T12	6	6	7	6	63
T13	6	7	6	6	63
T13	3	5	4	4	40

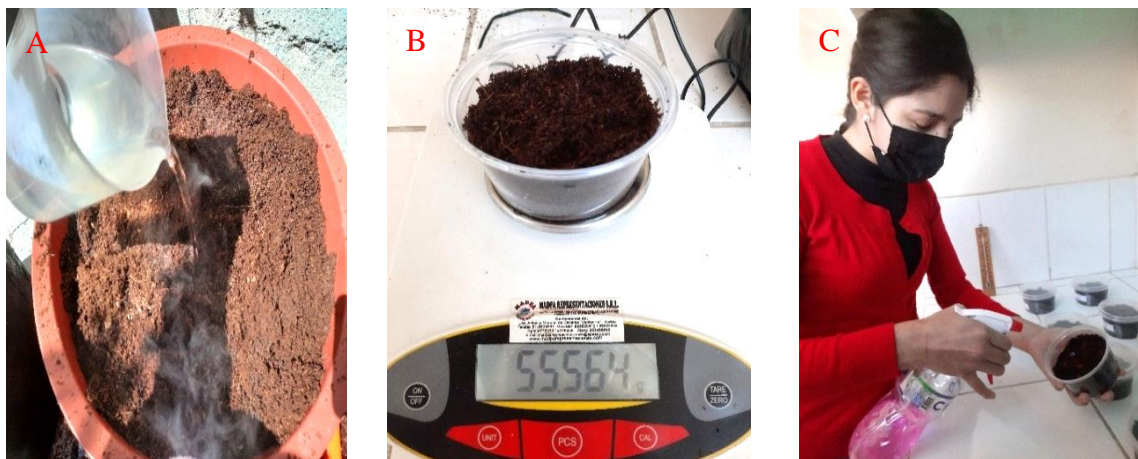
Anexo 3. Longitud de radícula de las semillas de durazno (*Prunus persica*) medida a los 8 días después de la germinación

Tratamiento	Repeticiones			Promedio (cm)
	R1	R2	R3	
T1	2.41	2.22	3.08	2.57
T2	2.54	2.72	2.63	2.63
T3	2.51	2.17	1.65	2.11
T4	0.50	3.37	3.09	2.32
T5	0.96	3.17	1.62	1.92
T6	1.56	1.80	2.85	2.07
T7	1.84	1.66	1.48	1.66
T8	2.75	2.97	2.57	2.76
T9	5.82	4.36	5.93	5.37
T10	6.38	5.35	6.21	5.98
T11	3.41	1.13	5.20	3.25
T12	3.23	4.66	2.95	3.61
T13	5.42	5.48	6.60	5.83
T13	1.97	2.28	2.39	2.21

Anexo 4. Selección de frutos y extracción de semillas. A, duraznos variedad Blanquillo; B, aplicación de Vitavax; C, pesado de semillas



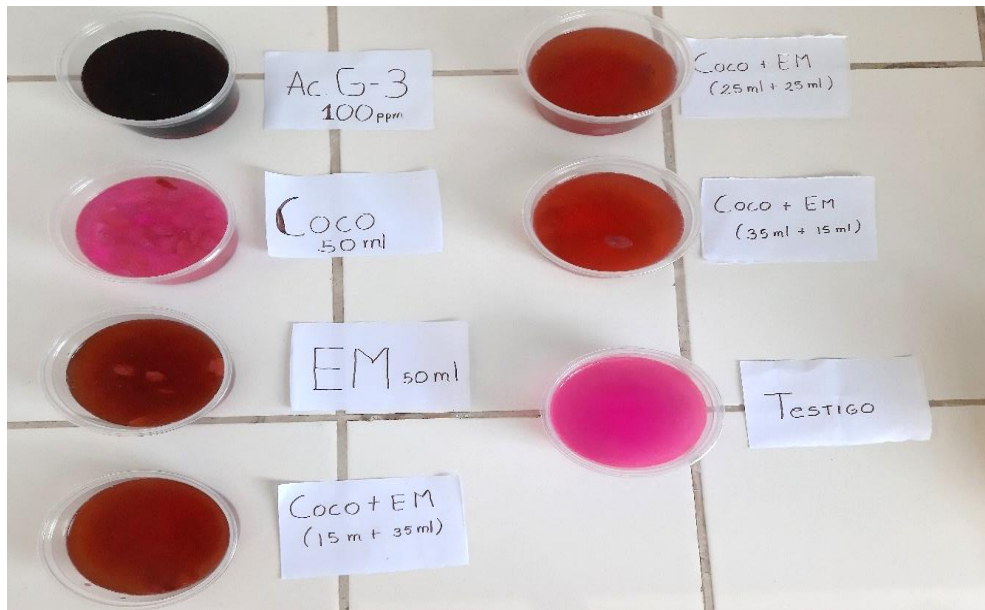
Anexo 5. Desinfección de sustrato de fibra de coco. A, desinfección con agua caliente; B, pesado y colocación de sustrato; C, desinfección de sustrato antes de la siembra



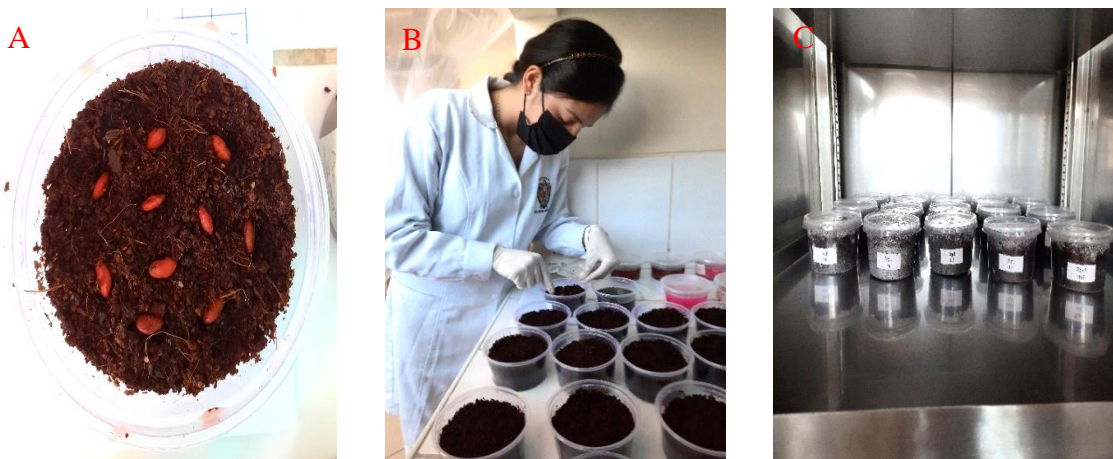
Anexo 6. Activación de microorganismos eficientes a base del producto madre EM-1



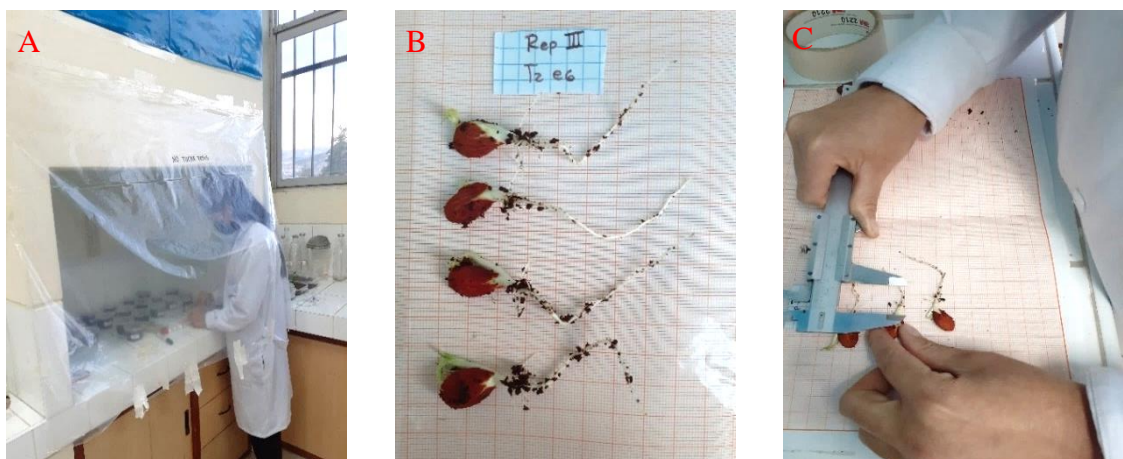
Anexo 7. Preparación y dilución de cada tratamiento



Anexo 8. Almacigado de semillas. A, siembra de semillas equidistantes; B, colocación en cámara de germinación (medio ambiente); C, colocación en medio refrigerado



Anexo 09. Evaluaciones y medición de radícula. A, evaluación de germinación; B, medición en papel milimetrado; C, medición con vernier



Anexo 10. Comparación de los tratamientos T1 y T8 (Ácido giberélico)



Anexo 11. Comparación de los tratamientos T2 y T9 (Agua de coco)



Anexo 12. Comparación de los tratamientos T3 y T10 (Microorganismos eficientes)



Anexo 13. Comparación de los tratamientos T4 y T11



Anexo 14. Comparación de los tratamientos T5 y T12



Anexo 15. Comparación de los tratamientos T6 y T13



Anexo 16. Comparación de los testigos T7 y T14





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. LEIDY LUCERO DE LA CRUZ CHUCHON

R.D. N° 008-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veinticuatro días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramirez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Francisco Condeña Almora, M.Sc. Efigenio Quispe Curi como asesor, Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva y Dr. José Antonio Quispe Tenorio; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Agua de coco y microorganismos eficientes en la germinación de durazno blanquillo (*Prunus persica* L.), bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente, Ayacucho - 2792 msnm.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por la Bachiller **LEIDY LUCERO DE LA CRUZ CHUCHON.**

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Francisco Condeña Almora	17	17	17	17
M.Sc. Efigenio Quispe Curi	16	16	16	16
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	16	15	16	16
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	16	15	16	16
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

M.Sc. Francisco Condeña Almora
Presidente

M.Sc. Efigenio Quispe Curi
Asesor

Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva
Jurado

Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Agua de coco y microorganismos eficientes en la germinación de durazno blanquillo (*Prunus persica* L.), bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente, Ayacucho – 2792 msnm.

Autor : Leidy Lucero De La Cruz Chuchon
Asesor : Efigenio Quispe Curi

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **once por ciento (11 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2315305349

Ayacucho, 08 de marzo de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelu
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Agua de coco y
microorganismos eficientes en
la germinación de durazno
blanquillo (*Prunus persica* L.),
bajo condiciones de
refrigeración y medio
ambiente, Ayacucho – 2792
msnm.

por Leidy Lucero De La Cruz Chuchon

Fecha de entrega: 08-mar 2024 12:19p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2315305349

Nombre del archivo: LEIDY_DE_LA_CRUZ_CHUCHÓN_TESIS_FINAL_2024.docx (6.27M)

Total de palabras: 20396

Total de caracteres: 114500

Agua de coco y microorganismos eficientes en la germinación de durazno blanquillo (*Prunus persica* L.), bajo condiciones de refrigeración y medio ambiente, Ayacucho – 2792 msnm.

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	12 %	1 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4 %
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
3	www.pseb.org.pk Fuente de Internet	1 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
5	ciad.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %

8	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
9	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unrc.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	easychair.org Fuente de Internet	<1 %
14	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
15	www.fertilab.com.mx Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	www.euita.upv.es Fuente de Internet	<1 %
18	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.espech.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

20

acceda.ulpgc.es

Fuente de Internet

<1 %

21

aes.ucf.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

AGUA DE COCO Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA GERMINACIÓN DE DURAZNO BLANQUILLO (*Prunus persica* L.), BAJO CONDICIONES DE REFRIGERACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, AYACUCHO – 2792 msnm

Leidy Lucero De La Cruz-Chuchón; Efigenio Quispe-Curi

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistemas de producción agrícola

leidy.delacruz.01@unsch.edu.pe

efigenio.quispe@unsch.edu.pe

RESUMEN

Para este estudio se utilizaron semillas de durazno variedad Blanquillo puestos en medios refrigerados y medios ambientales, con el objetivo de determinar el efecto del ácido giberélico 100 ppm, agua de coco 50 ml, microorganismos eficientes 50 ml, AC + ME (15 ml:35 ml), AC + ME (25 ml:25 ml) y AC + ME (35 ml:15 ml) en el porcentaje de germinación, velocidad de germinación y longitud de la radícula. Se instaló un experimento factorial bajo un Diseño Completamente Randomizado (DCR), empleando la prueba de contraste Duncan para procesar los datos. Los resultados a los 30 DDS determinaron que la mejor interacción del medio por tratamiento corresponden al T1 (Ag-3, medio refrigerado) y al T10 (ME, medio ambiente) con un valor de 96.67% de germinación; así mismo, el T10 fue el que mejor velocidad de germinación presentó durante la evaluación, logrando 9.0 semillas germinadas a los 16 DDS; por otro lado las interacciones que promovieron una mayor longitud radicular a los 8 días después de la germinación fueron el T10 (microorganismos eficientes) con 5.98 cm, el T13 (AC +EM (35:15)) con 5.83 cm y el T9 (agua de coco) con 5.37 cm. Concluyéndose que, la aplicación de ME lograría resultados favorables, supliendo la necesidad de horas frío, aumentando el porcentaje y velocidad en la germinación, generando mayor longitud radicular.

Palabras clave: agua de coco, microorganismos eficientes, velocidad de germinación, porcentaje de germinación.

**COCONUT WATER AND EFFECTIVE MICROORGANISMS IN THE
GERMINATION OF WHITE PEACH (*Prunus persica* L.), UNDER COOLING AND
ENVIRONMENTAL CONDITIONS, AYACUCHO – 2792 masl.**

ABSTRACT

Peach cultivation requires new alternatives to optimize its production in a sustainable and accelerated manner. For this study, peach seeds of the Blanquillo variety were placed in refrigerated and ambient media to determine the effect of gibberellic acid 100 ppm, coconut water 50 ml, efficient microorganisms 50 ml, AC + ME (15 ml:35 ml), AC + ME (25 ml:25 ml) and AC + ME (35 ml:15 ml) on germination percentage, germination speed and radicle length. A factorial experiment was set up under a Completely Randomized Design (CRD), using the Duncan contrast test to process the data. The results at 30 days after sowing (DAS) determined that the best interaction of medium by treatment corresponded to T1 (Ag-3, refrigerated medium) and T10 (ME, ambient medium) with a value of 96.67% of germination; likewise, T10 was the one that presented the best germination speed during the evaluation, achieving 9 germinated seeds at 16 DAS; on the other hand, the interactions that promoted a greater root length 8 days after germination were T10 (efficient microorganisms) with 5.98 cm, T13 (AC + EM (35:15)) with 5.83 cm and T9 (coconut water) with 5.37 cm. It was concluded that the application of EM in peach seeds supplements the need for cold hours, increasing the percentage and speed of germination, generating greater root length.

Keywords: *coconut water, efficient microorganisms, germination speed, germination percentage.*

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país el requerimiento de duraznos para la elaboración de jugos y conservas por parte de las industrias va en aumento, el volumen promedio de producción nacional de duraznos ronda las 40 mil toneladas, abarcando una superficie plantada de 5 500 hectáreas. Una sola empresa en el Perú requiere aproximadamente 42 mil toneladas de durazno para la elaboración de sus productos, por lo que se ve en la necesidad de importar esta fruta de países como Chile y Estados Unidos (Ramos, 2018).

Si se logra superar la producción estancada durante décadas no solo se abastecerá la demanda latente, sino que también se podría mejorar la economía del país teniendo grandes posibilidades de ingresar a nuevos mercados.

Para poder incrementar la producción nacional, hay diferentes obstáculos que se deben superar, entre ellos tenemos a la latencia física y fisiológica que presentan las semillas del durazno, las cuales afectan de manera directa en su germinación (Courtis, 2013).

Frente a esta realidad se plantearon diversos tratamientos que fueron sometidos a medios refrigerados y no refrigerados donde se evaluó el efecto de los estimulantes germinativos (ácido giberélico, agua de coco y microorganismos eficientes) en semillas de durazno variedad Blanquillo, con la finalidad de promover una mejor eficiencia germinativa, contrarrestando la latencia de la semilla, estimulando un mayor porcentaje y velocidad en su geminación; así mismo, se buscó determinar la mejor interacción promotora del crecimiento radicular, de esta manera se busca ahorrar semillas, insumos, hacer uso adecuado del espacio en el semillero de un almácigo, el cálculo cercano al periodo probable de trasplante y la obtención de plántulas más homogéneas en la producción de este frutal para futuras actividades.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes del laboratorio de Viticultura y Enología de la Escuela Profesional de Agronomía, ubicado en la ciudad universitaria (UNSCH) en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, a una altitud de 2792 m.s.n.m. encontrándose entre las coordenadas geográficas 13° 08' 38" latitud sur y 74° 13' 17" longitud oeste, de la región de Ayacucho.

Los frutos de durazno (*Prunus persica* L) variedad Blanquillo utilizados en este estudio fueron recolectados de la comunidad de Antarumi, distrito de Iguain, provincia de Huanta, a una altitud de 2966 m.s.n.m. encontrándose entre las coordenadas geográficas 12° 59' 36.9" latitud sur y 74° 13' 9.8" longitud oeste, de la región Ayacucho. El estudio tuvo lugar en dos tipos de ambientes, un medio refrigerado y un medio no refrigerado a una temperatura promedio de 6.6 °C y 14.9 °C respectivamente.

2.2. Factores de estudio

Se consideró tres factores de estudio (variables dependientes): porcentaje de germinación, velocidad de germinación y longitud de la radícula. Se probó el efecto de la interacción de medios refrigerados y no refrigerados con estimulantes germinativos de ácido giberélico, agua de coco, microorganismos eficientes y mezclas de agua de coco más microorganismos eficientes en semillas de durazno variedad Blanquillo.

Tabla 2.1

Descripción de tratamientos

Trat.	Descripción	Ambiente	Dosis	Tiempo de remojo	Número de semillas
T1	Ácido giberélico	Medio refrigerado	100 ppm	24 horas	10
T2	Agua de coco	Medio refrigerado	50 ml	24 horas	10
T3	Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	50 ml	24 horas	10
T4	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	15ml + 35ml	24 horas	10
T5	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	25ml + 25ml	24 horas	10
T6	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio refrigerado	35ml + 15ml	24 horas	10
T7	testigo	Medio refrigerado	-	-	10
T8	Ácido giberélico	Medio no refrigerado	100 ppm	24 horas	10
T9	Agua de coco	Medio no refrigerado	50 ml	24 horas	10
T10	Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	50 ml	24 horas	10
T11	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	15ml + 35ml	24 horas	10
T12	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	25ml + 25ml	24 horas	10
T13	Agua de coco + Microorganismos eficientes	Medio no refrigerado	35ml + 15ml	24 horas	10
T14	testigo	Medio no refrigerado	-	-	10

2.3. Diseño experimental

La investigación fue de tipo experimental, instalado en condiciones de laboratorio, bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR), con 14 tratamientos o combinaciones de interés, 3 repeticiones, 42 unidades experimentales empleando en cada una de ellas 10 semillas de durazno (*Prunus persica* L.) variedad Blanquillo. Se desarrolló el análisis de variancia (ANVA) y la prueba de contraste Duncan con un nivel de confianza del 95%. Los resultados fueron procesados usando el programa InfoStat 2020.

El modelo estadístico es el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + \hat{A}_i + T_j + (\hat{A} \times T)_{ij} + \epsilon_{ijk}$; donde, Y_{ijk} = es la observación en la unidad experimental del i-ésimo ambiente en el j-ésimo tratamiento de la k-ésima repetición, μ = es el promedio de las unidades experimentales, \hat{A}_i = es el efecto del i-ésimo ambiente, T_j = es el efecto del j-ésimo tratamiento, $(\hat{A} \times T)_{ij}$ = es el efecto de la interacción de ambiente por tratamiento, ϵ_{ijk} = es el error experimental.

2.4. Instalación del experimento

2.4.1. Preparación de las semillas

Los frutos de durazno (*Prunus persica* L.) se seleccionaron teniendo en consideración su estado de madurez, conservación, buena sanidad (sin presencia de enfermedades y plagas), procurando seleccionar la mayor parte de los frutos físicamente homogéneos. Se utilizó un cuchillo para poder retirar de forma completa el mesocarpio y así dejar libre al carozo que contiene en su interior a la almendra del durazno. Los carozos extraídos se lavaron con abundante agua con la finalidad de retirar los pequeños restos de pulpa que aún se mantuvieron adheridos en su superficie, posteriormente se trasladó los carozos a un espacio sombreado y ventilado por alrededor de 3 días para el secado.

Se realizó la escarificación mecánica, que implica el quebramiento del carozo utilizando un martillo para realizar un golpe de forma leve en el extremo distal de la semilla a fin de retirar las almendras que se encontraban al interior sin dañarlas. Las almendras de durazno fueron tratadas con vitavax (fungicida agrícola) aplicados en polvo hasta cubrir suficientemente su superficie, estas permanecieron por un periodo de 48 horas para asegurar el efecto del fungicida sobre la presencia de microorganismos patogénicos. Cabe mencionar que no se realizó la aplicación de este fungicida a semillas que fueron tratados con microorganismos eficientes.

2.4.2. Activación de los microorganismos eficientes

Para la activación de los microorganismos eficientes se siguieron las indicaciones figuradas en la ficha técnica del producto EM-1, usándose una proporción y mezcla como se detalla a continuación: Se mezcló un 1l de microorganismos eficientes (solución madre

concentrado) + 1 l de melaza + 18 l de agua libre de cloro, almacenado por 7 días en un recipiente hermético para evitar la entrada de aire y así favorecer a una correcta activación a través de la fermentación; se eliminó el gas generado en el recipiente cada cierto tiempo para evitar accidentes.

2.4.3. Preparación del sustrato

El sustrato utilizado para este estudio fue la fibra de coco fino, el sustrato fue desmenuzado con agua hirviendo, para posteriormente realizarse la solarización cubriéndolo con plástico negro por dos días bajo el sol, terminado el período, se realizó la desinfección con lejía al 2% para hacer más efectiva la esterilidad del sustrato, dejándose por dos días más bajo sombra para que complete el secado. El sustrato estéril se colocó en cada uno de los recipientes utilizados en la investigación, en la cantidad de 55 gr, para después ser humedecido con el agua destilada más el fungicida, con la única finalidad de mantenerlo desinfectado hasta el momento de la siembra a excepción de los tratamientos con microorganismos eficientes.

2.4.4. Preparación y aplicación de los estimulantes germinativos

Se prepararon las siguientes soluciones: 100 ppm de ácido giberélico New wordl gib usando como solvente el agua destilada; 50 ml de agua de coco verde, 50 ml de la activación de microorganismos eficientes, 15 ml de agua de coco + 35 ml microorganismos eficientes activados, 25 ml agua de coco + 25 ml microorganismos eficientes activados y 35 ml agua de coco + 15 ml microorganismos eficientes activados.

En cada solución se sumergieron las almendras de durazno para ser remojadas por periodo de 24 horas para luego escurrirlas y ser almacigadas.

2.5. Labores agronómicas

Se realizó el almacigado de 10 almendras de durazno colocadas equidistante una de la otra en cada uno de los recipientes de plásticos (42 recipientes), de acuerdo al planteamiento de los tratamientos; se instalaron 21 unidades experimentales en un medio no refrigerado (cámara de germinación en el mismo laboratorio a una temperatura promedio de 14.9 °C) y otras 21 unidades experimentales en el medio refrigerado previamente acondicionado a 6.6 °C. En el experimento, las frecuencias de riegos aplicadas fueron diferentes, en el medio refrigerado, la frecuencia de riego fue una vez por semana a fin de evitar el exceso de humedad y la pudrición de las almendras, debido a que en la cámara fría se conserva mejor la humedad por ser un espacio cerrado; las frecuencias de riegos aplicadas en lo tratamientos puestos en un medio no refrigerado fueron con intervalos de cada tres días.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de germinación a los 30 días

Tabla 3.1

Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de las semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo para cada medio.

Medio	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
Medio refrigerado	21	79,52	a
Medio no refrigerado	21	65,71	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

De acuerdo a la prueba de Duncan realizada, se muestra el efecto del tipo de ambiente sobre el porcentaje de germinación. El medio refrigerado es el ambiente más favorable para la germinación de semillas de durazno variedad Blanquillo, alcanzando un valor de 79.52% de semillas germinadas frente a un 65.71% de semillas que logran germinar en un medio no refrigerado. Estos resultados superan a los obtenidos en la investigación hecha por Canchari (2018), quien alcanzó en su investigación un 61% de germinación dentro de un medio refrigerado y un 49% de germinación dentro de un medio no refrigerado. El efecto del frío para este estudio tiene claramente un resultado positivo sobre la germinación de semillas latentes, cumpliendo así lo sostenido por Quino (2017), quien menciona que las semillas puestas en condiciones de refrigeramiento reducen sus niveles de ABA por la acción del frío, favoreciendo a romper la latencia.

Tabla 3.2

Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (Prunus persica L.) variedad Blanquillo para cada tratamiento.

Tratamiento	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
Micro. Eficientes	6	88,33	a
Ácido Giberélico	6	85,00	a
AC + ME (25:25)	6	71,67	b
AC + ME (35:15)	6	70,00	b
AC + ME (15:35)	6	70,00	b
Agua de Coco	6	66,67	b c
Testigo	6	56,67	c

De la tabla 3.2 los resultados de la prueba Duncan reflejan que, el mejor efecto en el porcentaje de germinación corresponde al tratamiento de microorganismos eficientes aplicados a la semilla, alcanzando un 88.3% de germinación; no obstante, dicho tratamiento no tiene diferencia significativa con el tratamiento de ácido giberélico el cual promueve un valor de 85% de germinación, llegando así a ser el segundo mejor tratamiento aplicado.

Como mencionan muchos estudios con ácido giberélico aplicados a diferentes semillas forestales y frutales, la función que cumplirían las giberelinas es el de un papel promotor en la germinación actuando directamente en el ARN_m (Rojas, 2014).

No se encontraron otros estudios de aplicaciones de microorganismos eficientes en semillas de durazno; Dago et al. (2021), encontró que la inmersión de semillas de *Vigna sesquipedalis* (frijol castilla) en una solución de microorganismos eficientes al 2% generaba un alto porcentaje de germinación cerca del 98%, afirmando así que los microorganismos eficientes buscan promover la germinación gracias a la generación de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes como lo sostiene el Programa de Apoyo Profesional (APROLAB, 2007).

Por otro lado, cabe señalar que los tratamientos con combinaciones mixtas de agua de coco más microorganismos eficientes a diferentes dosis, resultaron no tener diferencias significativas entre ellas, promoviendo un % de germinación parecido entre los 71 al 70%.

El tratamiento de agua de coco y los testigos no poseen diferencias significativas entre sí, entendiendo por esto, que el agua de coco no llegaría a tener la estimulación necesaria para alcanzar altos porcentajes de germinación en las semillas a comparación de los demás tratamientos utilizados, logrando solo un 66.67% de germinación, a pesar de contener hormonas como las citoquininas y giberelinas en el endospermo líquido de coco, estas no lograrían romper eficientemente la latencia de las semillas de durazno.

Tabla 3.3

Prueba Duncan para el porcentaje de germinación de semillas de durazno (P. persica) para cada medio por tratamiento.

Trat.	Medio	Descripción	N	Porcentaje de germinación	Grupo Duncan
T1	Refrigerado	Ácido Giberélico	3	96,67	a
T10	Ambiente	Micro. Eficientes	3	96,67	a
T3	Refrigerado	Micro. Eficientes	3	80,00	b
T5	Refrigerado	AC + ME (25:25)	3	80,00	b
T4	Refrigerado	AC + ME (15:35)	3	76,67	b c
T6	Refrigerado	AC + ME (35:15)	3	76,67	b c
T2	Refrigerado	Agua de Coco	3	73,33	b c
T8	Ambiente	Ácido Giberélico	3	73,33	b c
T7	Refrigerado	Testigo	3	73,33	b c
T11	Ambiente	AC + ME (15:35)	3	63,33	b c
T12	Ambiente	AC + ME (25:25)	3	63,33	b c
T13	Ambiente	AC + ME (35:15)	3	63,33	b c
T9	Ambiente	Agua de Coco	3	60,00	c
T14	Ambiente	Testigo	3	40,00	d

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De los resultados de la tabla 3.3 se concluye que, los porcentajes de germinación para todos los tratamientos incluidos los testigos superan el 40% en germinación, dichos resultados son superiores a lo obtenido por Quino (2017), quien solo al aplicar tratamientos pre germinativos de escarificación a semillas de durazno variedad Criolla obtuvo una media germinativa del 30%.

Las mejores interacciones de medios por tratamientos más eficaces en la promoción de la germinación fueron los tratamientos T1 (ácido giberélico, en un medio refrigerado) y el T10 (microorganismos eficientes, en un medio no refrigerado) que bajo la prueba de Duncan no presentaron diferencias significativas entre ambas, alcanzando un valor superior frente al resto de tratamientos con 96.67% de germinación, por lo que podemos asegurar que los dos tratamientos brindaron un mejor estímulo a la semilla mostrando una diferencia notoria con sus testigos, denotando la superioridad del tratamiento T10 hasta en un 56.67 % superior con respecto al testigo no refrigerado y el tratamiento T1 con un 23.34% superior con respecto al testigo refrigerado.

Lo resultados del T1 en esta investigación superan a lo obtenido por Canchari (2018), quien bajo una dosis de 120 ppm de AG-3 en cámara fría obtuvo 60% de germinación, por lo que se entiende que 100 ppm de AG-3 aplicados en este estudio resultarían ser más beneficiosos a nuestros objetivos.

El T10, demostró su potencial biológico gracias a las enzimas y fitohormonas (citoquininas, AIA y giberelinas) que producen y que se involucran en los procesos germinativos (Shoebitz, 2009). Se encontraron otros estudios como el de Calero et al. (2019), que utilizó semillas de tomate puestas en soluciones ME que incrementaban el porcentaje germinativo en un 10% superior respecto al resto de tratamientos y a su testigo.

Por otra parte, el tratamiento T3 (microorganismos eficientes, en un medio refrigerado) y el tratamiento T5 (AC+ ME 25:25, en un medio refrigerado) lograron un promedio de 80% de germinación, la cual sigue siendo superior a los tratamientos restantes, la eficiencia de los ME en un medio refrigerado se ve ligeramente disminuida por la influencia del frío, como lo mencionan Tanya & Leiva (2019), el frío disminuye la multiplicación y acción de los microorganismos, ya que no todos toleran los mismos factores, reduciendo de esta manera el potencial del tratamiento.

Todos los tratamientos con combinaciones mixtas acondicionadas en un medio frío fueron en su totalidad superiores a los demás tratamientos mixtos puestos en condiciones no refrigeradas, corroborando una vez más que el frío juega un papel clave en la germinación (Kanjana et al., 2016; García et al., 2001).

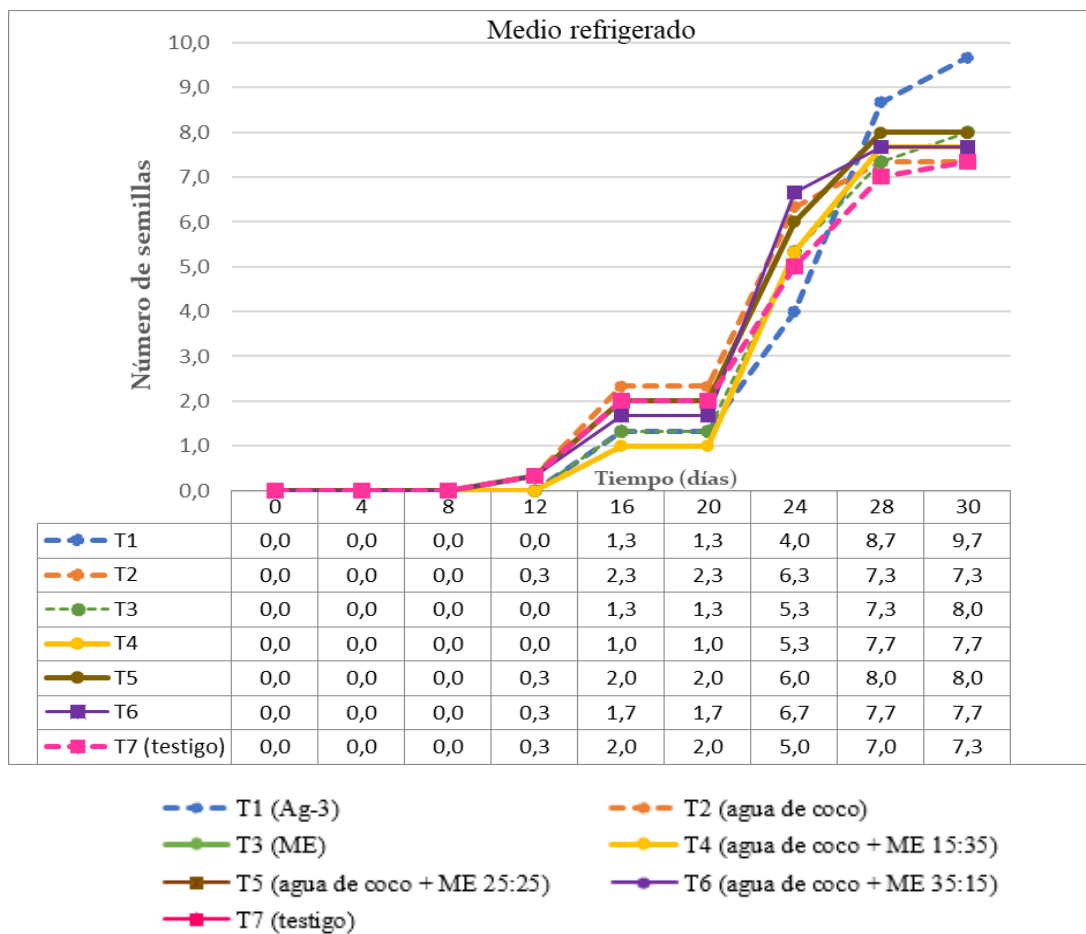
3.2 Velocidad de germinación

Es necesario saber que, para calcular la velocidad de germinación en este estudio se evaluó el tiempo (días) que tomaron los diferentes tratamientos en iniciar la germinación e influir en el mayor número de semillas germinadas dentro de un período de 30 días, comparando la acción e influencia del medio y el estimulante sobre los días a la germinación.

3.2.1. Velocidad de germinación en medio refrigerado

Figura 3.1

*Resultados de la velocidad de germinación de semillas de durazno (*P. persica*) variedad Blanquillo en condiciones de medio refrigerado.*



Como se observa en la figura 3.1 todos los tratamientos en condiciones de medio refrigerado iniciaron su germinación a partir de los 16 días después de la siembra (DDS), la tendencia de velocidad denota un comportamiento similar para todos los tratamientos.

Los comportamientos de las curvas de velocidades de los tratamientos aplicados contrastarían con lo encontrado por Canchari (2018), quien consigue curvas de velocidades diferentes en cada uno de sus tratamientos al aplicar estimulantes como tiourea, ácido giberélico y nitrato de potasio acondicionados en cámara fría.

La Figura 3.2 muestra el comportamiento y la tendencia de velocidades de germinación de los diferentes tratamientos puestos en condiciones de medio no refrigerado. El testigo y los tratamientos mostraron signos de germinación entre los 4 a 8 días después de la siembra.

El tratamiento T10 (microorganismos eficientes) muestra mayor velocidad germinativa frente al resto de los tratamientos aplicados, obteniendo 9.0 semillas germinadas (cerca del 90% de su germinación) a los 16 DDS, con esto se ratifica una vez más el comportamiento promotor de los microorganismos eficientes en la velocidad de germinación de las semillas, así como lo refiere Chávez (2012), los microorganismos eficientes a través de la síntesis de fitohormonas promueven y aceleran la germinación.

El segundo mejor tratamiento encontrado fue el tratamiento T8, con 7.0 semillas germinadas a los 16 DDS. Caiza (2015), señala que el ácido giberélico induce la síntesis de α -amilasa y proteasa, que vienen hacer enzimas que desintegran el almidón en azúcares, la cual se emplea para producir proteínas que reactivarán el crecimiento embrionario y con esto la germinación. De esta manera el ácido giberélico suple el requerimiento de horas frío, contrarrestando e inhibiendo los efectos del ácido abscísico (Morlejón y Portilla, 2004).

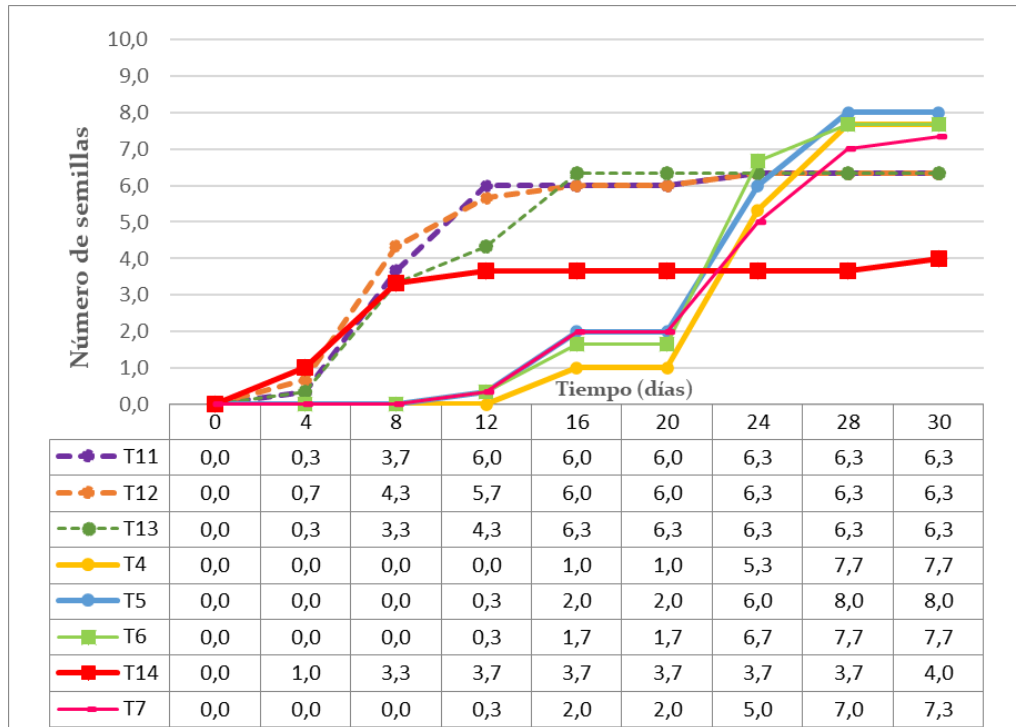
El tratamiento T9 (agua de coco) y el resto de los tratamientos T11 (agua de coco + ME 15:35), T12 (agua de coco + ME 25:25) y T13 (agua de coco + ME 35:15) mostraron una similar curva de velocidad en la germinación de sus semillas, consiguiendo entre 5.7 a 6.3 semillas germinadas a los 16 DDS, por lo que se entiende que, las combinaciones de las dosis utilizadas en este tipo de medio no tendrían variación en la efectividad de la velocidad germinativa.

Todos los tratamientos aplicados superaron en velocidad al testigo, quien solo obtuvo 3.7 semillas germinadas a los 16 DDS y 4 semillas a los 30 DDS, mostrando una curva de velocidad casi constante hasta finalizar el periodo.

3.2.3. Velocidad de germinación de los tratamientos mixtos en medio refrigerado y medio ambiente

Figura 3.3

Resultados comparativos de la velocidad de germinación de los tratamientos mixtos en semillas de durazno bajo condiciones de medio refrigerado y medio ambiente.



- T11 (agua de coco + ME 15:35, no refrig.)
- T12 (agua de coco + ME 25:25, no refrig.)
- T13 (agua de coco + ME 35:15, no refrig.)
- T4 (agua de coco + ME 15:35, refrig.)
- T5 (agua de coco + ME 25:25, refrig.)
- T6 (agua de coco + ME 35:15, refrig.)
- T14 (testigo no refrig.)
- T7 (testigo refrig.)

En la figura 3.3 se observa que, los tratamientos en un medio no refrigerado T11, T12 y T13 lograron 6 semillas germinadas entre los 12 y 16 días después de la siembra respectivamente, con curvas de velocidades casi homogéneas entre ellas, las cuales superan notoriamente a los tratamientos acondicionados en un medio refrigerado (T4, T5 y T6) hasta los 24 DDS, pasado ese tiempo, a los 28 DDS los tratamientos T4, T5 y T6 incrementaron sus curvas de velocidades alcanzando entre 8.0 a 7.7 semillas germinadas, considerándose así los tratamientos que mayor número de semillas alcanzaron al finalizar el periodo.

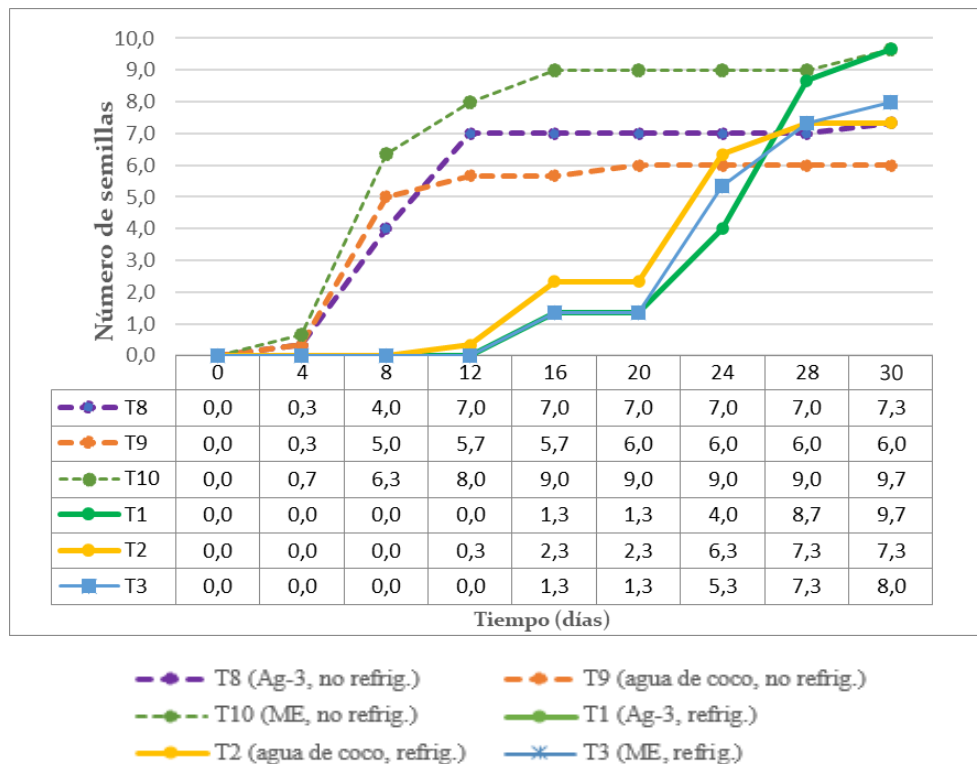
El comportamiento de los tratamientos mixtos dentro de un medio no refrigerado en la velocidad de germinación, posiblemente se deba a que el agua de coco es considerada un medio de cultivo nutritivo para los microorganismos eficientes, de esta manera el agua de coco favorecería la acción de los microorganismos al servirle como

alimento, promoviendo su mayor multiplicación y generando así, mayor producción de fitohormonas capaces de acelerar el proceso de germinación (USDA, 2008; Rojas, 2014). El testigo (T14) es el que menor velocidad presentó en todo el estudio, con velocidad casi constante y logrando 4 de semillas germinadas a los 30 DDS a comparación del testigo refrigerado quien obtuvo mayor velocidad, con 7.3 semillas.

3.2.4. Velocidad de germinación de los tratamientos individuales en medio refrigerado y medio ambiente

Figura 3.4

Resultados comparativos de la velocidad de germinación de los tratamientos individuales en semillas de durazno (P. persica) puesto en condiciones de refrigerado y medio no refrigerado



Comparando el comportamiento de velocidades germinativas de los tratamientos con dosis individuales en ambos medios acondicionados mostrados en la figura 3.4 se puede mencionar que, el tratamiento que generó mayor velocidad de germinación que el resto de tratamientos es el T10, quien generó 9.0 semillas germinadas a los 16 DDS, afirmando así que los microorganismos eficientes dentro de un medio no refrigerado influenciarían significativamente en la velocidad.

Chávez (2012), asegura que los ME aumentan la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal similar al del ácido giberélico, que

estimulan al embrión y aceleran el proceso. En otros estudios realizados con semillas de Palto, los ME demostraron acelerar la velocidad de germinación al realizarse al mismo tiempo cortes apicales, basales y laterales en la semilla reduciéndose así a los 11.75 días el mayor porcentaje de germinación a comparación del testigo que logró a los 67.67 días (Conde, 2019).

El T8 (ácido giberélico en un medio no refrigerado) también optimizó la velocidad germinativa, acortando a los 12 días aproximadamente más del 50% de su germinación (7.0 semillas), sin embargo, el tratamiento T1 (ácido giberélico en un medio refrigerado), es quien generó mayor número de semillas germinadas a los 30 DDS (9.7 semillas), teniendo una recuperación en su curva de velocidad a partir de los 20 días después de la siembra. Por otro lado, cabe mencionar el T9 y T2 también aceleran el proceso de germinación con 6.0 y 7.3 semillas, debido a su gran contenido de fitohormonas presentes en el agua de coco según lo expresa Caiza (2015).

Heras (2014), encontró resultados similares en su investigación con semillas de cacao, la sumersión de las semillas en agua de coco tierno, generó mayor velocidad de germinación con respecto a los demás tratamientos aplicados, acortando el periodo germinativo en solo 15 días con respecto a su testigo.

3.3. Longitud de radícula

Tabla 3.4

*Prueba Duncan para la longitud de la radícula de semillas de durazno (*Prunus persica*) variedad Blanquillo en condiciones de medio refrigerado y de medio ambiente.*

Medio	N	Longitud de radícula	Grupo Duncan
Medio ambiente	21	4.15	a
Medio refrigerado	21	2.18	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 3.4 bajo la prueba de Duncan muestra que, el mejor medio favorecedor para el crecimiento de la radícula, es el medio no refrigerado con 4.15 cm de longitud, entendiendo de esta manera que el medio no refrigerado es un medio óptimo para el crecimiento radicular a comparación del medio refrigerado quien solo logró 2.18 cm de longitud, existiendo así, una clara diferencia significativa entre ambos medios.

Tognetti & Salerno (1994), explican que el crecimiento de las raíces y brotes se ven perjudicados en condiciones de frío, haciendo que las duplicaciones celulares se ralenticen. Por otro lado, Balanguera & Alvares (2010), sostienen que, en plantas jóvenes, las raíces son más sensibles a bajas temperaturas que en las partes aéreas.

Tabla 3.5

Prueba de Duncan para los tratamientos en la longitud de la radícula de semillas de durazno (Prunus persica) variedad Blanquillo.

Tratamiento	N	Promedio	Grupo Duncan
Micro. Eficientes	6	4,05	a
Agua de Coco	6	4,00	a
AC + ME (35:15)	6	3,95	a
AC + ME (15:35)	6	2,78	b
AC + ME (25:25)	6	2,77	b
Ácido Giberélico	6	2,67	b
Testigo	6	1,94	b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 3.5 muestra los mejores tratamientos bajo la prueba de Duncan para el crecimiento de la radícula. Los tratamientos con microorganismos eficientes, agua de coco y AC + ME (35:15) consiguieron estimular mejor el crecimiento radicular a los 8 días después de llevado la germinación con 4.05 cm, 4.00 cm y 3.95 cm respectivamente; estos tratamientos no tienen diferencias significativas entre sí. Una de las ventajas de uso de los ME en semilleros es aumentar el crecimiento de raíces desde iniciada la germinación, al igual que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (Escalona, 2011). Los ME tienen un mecanismo de producción fitohormonal de ácido indol acético (AIA), giberelinas y citoquininas que estimulan el crecimiento radicular (Moreno et al., 2018).

Por otro lado, el agua de coco es un bioestimulante que resulta positivo en el crecimiento radicular al parecer gracias a las cantidades presentes de citoquininas y auxinas encontradas en su análisis (Yong et al., 2008). Los tratamientos descritos (microorganismos eficientes y agua de coco) demuestran ser eficaces entre un 51 a un 52% con respecto al testigo. El resto de los tratamientos no muestran diferencias significativas con el testigo, por lo que se puede determinar que tendrían una escasa estimulación en el crecimiento radicular.

Tabla 3.6

*Prueba de Duncan para la longitud de la radícula en semillas de durazno (*Prunus pesica*) variedad Blanquillo para cada medio por tratamiento.*

Tratamiento	Medio	Descripción	N	Promedio	Grupo Duncan
T10	Ambiente	Micro. Eficientes	3	5,98	a
T13	Ambiente	AC + ME (35:15)	3	5,83	a
T9	Ambiente	Agua de Coco	3	5,37	a
T12	Ambiente	AC + ME (25:25)	3	3,61	b
T11	Ambiente	AC + ME (15:35)	3	3,25	b c
T8	Ambiente	Ácido Giberélico	3	2,76	b c
T2	Refrigerado	Agua de Coco	3	2,63	b c
T1	Refrigerado	Ácido Giberélico	3	2,57	b c
T4	Refrigerado	AC + ME (15:35)	3	2,32	b c
T14	Ambiente	Testigo	3	2,21	b c
T3	Refrigerado	Micro. Eficientes	3	2,11	b c
T6	Refrigerado	AC + ME (35:15)	3	2,07	b c
T5	Refrigerado	AC + ME (25:25)	3	1,92	b c
T7	Refrigerado	Testigo	3	1,66	c

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Con referencia a la tabla 3.6 del procesamiento de datos con la prueba de Duncan, se muestran las mejores interacciones que lograron mayor longitud radicular. Los tratamientos T10, T13 y T9 son los que alcanzaron longitudes de 5.98 cm, 5.83 cm y 5.37 cm respectivamente luego de 8 días de iniciada la germinación, dichos tratamientos no presentan diferencias significativas entre ellos, el resultado de esta investigación coincide en longitud con lo obtenido por Lauruta & Maldonado (2021), quienes realizaron la imbibición de semillas de café en soluciones de microorganismos eficientes al 3%, alcanzando 5.84 cm en longitud radicular a los ocho días.

La estimulación positiva de los microorganismos eficientes en el crecimiento radicular se debe a las rizobacterias presentes que colonizan la rizosfera y penetran la raíz sintetizando ácido indol acético lo que estimula el crecimiento de pelos radiculares y la misma raíz (Sanchez, 2020). Con referencia a los tratamientos T13 y T9, el agua de coco utilizado para la investigación fue de coco verde, según Yong et al. (2008) menciona que el agua de coco verde contiene niveles significativos de citoquininas que favorecen al mayor crecimiento radicular. El resto de los tratamientos no muestran diferencias significativas entre ellas, teniendo todos escasos estímulos con respecto al crecimiento radicular. Los tratamientos ubicados dentro de un medio refrigerado alcanzaron menor longitud, esto probablemente se deba a que las semillas tuvieron un período de 20 días dentro del medio refrigerado lo que causó según refiere Chaar (2013), se afecte o se paralice las etapas de crecimiento y desarrollo mediante el estancamiento de la división celular originada por este tipo de temperaturas.

IV. CONCLUSIONES

1. Se determinó que, en promedio, el medio refrigerado estimuló un mayor porcentaje de germinación de semillas de durazno (*Prunus persica*) de la variedad Blanquillo con 79.52%. Las mejores interacciones entre medios por tratamientos aplicados para mejorar el porcentaje de germinación en las semillas fueron los tratamientos T1 (ácido giberélico en medio refrigerado) y el T10 (microorganismos eficientes en medio no refrigerado) los cuales alcanzaron un 96.67% de germinación a los 30 días. Los tratamientos con agua de coco (T2 y el T9) demostraron bajos porcentajes de germinación de 73.33% y 60% respectivamente.
2. En cuanto a la velocidad de germinación, se encontró que los tratamientos puestos en condiciones no refrigeradas iniciaron su germinación a partir de los 8 DDS reduciendo en 8 días la germinación con respecto a los tratamientos puestos en condiciones refrigeradas que iniciaron a germinar a partir de los 16 DDS. La velocidad que demostraron los tratamientos en condiciones no refrigeradas fueron en conjunto superiores al inicio de la evaluación, para luego mantener una curva de velocidad casi constante y ser superadas por los tratamientos puestos en condiciones refrigeradas a partir de los 20 DDS, lo que conllevó a alcanzar mayor número de semillas germinadas al finalizar el periodo de evaluación. Este comportamiento de velocidades fue similar para todos los tratamientos aplicados a excepción del tratamiento T10 (Microorganismos eficientes en medio no refrigerado) el cual demostró mayor efectividad en la velocidad, generando 9.0 semillas germinadas (cerca del 90% de germinación) a los 16 DDS.
3. El medio que más favoreció el crecimiento de la radícula fue el medio sin refrigerar, originando un crecimiento promedio de 4.15 cm de longitud. Las mejores interacciones de medio por tratamiento que promovieron mayor crecimiento radical, a los 8 días después de la germinación, fueron el T10 (microorganismos eficientes) logrando 5.98 cm de longitud; el segundo y tercer mejor tratamiento fueron el T13 (AC +EM (35:15)) y el T9 (agua de coco) con 5.83 y 5.37 cm respectivamente.

V. REFERENCIAS

- APROLAB. (2007). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces*. Lima - Perú. Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú .
https://es.scribd.com/document/408123648/Manual-para-la-produccion-de-compost-con-microorganismos-eficaces#fullscreen&from_embed
- Balanguera, H., & Alvares, J. (2010). Efecto de la estratificación y cobertura plástica en semillas de *Gulupa* para obtención de plantulas. *UDCA*, 13(2).
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a11.pdf>
- Caiza, J. (2015). Efecto de tres tratamientos germinativos aplicados a tres especies forestales nativas en el Cantón Gonzalo Pizarro Provincia de Sucumbíos. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial], *Repositorio de la UTE*, Ecuador. <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20341>
- Calero, A., Quintero, E., Perez, Y., & Olivera, D. (2019). Evaluation of efficient microorganisms in the tomato seedling production (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(01).
doi:<https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Canchari, M. (2018). *Efecto del ácido giberélico, tiourea y nitrato de potasio en la germinación de semilla de durazno blanquillo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal De Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3551/1/TESIS%20AG1238_Can.pdf
- Chaar, J. (2013). Resistencia a heladas en plantas frutales. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(03). <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497009.pdf>
- Chávez, G. (2012). Evaluación de la aplicación de cinco dosis de microorganismos eficientes, para el control de *Pythium* sp. y *Fusarium* sp. en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lakes 659 en Lamas - San Martín. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín], *Repositorio institucional de UNSM.*, Perú. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/1229>
- Conde Vilca, P. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (Persea americana) Ayacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal De Huamanga]. repositorio institucional UNSCH Ayacucho - Perú. http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/3553/1/TESIS%20AG1240_Con.pdf
- Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas*. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Dago Dueñas, Y., Santana Baños, Y., & Hernández Guanche, L. (2021). Efecto de los bioestimulantes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de *Vigna unguiculata* Subsp. *Sesquipedalis*. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 11-17. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/442>

- Escalona Aguilar, M. (2011). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. *Tecnologías Alternativas para la Agricultura*. Universidad Veracruzana, Veracruz - México. <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- García, M., Martínez, P., & Dicenta, F. (2001). Influencia de la estratificación, el calor y la remoción de tegumentos en rupturas de la latencia de la semilla en la almendra. *Opciones Mediterraneas* (63).
- Heras, F. (2014). *Combinación de estimulantes naturales en la germinación de semillas de cacao (Theobroma cacao L.) en la granja Santa Inés*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala], Repositorio institucional. Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/881/7/CD284_TESIS.pdf
- Kanjana, W., Tomohiro, S., Ishii, K., Kozaki, T., Ligo, M. & Yamane, K. (2016). Análisis transcriptómico de la latencia de semillas después de enjuagar y enfriar en semillas ornamentales de *Prunus pérsica*. *BMC Genómica*, 17(575). doi:10.1186/s12864-016-2973-y
- Lauruta, A. & Maldonado, C. (2021). Microorganismos eficientes y de montaña en plantines de café (*Coffea arábica*) Caranavi - La Paz. *Apthapi*, 7(2). <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/97/88>
- Moreno, A., Carda, V., Reyes, J., Vasquez, J. & Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(01). doi:<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Morlejón, R. & Portilla, M. (2004). Establecimiento de las concentraciones óptimas de hormonas para el cultivo in vitro de ápices *coffea arabica*. *Cultivos tropicales*, 19(2), 37-45.
- Quino, L. (2017). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles forestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62916073003>
- Ramos, E. (09 de agosto de 2018). Brasil, una oportunidad dorada para el durazno de Perú. Agencia Agraria de Noticias, pág. 01. <https://www.agraria.pe/index.php/noticias/brasil-una-oportunidad-dorada-para-el-durazno-de--17202>
- Rojas Párraga, H. (2014). *Estudio del efecto de aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de digestión anaeróbica*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Perú. *Repositorio UNALM*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1878/F04-R633-T.pdf?sequence=5>
- Sanchez, A. (2020). Microorganismos eficientes o efectivos en la rehabilitación de los suelos. *Revista enfoques*, 1(5). www.madridmasd.org.
- Shoebitz, M. R. (2009). Plant growth promoting properties of a strain of *enterobacter ludwigii* isolated from *Lolium perenne* rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 1768–1774. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.12.031>

- Tanya, M., y Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Tognetti, J. & Salerno, G. (1994). Las plantas y el frío. *Ciencia hoy*, 05(25). Mar de Plata, Argentina. <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/hoy28/plantas04.htm>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2008). *National Nutrient Database for Standard Reference Nuts, coconut water*.
http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl/
- Yong, J., Ge, L. & Tan, S. (2008). Simultaneous analysis of different classes of phytohormones in coconut (*Cocos nucifera* L.) water using high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry after solid-phase extraction. *Analytica Chimica Acta*, 610(2).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.01.045>