UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

REVISIÓN DOCUMENTAL DE VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.

AUTORES

Evelyn Dayana Tarapuez Guachala

Heidy Nathaly Vásquez Romero

DIRECTOR

M. Sc. Jorge Luis Alba Rojas

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Evelyn Dayana Tarapuez Guachala con C.I: 1725933913 y Heidy Nathaly Vásquez Romero con C.I: 2100793625, hace constar que son autoras del Trabajo de Integración Curricular titulado: **REVISIÓN DOCUMENTAL DE VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.** el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, M. Sc. Jorge Luis Alba Rojas. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 21 días del mes de Julio del 2021.

Evelyn Dayana Tarapuez Guachala	**Heidy Nathaly Vásquez Romero**
1725933913	**2100793625**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de Investigación titulado: **"REVISIÓN DOCUMENTAL DE VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.".**

JULIO CESAR MUNOZ RENGIFO

Dr. C. Julio Muñoz Rengifo, PhD

Presidente del Tribunal

SEGUNDO ERNESTO VALLE RAMIREZ

Dr. Segundo Valle Ramírez, PhD

Miembro del Tribunal

JORGE ANTONIO FREILE ALMEIDA

M. Sc. Jorge Freile Almeida,

Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 193.1-SAU-UEA-2021

Puyo, 21 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Evelyn Dayana Tarapuez Guachala con C.I. 1725933913 y Heidy Nathaly Vásquez Romero con C.I. 2100793625, con el Tema: **"Revisión documental de variables que influyen en la germinación de Petroselinum crispum L., Curiandrum sativum L. y Apium graveolens L. "**, de la carrera, Ingeniaría Agropecuaria. Director de la investigación, MSc. Alba Rojas Jorge Luis, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 10%, Informe generado con fecha 21 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Al concluir con esta etapa importante en mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento a quienes han sido un pilar fundamental para cumplir esta meta, han caminado de manera conjunta conmigo, me han motivado y apoyado.

A Dios y a mis padres Marcelo Tarapuez y María Guachala que han confiado en mí, por su dedicación y paciencia, por levantarme en cada ocasión que quise rendirme, sin ellos esto no hubiera sido posible, gracias por guiarme con valores y principios.

A mis hermanos Daniel y Abigail por su amor y respaldo que me ofrecieron y sé que lo volverían hacer, a pesar de la distancia siempre sentí su voz de aliento, sintiéndome afortuna de tenerles a mí lado. A mi querida tía Sandra y primo José que han estado en momentos buenos y malos, con sus consejos y cariño que han sido reconfortantes para mí.

A Erika una gran amiga a quién estimo demasiado, que de manera conjunta con su familia me brindaron su apoyo incondicional, por cada palabra de aliento para seguir mi camino educativo y personal.

A Heidy Vásquez amiga y compañera de tesis por su apoyo, paciencia y responsabilidad que ha hecho este trabajo más fácil.

A mi querida Alma mater Universidad Estatal Amazónica, quién un día me recibió con los brazos abiertos para realizar mis estudios de educación superior.

Quiero extender un agradecimiento especial al Dr. C. Julio Muñoz Rengifo, PhD, principal colaborador del proyecto de titulación, quien guió y explicó cualquier tipo de duda que surgiera, gracias a su confianza y consejos, hemos podido culminar con éxito esta meta. Al M.Sc. Jorge Luis Alba director de tesis, por su apoyo al hacer posible este trabajo.

Evelyn Dayana Tarapuez Guachala

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mis abuelitos Segundo Vásquez y Dolores Pucha, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para poder vencer cada obstáculo y lograr una meta más en mi vida, por ser la luz en mi camino y guiarme y protegerme en cada paso que doy.

Agradezco de manera especial a mis padres Héctor Vásquez; Magdalena Romero, que, con su apoyo incondicional, esfuerzo, perseverancia y por sus valores inculcados pude llegar a cumplir una meta más, ya que durante toda mi vida han sido mi inspiración, orgullo y motivación para seguir adelante.

A mi novio Jefferson Coronel y a mis hermanos, por estar siempre apoyándome, motivándome y por ser un pilar fundamental para lograr una de mis metas propuesta.

A la Universidad Estatal amazónica, por darme el privilegio de pasar por cada una de sus aulas y por permitirme realizar mis estudios superiores. A cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos para nuestra formación académica y personal, y así poder ser una excelente profesional. Además, agradezco de manera especial a mi compañera de Tesis Evelyn Tarapuez, por brindarme su apoyo incondicional que me permitió culminar con éxitos mi proyecto de titulación. También quiero agradecer a mis tíos/as por siempre motivarme hacer una buena profesional y por ser un ejemplo a seguir. A mis compañeros, por los buenos y los malos momentos que se vivió durante el transcurso de la carrera.

Dar las gracias a mi director de proyecto M.Sc. Jorge Luis Alaba Rojas por brindar con nosotras su conocimiento y hacer posible este trabajo. Finalmente, al Dr. Julio Cesar Muñoz, PhD por su gran acogida y ayuda puesta en este trabajo, que, gracias a sus conocimientos impartidos, experiencia, confianza y apoyo incondicional, hemos podido desarrollar con éxito el proyecto de titulación.

Heidy Nathaly Vásquez Romero

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para las personas más especiales en mi vida mis padres, Marcelo Tarapuez, que ha estado al pendiente de cada logro de mí vida, con cada consejo y apoyo, aún recuerdo el día que me dijo hija recuerda que no existe el ¨yo hubiera¨ cuando quise rendirme, eres un grandioso padre, a mi madre querida María Guachala, siempre tan al pendiente de mí, con cada llamada y detalle hacía de mi vida más completa, ha sido mi apoyo y fuerza en todo momento, cada lagrima valió la pena porque esto este título es nuestro mamá. Ustedes han hecho un gran equipo, para hacer de mí una persona correcta, es un honor ser su hija, gracias por su amor y sacrificio que he logrado llegar hasta aquí.

A mis hermanos menores Daniel, Abigail y José, que vean en mi un ejemplo a seguir de esfuerzo y dedicación, para que yo pueda verlos triunfar, y superar cada obstáculo que se les presente, que mientras su hermana este los apoyara en todo momento, porque creo en ustedes y lo grandiosos que son, recuerden que nunca es tarde para cumplir los sueños.

A mi querida Tía Sandra, como una segunda madre, ha sido parte fundamental de mi crecimiento personal y profesional, sus palabras de aliento que hoy me fortalecen, gracias por ser especial en mí vida.

A mi mejor amiga Erika y su familia que me han acogido con los brazos abiertos, hemos recorrido nuestra etapa educativa juntas, es grandioso poder contar contigo en cada paso que doy hermanita.

Sobre todo, dedico esto a mis seres de luz que han hecho de mis días maravillosos y satisfactorios, el resplandor de mis ojos, hoy que las veo el esfuerzo de separarnos valió la pena, porque sin tan solo ninguna palabra me dijeron mucho, me acompañaron en esta etapa, mi gran motor, Luna y Camila, gracias por estar en cada noche de desvelo junto a mí, me enseñaron a ser más humana y responsable.

Evelyn Dayana Tarapuez Guachala

DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación va dedicado a mis padres Héctor Vásquez y Magdalena Romero, quien día a día luchan por qué no nos falten nada, gracias a sus esfuerzos, sacrificios y sus buenos valores inculcados me han permitido culminar con éxito una etapa más en mi vida.

A mis hermanos, para que sigan mi ejemplo y que valoren el sacrificio de nuestros padres, y que nunca en la vida se rindan, y si se caen levántese, que llegar a esta etapa es una de las satisfacciones más grande que pueden tener.

A todas las personas que me brindaron su apoyado incondicional y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que compartieron sus conocimientos conmigo.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mi Dios y a mis abuelitos Segundo Vásquez y Dolores Pucha que, aunque no estén esta esta etapa importante para mí, sé que desde cielo me cuidaron y me guiaron por el buen camino, para si poder llegar a cumplir unos de mis anhelos más deseados. A mis hijas gatunas Cielo y Petra que, aunque sin decir ninguna sola palabra me motivaron a no decaer, estando conmigo en noches de desvelo, apoyándome y no dejándome sola, diciendo mamá tu si puedes, no te duermas, estoy muy gradecida con mi Dios por haberme mandado estos ángeles que me acompañaron en esta etapa de mi vida. Gracias, mi Dios, que este sea el principio y no el final en la trayectoria de mi vida.

Heidy Nathaly Vásquez Romero

RESUMEN

Dentro de la familia apiaceae las especies a estudiar *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L., se caracterizan por ser plantas aromáticas, herbáceas o leñosas. Sin embargo, el principal problema que limita la germinación de estas especies es la germinación y vigor de las plántulas, siendo el mayor obstáculo para la producción agrícola. El objetivo general de este trabajo fue revisar documentalmente las variables que influyen en la germinación de las especies aromáticas, *Petroselinum crispum* L, *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L. La metodología que se llevó a cabo fue de tipo no experimental exploratoria y documental. Las variables definidas para analizar los estudios fueron cuatro: germinación, vigor, temperatura y humedad. Se muestran resultados favorables para la germinación de estas tres especies con Ácido giberélico (AG_3) a 200 mg/kg con un resultado del 100%. En cuanto a la variable vigor, con las especies mencionadas, la prueba de envejecimiento acelerado es uno de los métodos más eficientes para evaluar el comportamiento de las semillas, sometidas a estrés por altas temperaturas y humedad relativa durante un periodo determinado. La temperatura óptima para la germinación de estas tres especies es de 20°C, con una humedad del suelo de 11.31%.

Palabras clave: germinación, vigor, temperatura, humedad, apiaceae.

ABSTRACT

Within the apiaceae family, the species to be studied, *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. and *Apium graveolens* L., are characterized by being aromatic, herbaceous or woody plants. However, the main problem limiting the germination of these species is the germination and vigor of the seedlings, being the major obstacle for agricultural production. The general objective of this work was to review the variables that influence the germination of aromatic species, *Petroselinum crispum* L, *Curiandrum sativum* L. and *Apium graveolens* L. The methodology used was non-experimental, exploratory and documentary. Four variables were defined to analyze the studies: germination, vigor, temperature and humidity. Favorable results were obtained for the germination of these three species with gibberellic acid (GA3) at 200 mg/kg with a result of 100%. Regarding the vigor variable, with the species mentioned, the accelerated aging test is one of the most efficient methods to evaluate the behavior of seeds, subjected to stress by high temperatures and relative humidity during a determined period. The optimum temperature for germination of these three species is 20°C, with a soil humidity of 11.31%.

Key words: germination, vigor, temperature, humidity, apiaceae.

Tabla de contenidos

Capítulo 1: Introducción 1

1.1. Justificación 4

1.2. Planteamiento del problema 5

1.3. Objetivos 6

1.3.1. Objetivo general: 6

1.3.2. Objetivos específicos: 6

Capítulo 2: Fundamentación Teórica 7

1.4. Generalidades de la familia apiaceae 7

2.2.1 Condiciones importantes para producir hortalizas de hojas 7

2.2.2. Siembra 8

2.4. Germinación de la familia apiaceae 8

2.3. Variables que influyen en la germinación 9

2.3.1. Variables internas 9

2.3.2. Variables externas 10

2.4. Principales cultivos para estudiar dentro de la familia apiaceae 10

2.4.1. *P. crispum* 10

2.4.2. *C. sativum* 12

2.4.3. *A. graveolens* 14

Capítulo 3: Metodología de la investigación 18

3.1. Tipo de investigación 18

3.2. Métodos de Investigación 18

3.2.1. Método Exploratorio 19

3.2.1.1. Estrategias para la búsqueda de la información 19

3.2.1.1.1 Descriptores 19

3.2.1.1.2. Criterios de inclusión 19

3.2.1.1.3. Criterios de exclusión 20

3.2.1.2. Valoración de los resultados 20

Capítulo 4: Resultados 22

4.1 Variables bióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *P. crispum*, *C. sativum* y *A. graveolens* 23

4.1.1 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *P. crispum*. 24

4.1.2 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *C. sativum*. 27

4.1.3 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *A. graveolens.* 32

4.2 Variables abióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *P. crispum, C. sativum y A. graveolens.* 33

4.2.1 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *P. crispum.* 34

4.2.2 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *C. sativum.* 36

4.2.3 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *A. graveolens.* 37

Conclusiones 40

Recomendaciones 40

Referencias 41

Índice de tablas

Tabla 1 7

Clasificación taxonómica de la familia apiaceae o umbelliferae 7

Tabla 2 11

Taxonomía 11

Tabla 3 12

Taxonomía 12

Tabla 4 15

Taxonomía 15

Tabla 5 19

Listado de las palabras clave combinadas con operadores lógicos (OL) y operadores de truncamiento (OT) para la búsqueda de la información. 19

Tabla 6 25

Germinación (%) de P. crispum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 25

Tabla 7 26

Vigor de P. crispum con diferentes tratamientos. El tratamiento que presentó un mayor índice de velocidad de emergencia y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 26

Tabla 8 29

Germinación (%) de C. sativum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 29

Tabla 9 31

Vigor (Plantas/días) de C. sativum con diferentes tratamientos. El tratamiento que presentó un mayor índice de velocidad de emergencia y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 31

Tabla 10 33

Germinación (%) de A. graveolens con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 33

Tabla 11 35

Temperatura (°C) de P. crispum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 35

Tabla 12 37

Temperatura (°C) C. Sativum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 37

Tabla 13 38

Temperatura (°C) A. graveolens con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*). 38

Tabla 14 39

Humedad (%) P. Crispum, C. sativum, A. graveolens evaluados en diferentes estudios. El estudio que presentó una adecuada humedad paras las apiaceas se le agregó asterisco (*). 39

Índice de figuras

Figura 1. Germinación de la semilla apiaceaes. Tomado de Ruiz (2020)..... 9

Figura 2. Hojas, flores y tallos de *P. crispum.* Tomado de Agyare et al. (2017)..... 11

Figura 3. Hojas, flores, tallos y semillas de *C. sativum.* Tomado de Ashraf et al. (2020)..... 13

Figura 4. Hojas y tallos de *A. graveolens*. Tomado de Kooti & Daraei (2017)..... 15

Figura 5. Número de artículos en distintas bases de datos..... 22

Figura 6. Número de estudios por países. 22

Figura 7. Número de estudios por años..... 23

Figura 8. Estudios encontrados (%) utilizando los criterios de inclusión previamente descritos (Tabla 5)..... 23

Figura 9. Estudios encontrados (%) utilizando criterios de inclusión, previamente descritos (Tabla 5)..... 33

Capítulo 1: Introducción

La familia apiaceae o umbelliferae, son plantas aromáticas que tienden a ser aprovechadas por sus hojas o flores. Son especies herbáceas o leñosas, con hojas alternas, enteras o más frecuentemente divididas, con peciolos dilatados en la base, presentan una raíz pivotante muy significada, de naturaleza fibrosa y carnosa. Generalmente son plantas de climas templados, como de climas mediterráneos, que se han venido utilizando desde hace mucho tiempo atrás. Estas plantas son fragantes tanto frescas como secas (Faúndez, Faúndez y Flores, 2017).

De acuerdo con Steibel & Troiani (2000) esta familia presenta una distribución cosmopolita y reúne alrededor de 125 géneros y unas 3000 especies. Las mismas que son de gran importancia económica, tienen gran acogida en el mercado y su comercialización se la realiza tanto a nivel nacional como internacional. No obstante, también son utilizadas como fuentes medicinales y para fines de autoconsumo ya que proporcionan al cuerpo muchos beneficios como: proteínas, carbohidratos y vitaminas. Por otro lado, son empleadas en la producción de cosméticos y perfumes, debido a la gran cantidad de aceites esenciales que aportan (Silva, 2017).

La familia apiaceae son de ciclo corto y de fácil manejo, siendo importante tanto para las familias que las siembra como para quienes las consumen (J. Alba-Rojas, comunicación personal, 05 de mayo de 2021). La presente revisión documental estudia las siguientes especies: *Petroselinum crispum* L.(perejil), *Curiandrum sativum* L. (cilantro) y *Apium graveolens* L.(apio). Por un lado, *P. crispum*, es una planta aromática de origen mediterráneo que actualmente se cultiva en todo el mundo. Esta especie presenta un tallo erecto, con hojas pecioladas, raíz pivotante y bien desarrollada, sus semillas germinan con dificultad, y comienzan a disminuir su poder germinativo después de 2 años, lo que constituyen un factor importante a considerar, puesto que esta planta requiere de suelos con buena provisión de materia orgánica y aun adecuado drenaje, para su correcto desarrollo (Reyes, Zavala y Martínez, 2012).

Otra especie importante es *C. sativum*, comúnmente conocido como coriandro o cilantro. Es una planta herbácea anual de invierno-primavera (Velázquez, 2017). En si todas las partes de esta planta son comestibles, especialmente sus hojas frescas y secas, las cuales se ocupan en el campo culinario. Esta especie es aromática y medicinal, y se usa debido a sus propiedades tanto nutricionales como medicinales (Momim, Acharya & Gajjar, 2012).

La otra especie considerada en este estudio es *A. graveolens*, una planta bienal, con hojas aromáticas de sabor fuerte y color verde claro u oscuro, seccionadas, parecidas a las hojas de perejil con el cual está emparentado. Por lo general este cultivo necesita temperaturas frescas y abundante regadío, y de igual manera requiere de suelos ricos en materia orgánica y muy húmedos (López, 2017).

Para la producción de estas especies las semillas son uno de los insumos más importantes y una de las limitantes que más afectan la producción. Por lo tanto, producir semillas de buena calidad es un desafío que los agricultores enfrentan, ya que deben cumplir con diferentes parámetros, entre estos se encuentran: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria. Otra limitante que afectan a la producción de estas especies son los suelos con poca disponibilidad de nutrientes, lo cual puede impedir la germinación del 100% de los lotes (García, Ruiz, Lira, Vera y Mendez, 2016).

En el escenario actual, el aumento de la población mundial demanda más fuentes de alimentos, causando agotamiento de los recursos naturales y cambio climático en los sistemas de producción, los cuales enfrentan diversos problemas bióticos y abióticos (Muñoz-Rengifo et al., 2021). Estas tensiones abióticas y bióticas a menudo son interdependientes, causando cambios fisiológicos, morfológicos, bioquímicos y moleculares no deseados que afecten el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas (Bose, Kumar, Singhal & Mondal, 2018). Por lo tanto, la producción de plantas toma mayor relevancia, y en este contexto la germinación de las semillas es una de las actividades que deben estudiarse a mayor profundidad.

Lallana, Elizalde y García (2005) deducen que la germinación es el conjunto de procesos metabólicos y morfogenéticos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula, capaz de desarrollarse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. Por ende, la germinación de las semillas es muy importante en el ciclo de vida de la planta, ya que representan la unidad de dispersión y el medio de perpetuación de la especie. Además, para cada semilla hay una temperatura mínima y una máxima en la que ocurre la germinación. Estas temperaturas son conocidas como las temperaturas cardinales de germinación. El límite inferior está alrededor de 0°C, el óptimo oscila entre los 25 y 31°C y el máximo entre 40 y 50°C (Courtis, 2013). Sin embargo, estas no son las únicas variables que tienen influencia sobre la germinación, en esta revisión documental se analizan diversas variables bióticas y abióticas que a lo largo de la historia se han analizado para mejorar la germinación.

En una investigación de revisión documental o experimental es de vital importancia, gracias a que permite explorar el estado del conocimiento actual entorno a un tema en específico, debido a que ayuda identificar investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; construir premisas de partida; consolidar autores para elaborar una base teórica (López, 2014). Este estudio, permitió tener una revisión más clara acerca de las variables bióticos y abióticos que tienen un efecto sobre la germinación de la familia apiaceae. Se debe considerar estas variables a la hora de establecer el cultivo de estas especies, basándose en la fase de semillero o realizando siembra directa.

1.1. Justificación

Garcia, Torres, Saldivar, Vera y Mendez (2016) plantean que debido a la importancia que tiene la germinación al inicio de la vida de la planta, existen aspectos que se deben considerar para reducir riesgos en la germinación de hortalizas, como, por ejemplo: capacidad de germinar, aspectos genéticos, físicos y fisiológicos. En cuanto a los aspectos fisiológicos se pueden ver beneficiados a través de tratamientos directos de la semilla antes de sembrar. Esto se ve afectado durante la producción, almacenamiento y transporte de las semillas, es necesario realizar un control de calidad, con el objetivo principal de cumplir con estándares de germinación y vigor. Los aspectos antes mencionados tienen gran relevancia, ya que el mercado de las semillas ha experimentado grandes cambios como la globalización y el incremento de su valor.

En ecuador el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2015) expresó:

> Que existe poco interés con respecto al uso de semillas certificadas, lo que acarrea bajos rendimientos. La producción de semilla básica y registrada es el punto de partida para la obtención de semillas; toda la producción de estas categorías de semillas las realiza el INIAP en condiciones de laboratorio y campos experimentales. Sin embargo, la cantidad producida no es suficiente para abastecer la creciente demanda de materiales certificados en el país. (p.12)

La siguiente revisión documental se enfocará en revisar las variables que influyen en la germinación de las especies *P. crispum, C. sativum* y *A. graveolens.* De esta manera se facilitará a los productores información que ayude a tener cultivos libres de patógenos que logren influir en el desarrollo de las plántulas y más adelante el incremento vegetativo y reproductivo de las hortalizas de hojas, asegurando altos rendimientos productivos (Álvarez et al., 2020).

1.2. Planteamiento del problema

La horticultura en el Ecuador está principalmente en la Sierra, con una participación del 86 %, el resto en la Costa ecuatoriana 13 %, y, en la Amazonía 1%. Las provincias con mayor producción son: Carchi, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo, Pichincha y Cotopaxi (Martínez y Quispe, 2011). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) informó sobre la importancia que tiene las hortalizas en la alimentación y la buena nutrición de la familia; sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por su alto contenido de minerales, vitaminas y proteínas que contribuyen a mejorar y mantener la buena salud. Al ser plantas cultivadas con fines de autoconsumo, también son utilizadas para la comercialización en mercados internos y externos, con la finalidad de atribuir ingresos económicos adicionales para el hogar.

Desde el punto de vista de Pérez (2007) la germinación es un proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla; esto ocurre cuando el suelo cuenta con las condiciones favorables, temperatura y humedad. Cabe recalcar que no todas las semillas tienen las mismas exigencias para la germinación, por lo que es importante conocer los requerimientos de cada semilla. Las hortalizas de hojas para que puedan tener una germinación adecuada requieren de un clima templado. Sin embargo, por la diversidad de materiales genéticos disponibles para diferentes condiciones climáticas, comercialmente se las considera no estacionales, debido a que estas tres especies se adaptan a cualquier tipo de terreno (Vargas,1991).

El mismo autor menciona que las variables ambientales que afectan a la germinación de semillas en el campo son: el exceso de humedad, temperatura inadecuada, latencia de la semilla, malas condiciones en el suelo. Estas variables constituyen una limitante para la germinación de la semilla, por tal motivo es importante que la sociedad tenga a disposición información actualizada sobre todo lo que concierne a la germinación de estas especies. Partiendo de este breve contexto se plantea esta investigación.

¿Qué variables influyen en la germinación de las especies aromáticas, *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

- Revisar documentalmente las variables que influyen en la germinación de las especies aromáticas, *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Describir las variables bióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.
- Determinar las variables abióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *Petroselinum crispum* L., *Curiandrum sativum* L. y *Apium graveolens* L.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

1.4. Generalidades de la familia apiaceae

Incluye algunas de las plantas medicinales más importantes del mundo. Con más de 100 especies registradas en la medicina tradicional china, dado que más de diez especies son material medicinal de uso común. Sin embargo, debido a las similitudes morfológicas, las altas demandas del mercado y los factores regionales, los sustitutos y adulterantes a menudo se mezclan con los genuinos en el mercado medicinal (Wei, Gao, Zhou & Liu, 2019).

Por otro lado, Stein (2014) enfatiza que estas familias también son conocidas como plantas anuales, bienales o perennes, en ocasiones sufrútices o incluso arbustos. Son plantas muy conocidas como condimentos o por sus valores medicinales, debido a la gran cantidad de aceites esenciales que contienen. Detrás de estas plantas se esconden especies comestibles y muy empleadas en la gastronomía, su principal característica son sus propiedades aromáticas, tales como: apio, nabo, perejil, hinojo, cilantro, perifollo, zanahoria y eneldo. En general las Apiaceae están muy cotizadas por sus propiedades esto se debe a su alto contenido en aceites esenciales.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la familia apiaceae o umbelliferae

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
División	Magnoliophyta
Orden	Umbellales

Tomado de Stein (2014)

2.2.1 Condiciones importantes para producir hortalizas de hojas

- Agua. - El factor más importante es el agua. Sin agua para riego no es posible cultivar las hortalizas de hojas. Debe ser limpia y en cantidad abundante (Proyecto J-Green, 2005).
- Suelo. - La Organización Esperanza Bolivia (OEB, 2016) indicó que el suelo debe ser blando y contener mucha materia orgánica, es conveniente agregar estiércol de 3 a 5 kg/m^2 ya que los suelos orgánicos son los más indicados, para su producción. Se adaptan a cualquier tipo de terreno, pero por lo general prefieren suelos profundos, sueltos, frescos, provistos de materia orgánica muy descompuesta y limpia de malas hierbas. El suelo debe de ser neutro, no tolerando un pH inferior a 6,5 ni superior a 8.

2.2.2. Siembra

El Proyecto J-Green (2005) informó que la siembra para la familia apiaceae se realiza de forma directa en un lugar definitivo. En surcos corridos trazados cada 30 a 50 cm. Otras especies como la lechuga, cebolla y el repollo se siembran primero en almácigo (en surcos trazados cada 10 cm) y luego de haber transcurrido el tiempo necesario se trasplanta al lugar definitivo. El periodo de germinación de la familia Apiaceae dura entre 25-40 días. La recolección se realiza a partir de los 80 a 90 días tras la siembra (Stein, 2014).

El Proyecto J-Green (2005) también mencionó que para sembrar se deberán cuidar los siguientes puntos:

- Usar semillas nuevas, de buena calidad y germinación.
- No echar muchas semillas juntas.
- Cubrir la superficie con paja para evitar el golpe de las gotas de lluvia, la sequedad o el ataque de pájaros.
- Cuando comienza a germinar, retirar la cobertura.
- La profundidad del tape para hortalizas de hoja se establece que debe ser de 5 a 8 veces el diámetro de la semilla.

2.4.Germinación de la familia apiaceae

Herrera (2016) manifiesta que la germinación es un proceso metabólico, donde el embrión se encuentra en estado de latencia e inicia su crecimiento y desarrollo, mediante una fase metabólica activa, la cual es responsable de proporcionar energía y nutrientes necesarios para la vida de una planta. La semilla está compuesta por células meristemáticas de crecimiento reducido o suspendido, reservas de alimento y una cubierta protectora restrictiva, muy importante en la regulación de la germinación. Además, debe tener un embrión viable, que posibilite que los componentes externos sean favorables y que no presente componentes internos que impidan la germinación. Sabatino, Rovere y Maceira (2015) afirmaron que las semillas de la familia Apiaceae pueden presentar dormancia morfofisológica, ocasionada por el embrión rudimentario, que como el nombre lo indica es una combinación de dormancia morfológica y fisiológica. La familia apiaceae perteneciente al grupo de las angiospermas, posee semillas dicotiledóneas que se caracterizan por disponer dos cotiledones donde nace una

radícula, que da paso al hipocótilo que pertenece al tallo principal el que conlleva a una serie de procesos que originan una nueva planta (Figura1; Ruiz, 2020).

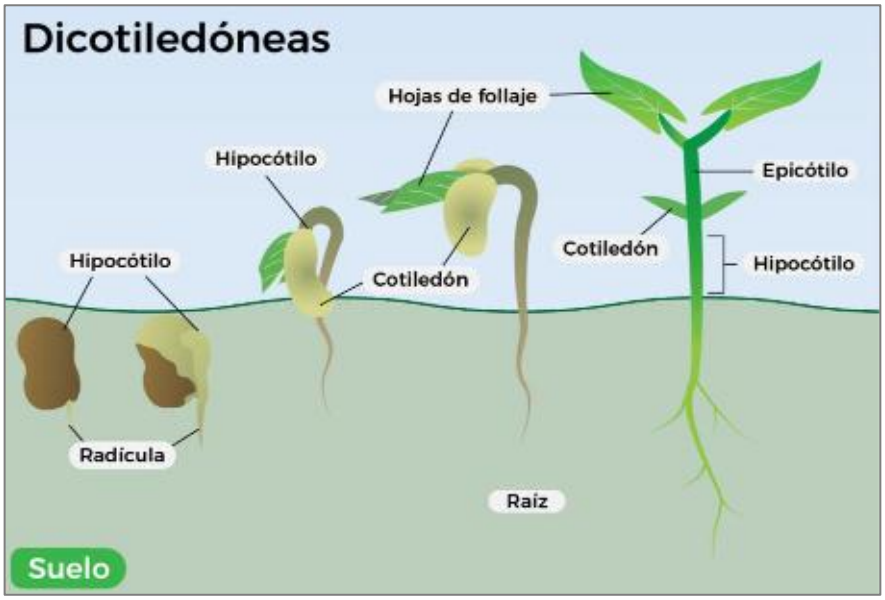


Figura 1. Germinación de la semilla apiaceaes. Tomado de Ruiz (2020)

2.3. Variables que influyen en la germinación

2.3.1. Variables internas

- Madurez de las semillas. - De acuerdo con Gastón (2017) una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. El mismo autor menciona que la madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla culminan su desarrollo, finalizando cuando el embrión alcanza su máximo desarrollo. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar una serie de transformaciones fisiológicas. Mientras que la madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, como en la mayoría de las especies cultivadas; o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas.
- Viabilidad de las semillas. - La viabilidad de las semillas es el período de tiempo donde las semillas conservan su capacidad para germinar. Este periodo varía en dependencia del tipo de semilla que se vaya a germinar y de las condiciones de almacenamiento (Gastón, 2017).

2.3.2. Variables externas

- Humedad. – Según Cruz (2019) la absorción de agua es el primer paso, y el de mayor relevancia, que tiene sitio a lo largo de la germinación; para que la semilla recupere su metabolismo es elemental la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua a la semilla se debe a una diferencia potencial hídrica entre la semilla y el medio que le rodea. Un exceso de humedad actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada del oxígeno al embrión.
- Temperatura. – Como dice Pérez (2007) la temperatura es uno de los principales factores que controla la germinación, ya que actúa sobre las enzimas que intervienen en el proceso. Debido a que las enzimas son las encargadas de regular la rapidez de las actitudes bioquímicas que ocurren en la semilla luego de la rehidratación. Esta puede dañar primordialmente a la actividad enzimática, la cual es fundamental para la degradación de las sustancias de reserva.

2.4. Principales cultivos para estudiar dentro de la familia apiaceae

2.4.1. *P. crispum*

Agyare, Appiah, Boakye y Apenteng (2017) describieron que el perejil es una planta herbácea de olor penetrante del género *Petroselinum*. Que se caracteriza por su color verde brillante, se cultiva ampliamente en las regiones tropicales, subtropicales y templada. Es una especie que se cultiva ampliamente como planta anual. Tradicionalmente, las raíces de *P. crispum* se han utilizado como un potente diurético, antimicrobiano, antiséptico, antiespasmódico y en el tratamiento de trastornos gastrointestinales , inflamación, halitosis, cálculos renales y amenorrea.

En la opinión de Stein (2014) el nombre genérico del perejil, *Petroselinum*, proviene del griego Petrol que significa piedra o roca, por los suelos rocosos en el que habitualmente crece. Es originario de la isla de Cerdeña desde donde se extiende a todos los países del Mediterráneo. El perejil contiene apiína y flavonoides, compuestos que le confieren acción diurética y antioxidante; aceite esencial rico en apiol y miristicina, que le otorga propiedades emenagogas (estimula la menstruación) y vasodilatadoras, además contiene vitaminas A, C y E, fósforo, hierro, calcio y azufre (Troncoso y Guija, 2012).

El perejil es una planta bianual, perenne con una altura de 30-80 cm de corta duración, de hojas rizadas y espesas, de color verde, con raíces primarias largas muy ramificada; que se cultiva como hortaliza por sus hojas y raíces (Figura 2). Además, es una planta que crece mejor

a la sombra, pero es capaz de crecer en la mayoría de las condiciones climáticas. Esta planta necesita gran cantidad de fertilizantes nitrogenados para una gran producción, además es una hierba común cosmopolita cada vez más frecuente en todas partes del mundo (Vivanco, León, Castro y Ramos, 2012*).*



Figura 2. Hojas, flores y tallos de *P. crispum.* Tomado de Agyare et al. (2017)

Tabla 2

Taxonomía

Reino	Plantae
Clase	Angiospermas
Clado	Eudicotiledóneas
División	Magnoliophyta
Subclase	Dicotyledoneas
Orden	Apiales o Umbeliflorae
Familia	Apiaceae
Género	*Petroselinum*
Especies	*Petroselinum hortense*, *Petroselinum crispum*

Tomado de: Stein (2014).

2.4.2.1. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

- Clima. - Japón (1985) señaló que el perejil es un cultivo que prefiere los climas cálidos, resiste bien al frio. En consecuencia, se puede cultivar, prácticamente en todo tipo de climas. Pero es necesario recalcar que es una planta sensible a las heladas, a la sequía y a los vientos fuertes.

2.4.1.2. Suelo

Necesita de suelos profundos y sueltos con buena provisión de materia orgánica. Por esta razón es recomendable preparar convenientemente el suelo con compost y a lo largo del ciclo puede agregarse lombricomposta o algún abono orgánico líquido. Las temperaturas óptimas para este cultivo se ubican entre los 15 y 18ºC. Es exigente en el contenido de agua del suelo, se estima que requiere en 800 a 1000 milímetros en todo su ciclo de desarrollo. No tolera encharcamientos y su siembra suele realizarse normalmente entre finales del invierno y mediados del verano (Molina, 2014).

2.4.2. *C. sativum*

2.4.2.1. Origen y distribución

El cilantro pertenece a la clase Dicotiledónea, es miembro de la familia Apiaceae y se considera que es originario de Europa Meridional, Asia Menor y Norte de África, encontrándose espontáneamente en algunas regiones españolas. Su introducción a América Latina fue en 1519 durante la colonización y después a través de Massachussets, Estados Unidos en 1670 por inmigrantes europeos. Se cultiva en Europa, Medio Oriente, Norte de la India, Asia Menor y América (Dávila, 2003).

Tabla 3

Taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Género	*Coriandrum*
Especie	*sativum*

Tomado de Stein (2014)

2.4.2.2. Descripción botánica

De acuerdo con Dávila (2013), el sistema radical del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características es muy difícil su trasplante. El tallo es dicotómico, delgado, cilíndrico, hueco, suave, herbáceo y erecto, llega a medir hasta 90 cm de altura. Sus hojas son de color verde claro u oscuro, compuesta por dos tipos de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. La planta de cilantro se caracteriza por flores blancas a rosadas dispuestas en umbelas, con semillas suaves,

diminutas (Figura 3). Siendo una parte valiosa de esta planta debido a la presencia de compuestos aromáticos característicos (Ashraf, Ghufran, Akram, Mushtaq & Sultana, 2020).



Figura 3. Hojas, flores, tallos y semillas de *C. sativum.* Tomado de Ashraf et al. (2020)

2.4.2.3. Requerimientos edafoclimáticos

- Altitud. -Las altitudes pueden variar en dependencia de la zona, en zonas tropicales se tiene una altitud desde 600 a 2500 msnm. Así mismo en regiones de climas cálidos y frescos con altitudes de 1000 – 1700 msnm (Encarnación, 2015).
- Temperatura. - La semilla de cilantro puede germinar a partir de los 15ºC en un tiempo aproximado que va desde los 10 a los 21 días. Estas semillas también pueden ser puestas a germinar a temperaturas bajas de 3 a 4ºC durante 15 días. Cabe mencionar que el cilantro es un cultivo que soporta bajas temperaturas debido a la alta concentración de azúcares en sus tejidos (López, 1999).
- Horas luz y precipitación. - El cultivo de culantro necesita una precipitación durante su ciclo de 300 a 400 mm. Teniendo una luminosidad de 5-6 horas/sol/día (Encarnación, 2015).

2.4.2.1. Variables germinativas

- Poder germinativo. - El poder germinativo de la semilla de cilantro varía de seis a ocho años. Es necesario dejar éstas después de cosecharlas por lo menos tres meses en un lugar seco, puesto que si se siembra inmediatamente después de cosecharlas no germinan (García, 2002).
- Estado latente. - Es la incapacidad que tiene la semilla para poder germinar debido a las condiciones genéticas; controladas internamente o a un medio ambiente desfavorable.

En germinación la semilla existe dos tipos de estado latente: el interno que es la incapacidad de la semilla para germinar como resultado de sus condiciones internas esto podrá incluir la presencia de un embrión no desarrollado antes de que pueda germinar (por ejemplo, puede requerir una temperatura baja); o la presencia de ciertos inhibidores químicos; los cuales deben ser removidos normalmente por lixiviación; antes de que pueda producirse la germinación. El estado latente externo es el que se manifiesta como la incapacidad de crecer como resultado de condiciones externas desfavorables como son: falta de humedad o temperatura, oxígeno y luz insuficiente (Díaz, 2002).

- Vigor. - Es la suma de todas las propiedades las cuales determinan el nivel de actividad y la respuesta durante la germinación y emergencia de la plántula (Guillen, Velásquez, Cruz, Márquez y Osorio, 2018).
- Imbibición. - Es el período durante el cual la semilla absorbe agua y se hincha. El agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos que terminarán en el desarrollo de la planta (De la cuadra, 1992).

2.4.3. *A. graveolens*

Como señalan Turner, Lignou, Gawthrop, & Wagstaff, (2021) el apio es una verdura que se consume con regularidad y proporciona sabores fuertes y distintos a los platos, así como beneficios para la salud. Los constituyentes del perfil aromático del apio incluyen una gama de compuestos volátiles (terpenos, ftalidas y aldehídos) que contribuyen a su olor y sabor característicos. Las características que le distinguen es su color verde, con tallo, hueco, cilíndrico, anguloso, acanalado y corto del que sale una roseta de hojas alternas, con peciolos largos, carnosos y sabrosos que se denominan pencas; su raíz es pivotante, potente y profunda, con raíces secundarias superficiales y del cuello de la raíz brotan tallos herbáceos que alcanzan de 30 a 80 cm de altura (Figura 4). La OEB (2016) también expresaron que el apio contiene vitaminas A, B1, B2, B6, B9, C y E, minerales como el potasio, sodio, calcio, zinc, magnesio, hierro, azufre, fósforo, cobre y silicio, aceite esencial y fibra.



Figura 4. Hojas y tallos de *A. graveolens*. Tomado de Kooti & Daraei (2017)

2.4.3.1. Origen

El apio es una planta bienal procedente del Mediterráneo, existiendo otros centros secundarios como el Caúcaso y la zona del Himalaya. Se conocía en el antiguo Egipto. Su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte (Andrade, 2015).

Sbai, Zribi, Della Greca & Haouala (2016) señalaron que el apio se ha cultivado durante los 3000 años en Egipto faraónico, y fue conocido en Chinca en el siglo V a.C. Debido a las propiedades medicinales y su popular aroma se utiliza como una hierva aromática y especia. Planta que es cultivada por sus tallos y hojas, que posee usos culinarios para platos como ensaladas y sopas.

Es oportuno mencionar que ayuda a disminuir el dolor artrítico, para el tratamiento de enfermedades reumáticos. Por lo tanto, posee distintas actividades fisiológicas como efectos; antiinflamatorios, anticancerígenos e inclusive es utilizado como insecticida natural. Además de ser una planta con diversas propiedades aromáticas y medicinales, pocos estudios arrojaron investigaciones sobre los efectos alelopáticos de *A. graveolens* (Sbai et al., 2016).

Tabla 4

Taxonomía

Reino	Plantae
Sub reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Género	*Apium*
Especies	*Graveolens*

Tomado de Machaca (2007)

2.4.3.2. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

- Clima. – Considerado un cultivo de clima templado, no tolera el frio de invierno. Cuando la planta se encuentra en la etapa de desarrollo ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, ocasionando que la planta florezca antes de tiempo. Este problema se ve disminuido cuando el suelo está acolchado con lámina de plástico (Andrade, 2015).
- Temperatura. – Surec (2017) manisfestó que la temperatura óptima para el ciclo vegetativo del apio es de 5ºC a 18ºC. Las temperaturas por debajo de los 12º C inducen floración precoz. Temperaturas menores de 16ºC promueven a floración temprana.
- Humedad. - Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerado. Si el suelo sufre sequedad, da lugar a un abastimiento de los tejidos y por lo tanto causa una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula, debe tener un crecimiento continuo (Machaca, 2007).

2.4.3.3. Suelo

En cuanto a suelo se refiere, el apio es un cultivo exigente, aunque puede adaptarse a suelos de diferente textura: suelos francos, francos arenosos, francos arcillosos, ricos en materia orgánica. Además, requiere de un suelo profundo, ya que su sistema radicular alcanza gran longitud vertical. Cabe mencionar que también es un cultivo exigente en boro, siendo un elemento esencial que no debe faltar en el suelo. No soporta suelos salinos y requiere de una buena preparación del terreno para favorecer la salida del exceso de agua. En cuanto al pH, se sitúa en el intervalo de 6 a 7.5, con una ligera tolerancia a la acidez (Machaca, 2007).

2.4.3.4. Variables germinativas

- Latencia de la semilla. -Es muy irregular y está muy marcada, atribuyéndole mayor o menor grado, según la localización de la umbela en donde se haya formado. Existen factores que van vinculados entre sí, tal como atribuir mayor resistencia a la fisiopatía cuanto más marcada es la latencia (López, 2017).
- Poder germinativo. – Carillos (2002) destaco que las semillas conservan su poder germinativo cuatro años, al menos el 50% de las semillas puede germinar después de 3 a 5 años de almacenamiento en condiciones favorables. El cultivo del apio tiene dos fases: semillero y trasplante; siendo la primera fase la más delicada y difícil, ya que la semilla de apio tarda 15-20 días en germinar. La germinación sucede a temperaturas de

10-15ºC. Cuando las plantas tienen al menos dos hojas se trasplantan a un semillero para que se fortalezcan sus raíces, colocando en semilleros hasta que logren una altura de 12-15 cm de altura; para proceder a su trasplante en campo, esto se lo hace distancia de 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas.

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1. Tipo de investigación

La siguiente investigación es de tipo no experimental exploratoria y documental. Se realizó una búsqueda de fuentes de información primarias tales como: artículos científicos de investigación, libros y fuentes de información secundarias a considerar: artículos de revisión bibliográfica, directorios o repositorios de tesis según Martínez (2016). Estas fuentes de información sobre las variables bióticas y abióticas que influyen en la germinación del cultivo *P. crispum, C. sativum* y *A. graveolens* fueron buscadas en idioma español e inglés.

3.2. Métodos de Investigación

El método de investigación que se utilizó en la presente revisión documental es de orden secundario. Con el fin de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados, se realizaron búsquedas o revisiones documentales en las siguientes bases de datos (BD): Scielo (FAPESP and BIREME; Brasil), Redalyc (UAEM; México) y Google académico (Google, LLC - Alphabet Inc; USA). Las variables para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos se las describe a continuación:

Para el cumplimiento del objetivo específico número uno se incluyeron las variables bióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *P. crispum, C sativum*, y *A graveolens*. Donde se definieron variables universales que permitieron un estudio y comparación de la información, descrita a continuación.

Variables bióticas:

Germinación (%)

Vigor (Plantas/día)

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico. Se estudiaron las variables abióticas que influyen en el proceso de germinación de las especies aromáticas *P. crispum, C. sativum* y *A. graveolens*, mediante las variables descritas a continuación.

Variables abióticas:

Temperatura (°C)

Humedad (%)

3.2.1. Método Exploratorio

El método exploratorio tuvo como finalidad buscar y obtener información básica y concreta que permitió dar cumplimiento con los objetivos específicos propuestos en la siguiente investigación documental.

3.2.1.1. Estrategias para la búsqueda de la información

3.2.1.1.1 Descriptores

Se realizó la búsqueda de información utilizando los siguientes descriptores: germinación y semilla (debido a que contiene al embrión y testa). Se consideraron operadores lógicos "y" y "o" (en inglés, and y or, respectivamente) para los casos en los que se necesitó incluir y excluir criterios en la búsqueda; y, de truncamiento.

3.2.1.1.2. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión para la búsqueda de la información fueron los siguientes:

1. Palabras clave. Se eligieron palabras clave contenidas en cada uno de los descriptores y posteriormente se los combinaron con los operadores lógicos, de esta forma se obtuvo una combinación de palabras clave (fórmula para la búsqueda) para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos (Tabla 5). Los términos se describieron en español, no obstante, una vez finalizada la búsqueda en este idioma fue traducido al inglés, cuando se culminó la búsqueda en el idioma inglés, se repitió el ejercicio con el idioma portugués.

Tabla 5

Listado de las palabras clave combinadas con operadores lógicos (OL) y operadores de truncamiento (OT) para la búsqueda de la información.

N	Palabras clave combinadas	OL	OT
Para el cumplimiento del primer objetivo especifico			
1	Germina* hortalizas; *Petroselinum crispum* L		*
2	*C*ilantro. and variables	and	
3	*Apium graveolens* L. y variables; agriculture*	y	*
4	*Petroselinum crispum L.* o*r cilantro;* agricultura *	or	*
5	*Petroselinum crispum; Apium graveolens;* poder germinativo o proceso germinativo	o	
Para el cumplimiento del segundo objetivo específico			
6	*Petroselinum crispum* L. y labores culturales	y	
7	Apiaceaes and hortalizas; variables edafoclimáticas	and	
8	Humedad y germinación; temperature*; umbelíferas	y	*
9	*Apio; Perejil; Cilantro and t*axonomía	and	
10	Climate*; Apiaceaes		*

2. Año de la publicación. Se tomaron en cuenta estudios de los últimos 10 años, con algunas excepciones a considerar: en cuanto a las variables de germinación, vigor y temperatura.
3. Número de estudios. De los resultados que arrojaron las búsquedas se seleccionaron al menos, 10 artículos científicos, 6 libros, 20 tesis de pregrado y 1 tesis de posgrado esto según los criterios de inclusión.

3.2.1.1.3. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión a considerar fueron los siguientes:

Fuentes de información. Se excluyó de la búsqueda, fuentes que provengan de sitios de webs abiertas.

Documentos que no tengan información con el tema a tratar en la revisión documental.

Año de publicación. Se excluyó lo que tenga más de 10 años

3.2.1.2. Valoración de los resultados

Para la inclusión de estudios se consideraron los siguientes criterios: 1) fuentes oficiales o verificables (que presentaron rigurosidad científica, es decir artículos que se encontraron publicados en revistas indexadas o información que haya pasado por una revisión por pares académicos, o un tribunal); 2) conveniencia de escalas; y, 3) métodos estandarizados para la medición de variables. Sin embargo, debido a la universalidad de la ciencia, en algunos casos se encontraron estudios que no cumplían los criterios 2 y 3, y también fueron incluidos debido a la importancia de sus resultados y la otra perspectiva desde la que se enfocan los resultados.

3.2.1.3. Manejo de la información

Una vez recopilada la información, se realizó una lectura crítica, después de haber analizado los documentos con la información obtenida de acuerdo con el tema y a los objetivos de investigación, se procedió a identificar y agrupar por separado los documentos que contenían información de las especies aromáticas a estudiar. Para el cumplimiento de los diferentes objetivos de la investigación se realizaron tablas en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation; USA). Las tablas con información para dar cumplimiento a los objetivos específicos contenían en la parte superior (en las primeras celdas y de izquierda a derecha) el año de publicación, título del artículo, enlace de acceso a las BD, nombre de los autores, objetivo del estudio, lugar de investigación, y en el mismo orden en las siguientes celdas de la hoja de cálculo las variables bióticas (germinación (%), Vigor (Plantas/día; Semillas/día)) y variables abióticas (temperatura (°C), humedad (%),).

Finalmente, en la tabla se organizó toda la información obtenida en la búsqueda realizada, lo que permitió sintetizar analizar y escribir los resultados.

Capítulo 4: Resultados

En las distintas bases de datos utilizadas se encontraron un total de 58 estudios, los cuales fueron utilizados en este trabajo de revisión documental. Los estudios encontrados en Google académico representan el 78 % (45 estudios; Figura 5), mientras que en las bases de datos Scielo, Science direct y Springer se encontraron estudios por debajo del 8.6% (5 estudios; Figura 5).

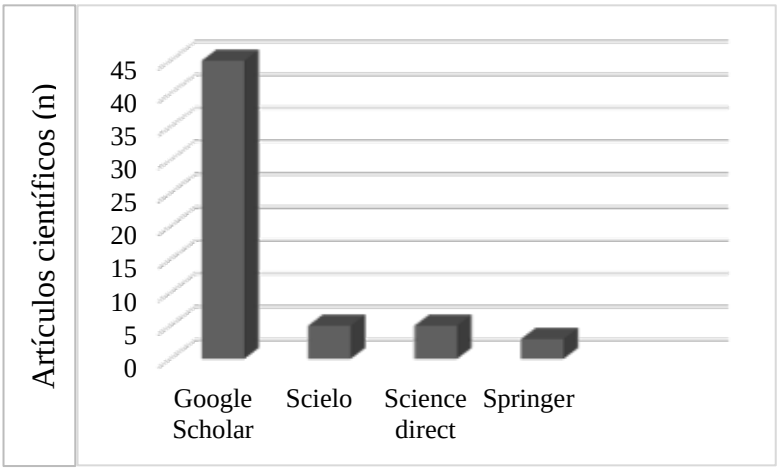


Figura 5. Número de artículos en distintas bases de datos**.**

Al analizar las bases de datos, la información se clasifico por países, donde en México se encontró un mayor número de estudios (8; Figura 6), seguido de Ecuador y Colombia con siete estudios de cada país, mientras que de los otros países se encontraron por debajo de cinco estudios (Figura 6).

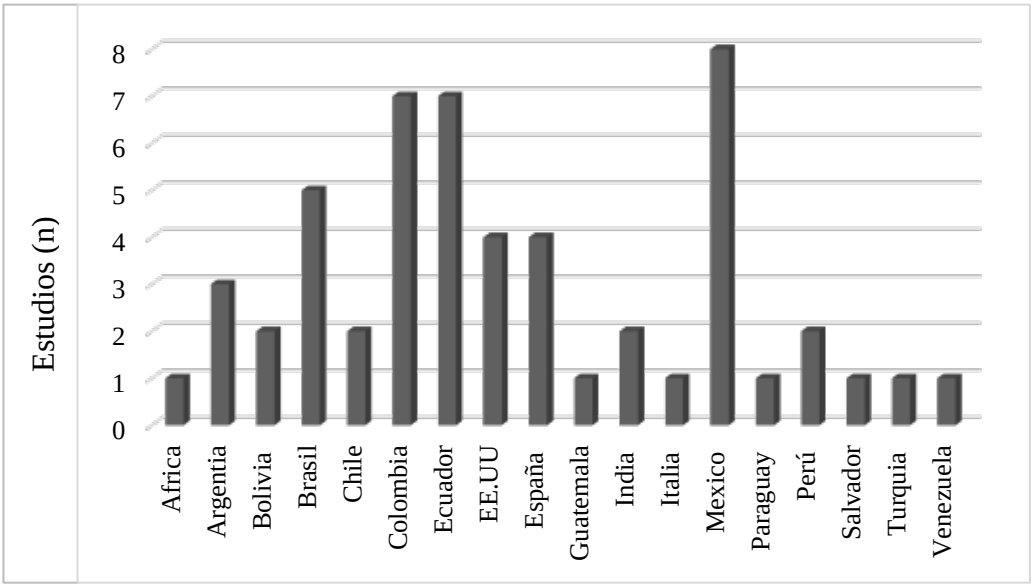


Figura 6. Número de estudios por países.

La información que se obtuvo se clasificó de los últimos 10 años, pero debido a pocos resultados en cuanto a la búsqueda de variables que influyen en *P. crispum*, *C. sativum* y *A. graveolens*, se utilizaron artículos científicos desde 1974 (1.74%; Figura 7), no obstante, en el año 2017 hubo un mayor número de estudios (17.64%) que se muestra a continuación (Figura 7).

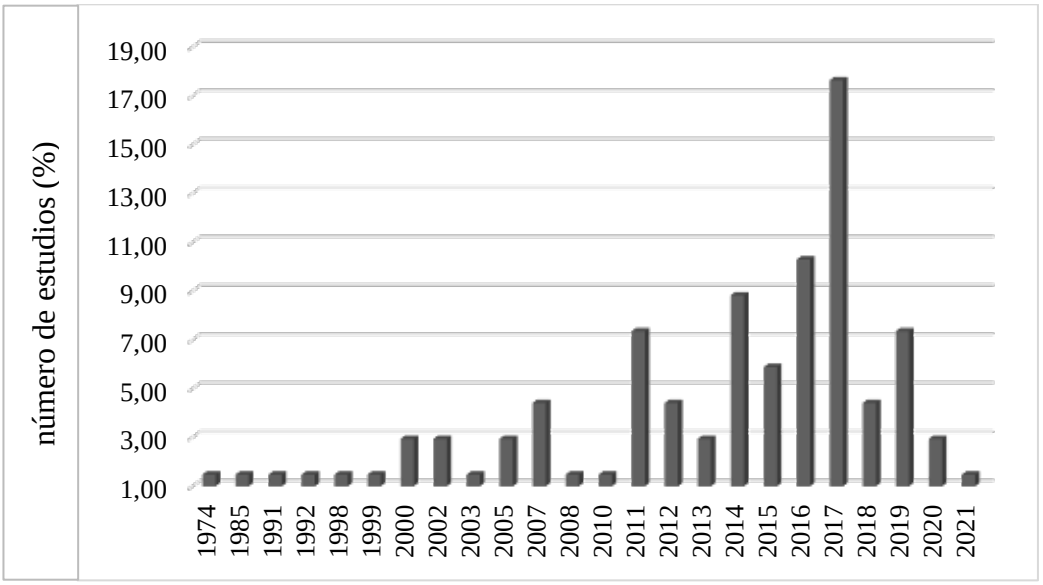


Figura 7. Número de estudios por años.

4.1 Variables bióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *P. crispum, C. sativum* y *A. graveolens*.

Se realizo una búsqueda de información en cuanto respecta a las variables de germinación y vigor, utilizando distintas combinaciones de palabras, para tener resultados más precisos. De *P. crispum* y *C. sativum* (germinación) se obtuvo un mayor índice de datos del 25%, (Figura 8), mientras tanto que con *P. crispum* (vigor) el 12% (Figura 8).

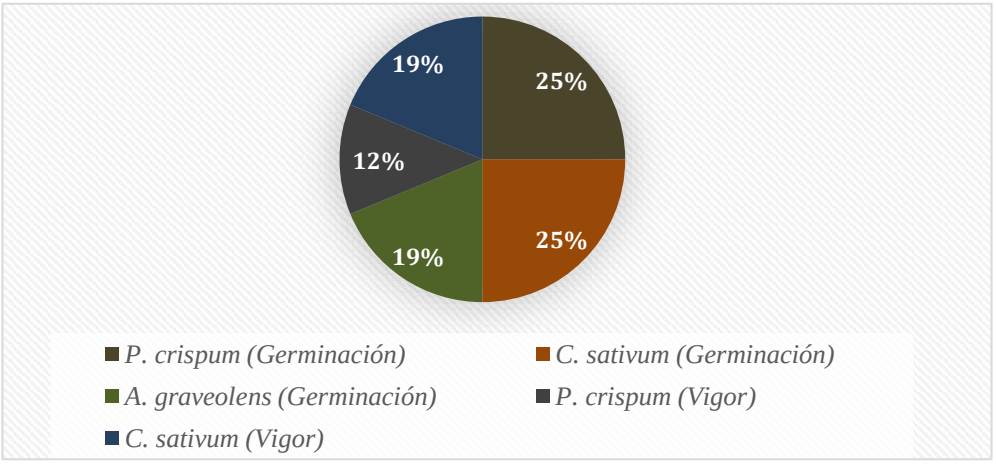


Figura 8. Estudios encontrados (%) utilizando los criterios de inclusión previamente descritos (Tabla 5).

4.1.1 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *P. crispum*.

4.1.1.1 Germinación

Los resultados de esta investigación revelan diversos estudios realizados en materia de germinación de semilla, donde se han evaluado distintos tratamientos como partículas de nano anatasa (Dehkourdi & Mosavi, 2013), en otros estudios osmo-aprecondicionamientos (Furque y Killian, 2012), y en otros diversos tratamientos (Kamau & Maina, 2017; Pinillo, 2017), que se analizan a continuación.

Dehkourbi y Mosavi (2013) indican que con nanopartículas de anatasa (TiO_2) sobre la germinación de semillas de perejil in vitro, reportaron que con la concentración de 30 mg/mL de nano-anatasa la germinación de las semillas fue de ≈92%, mientras que el índice de germinación más bajo fue de ≈44% en el tratamiento control (10 y 40 mg/mL de nano-anatasa). La germinación con las otras concentraciones (tratamientos) se reportaron en rangos intermedios. Estos resultados están relacionados con el dióxido de titanio en formas de nanopartículas contenidos en la nanonatasa, los cuales se han utilizado distintas concentraciones (Tabla 6). En otro estudio con una especie distinta, como es el caso del trigo, tuvo efectos positivos sobre la germinación (Feizi, Razavi, Shahtahmasebi & Fotovat, 2011).

Existen distintos tratamientos pre-germinativos que se realiza a la semilla para estimular su desarrollo, es por eso que una investigación realizada por Pinillo (2017) que al utilizar cuatro osmoacondicionadores (nitrato de potasio (KNO_3), ácido giberélico (AG_3)), endospermo liquido de coco (ELC), agua destilada (AD)), en un diseño experimental de nueve tratamientos y un control de distintas concentraciones en distintos tiempos, observó que con el tratamiento 1 y 9 la germinación fue de ≈80% para ambos casos (Tabla 6). En otro estudio Kamau & Maina (2017) mencionan que, con el uso de 4 tratamientos replicados 4 veces en distintas duraciones de cebado, (Hidroprimado con agua, imprimación 2% KNO_3, osmopriming con 10% PEG 600 y un testigo), registraron que el mejor tratamiento fue de hidroprimado que consiste en remojar en agua destilada las semillas en un tiempo de 48 horas, obteniendo una germinación de 56.75%. Uno de los tratamientos que obtuvo una baja germinación fue de imprimación KNO_3, que permite regular el agua que se encuentra en las semillas, en 24 horas con una germinación del 37.27%. Por otra parte, Furque y Killa (2012) muestran que con osmopreacondicionamiento la semilla se acondiciona con el fin de evitar imbibiciones, causando el retardo del ingreso de agua hacia la misma, que consiste en dejarles en remojo en soluciones como manitol,

polietilenglicol, fosfato tripotásico y cloruro de sodio. Se llevó acabo 2 tratamientos con 25 semillas, donde el T1 utilizó agua destilada, mientras en el T2 solución de manitol ($C_6H_{14}O_6$) a 3.7gr/100mL, demostrando que la germinación aumento con el T2 al 16% que el T1 (Tabla 6).

Según Pinillo (2017), los osmoacondicionadores al igual que la hidratación de las semillas bajo condiciones controladas, tienen un efecto positivo sobre la germinación. Sin embargo, Dehkourdi y Mosavi (2013) observaron que con nanonatasa (concentración de 30mg/mL) la estimulación de la semilla es de un 12%. No obstante, el tercer experimento de Kamau & Maina (2017) presentó una germinación mayor, de ≈40%, respecto que los resultados de los tratamientos de osmopreacondicionadores de Furque y Killa (2012). Es por ello, que el resultado de esta investigación documental determinaría que la nanonatasa es uno de los tratamientos que tiene un efecto positivo sobre la germinación respecto a otros estudios analizados (Tabla 6).

Tabla 6

Germinación (%) de P. crispum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Germinación (%)	Ref.
1	T1	Control	44.97	(Dehkourdi & Mosavi, 2013)
	T2	TiO_2 + 10 mg/ml	70.1	
	T3	TiO_2 + 20 mg/ml	74.8	
	T4	TiO_2 + 30mg/ml	92.46*	
	T5	TiO_2 + 40mg/ml	52.64	
2	T1	KNO_3 9 horas	81.5*	(Pinillo, 2017)
	T2	KNO_3 12 horas	76.2	
	T3	AG_3 9 horas	76.7	
	T4	AG_3 12 horas	75.5	
	T5	ELC 100% 48horas	73.5	
	T6	ELC 100% 48horas	70	
	T7	ELC 50% 48horas	75.7	
	T8	ELC 50% 72horas	63.5	
	T9	AD 24 horas	81.2	
	T10	Control	73.2	
3	T1	AD 48 horas	56.75*	(Kamau & Maina, 2017)
	T2	AD 24 horas	51.5	
	T3	PEG 48 horas	55.5	
	T4	PEG 24 horas	51.5	
	T5	Control 48 horas	43	
	T6	control 24 horas	43	
	T7	KNO_3 48 horas	38.15	
	T8	KNO_3 24 horas	37.25	
4	T1	AD Control, preincubación en agua destilada	4	(Furque y Killian, 2012)
	T2	Solución de $C_6H_{14}O_6$ a 3,7gr/100mL.	16*	

4.1.1.2 Vigor

En materia de vigor de semilla, algunos autores han probado dosis de nitrógeno (N) y de potasio (K), (Maciel et al., 2018), y diversos tratamientos informados por la comunidad científica (Pinillo, 2017).

Pinillo (2017) evaluó el efecto de cuatro osmoacondicionadores: KNO_3, AG_3, ELC, AD; con nueve tratamientos (más el control) sobre el índice de velocidad de emergencia (IVE), informó que el tratamiento que consistió en una concentración de 200 ppm de KNO_3; T9 en una inmersión de 9 horas alcanzó un IVE del 3.4 Plantas/día, respecto con los otros tratamientos. Los tratamientos que no tuvieron diferencias significativas con T9, fueron T5 y T1 (Tabla 7). Existe otro estudio que fue incluido en este análisis, en el que utilizan otra unidad de medida. Recientemente, en un experimento realizado por Maciel et al. (2018) evaluaron el efecto de la fertilización con N y K sobre la calidad fisiológica de las semillas de *P. crispum*, con un arreglo factorial de 3x3 (3 dosis de N y 3 dosis de K), donde emplearon dosis crecientes de K (0, 50 y 100 kg/ha) y de N (0, 100 y 200 kg/ha), en cuatro repeticiones de 100 semillas. Los resultados revelaron que cuando no hay aplicación de K, el índice de velocidad de germinación (GSI) fue mayor (9.83 semillas/día) en la dosis de 200 kg/ha de N (Tabla 7).

Tabla 7

Vigor de P. crispum con diferentes tratamientos. El tratamiento que presentó un mayor índice de velocidad de emergencia y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Unidad de medida	Ref.
1	T1	KNO_3 9 horas	2.8 Plantas/día	(Pinillo, 2017)
	T2	KNO_3 12 horas	2.5 Plantas/día	
	T3	AG_3 9 horas	2.6 Plantas/día	
	T4	AG_3 12 horas	2.6 Plantas/día	
	T5	ELC 100% 48horas	2.9 Plantas/día	
	T6	ELC 100% 48horas	2.6 Plantas/día	
	T7	ELC 50% 48horas	2.7 Plantas/día	
	T8	ELC 50% 72horas	2.3 Plantas/día	
	T9	AD (Agua destilada) 24horas	3.4* Plantas/día	
	T10	Control	2.3 Plantas/día	
2	T1	0 N - 0 K (kg/ha)	8.21 Semillas/día	(Maciel et al., 2018)
	T1	100 N - 0 K (kg/ha)	6.41 Semillas/día	
	T1	200 N- 0 K (kg/ha)	9.83* Semillas/día	
	T2	0 N - 50 K (kg/ha)	5.31 Semillas/día	
	T2	100 N - 50 K (kg/ha)	7.59 Semillas/día	
	T2	200 N - 50 K (kg/ha)	6.99 Semillas/día	
	T3	0 N - 100 K (kg/ha)	8.98 Semillas/día	
	T3	100 N - 100 K (kg/ha)	9.07 Semillas/día	
	T3	200 N - 100 K (kg/ha)	7.54 Semillas/día	

4.1.2 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *C. sativum*.

4.1.2.1 Germinación

El análisis de germinación de la especie *C. sativu*m se lo realiza con cuatro estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. Los mismos se analizaron semillas con diferentes tratamientos de reguladores de crecimiento vegetal (De Moraes y Lopes, 1998), Otros investigadores como (Puga y Estrada, 2008), examinaron distintas densidades de siembra. (Montero, 2016; Cabrales, Lara, Barraza y Méndez, 2017) ejecutaron diferentes tratamientos con las semillas, para evaluar el porcentaje germinativo que tenían, es por lo que los siguientes estudios se muestran a continuación.

De Moraes & Lopes (1998) realizaron estudios con tres reguladores de crecimiento, que se citan a continuación: ácido giberélico (AG_3), ácido 2-cloroetilfosfónico (CEPA) y la combinación del CEPA + AG_3. Estos reguladores de crecimiento se probaron en cinco concentraciones: 50, 100 150, 200 mg/kg durante 24 horas y el tratamiento testigo, para evaluar el índice de germinación de semillas. Los resultados de este estudio determinan que las concentraciones de 200mg/kg de AG_3, estimularon la germinación de las semillas en un 100%, actuando como una hormona con un índice muy alto de efectividad. En el tratamiento CEPA + AG_3 la estimulación de las semillas se redujo ≈13% respecto que el tratamiento AG_3, tendencia que en el control se redujo considerablemente ≈83%, como se esperaba. En este estudio De Moraes y López (1998) el tratamiento con ácido giberélico fue el mejor (100% de germinación), sin embargo, existen otros reportes en los que los índices de germinación son menores, como es el caso de la investigación de Puga y Estrada (2008), en Palmira, valle del Cauca, Colombia. En este estudio realizaron 2 experimentos con 4 repeticiones de densidad de millones de plantas/ha y diferentes distancias entre surcos (m). Los resultados señalaron el efecto positivo de la distancia entre surcos de 0.35 (m) sobre el índice de germinación, el cual fue de 91% (tabla 8). Estos resultados son superiores si los comparamos con el tratamiento uno de este mismo estudio en el cual la germinación fue ≈79.75%, sin embargo, respecto con lo señalado por De Moraes y López (1998) es inferior en ≈9%, aunque esa diferencia es mínima.

Existen otros estudios como el de Montero (2016), quién evaluó tres tratamientos en distintas topografías, densidades de siembra y diseño de nueve combinaciones (Tabla 8). Los resultados de este estudio indican que las mejores combinaciones (tratamientos) fueron T1D1 y T1D2 (plano alto-10x30 y plano alto-20x30, respectivamente), en el cual la germinación fue de ≈89%, sobrepasando a los resultados obtenidos en terreno inclinado y plano bajo. Mientras

que con el T3 (topografía plano bajo) obtuvo un índice ≈13% y con el tratamiento D3 (30x30) el porcentaje germinativo fue de ≈8%, resultados que pudieron estar relacionados con el tipo de suelos bajos, debido a que acumulan gran cantidad de humedad, que pueden provocar encharcamientos, limitando la germinación.

Finalmente, en el estudio realizado por Cabrales et al. (2017) mencionaron que con sustrato agotado de *Pleurotus* sp. clasificado como abono o fertilizante orgánico sólido (según norma técnica colombiana (NTC 5167)), apto para las adiciones del suelo, definieron tres tratamientos con concentraciones de 75, 50, 25% y un control (tabla 8). Con concentraciones del 50 y 75% observaron un promedio de germinación del 62.8%, en comparación con el tratamiento control que fue del 42.8%, en este estudio el uso de este hongo tuvo un efecto positivo sobre el porcentaje de germinación (PG) de *C. sativum.* En otro estudio realizado por Marques et al. (2014) indica que con sustrato agotado de *Pleurotus* en semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mostraron altos índices de germinación (92%).

Montero (2016) y Cabrales et al. (2017) realizaron distintos estudios en el primer caso estuvieron implicadas distintas densidades de siembra mientras que, en el segundo caso, sustratos, no obstante, un mayor porcentaje germinativo (≈26%) fue reportado por Montero. Es importante rescatar el papel de la densidad de siembra, sin desmerecer el efecto del sustrato a la hora de la siembra, por su efecto sobre la germinación.

Tabla 8

Germinación (%) de C. sativum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Germinación (%)	Ref.
1	T1	AG_3+ 50mg/kg	100*	De Moraes y López (1998)
	T2	CEPA 200mg/kg	45	
	T3	CEPA + AG_3 200mg/kg	87	
	T4	control	17	
2	T1	2.4 Densidad de millones de plantas/ha	86	(Puga y Estrada ,2008)
	T2	2 densidad de millones de plantas/ha	69	
	T3	1.5 Densidad de millones de plantas/ha	80	
	T4	1 densidad de millones de plantas/ha	84	
	T1	0.25 Distancias entre surcos (m)	88	
	T2	0.35 Distancias entre surcos (m)	91*	
	T3	0.45 Distancias entre surcos (m)	68	
	T4	0.55 Distancias entre surcos (m)	72	
3	T1	Topografías/Plano alto	87.8	(Montero, 2016)
	T2	Topografías/Inclinado	83.8	
	T3	Topografías/Plano bajo	77.9	
	D1	Densidades/10 x 30	83.1	
	D2	Densidades/20 x 30	84.0	
	D3	Densidades/30 x 30	82.4	
	T1D1	Interacciones/Plano alto - 10 x 30	88.9*	
	T1D2	Interacciones/Plano alto - 20 x 30	88.4	
	T1D3	Interacciones /Plano alto - 30 x 30	86.1	
	T2D1	Interacciones /Inclinado - 10 x 30	85.2	
	T2D2	Interacciones /Inclinado - 20 x 30	83.3	
	T2D3	Interacciones /Inclinado - 30 x 30	82.8	
	T3D1	Interacciones/Plano bajo - 10 x 30	78.2	
	T3D2	Interacciones /Plano bajo - 20 x 30	77.8	
	T3D3	Interacciones /Plano bajo - 30 x 30	77.8	
4	T1	25% de residuos agotado de Pleurotus sp.	27	(Cabrales, Lara, Barraza y Méndez, 2017)
	T2	50% de residuos agotado de Pleurotus sp.	55	
	T3	75% de residuos agotado de Pleurotus sp.	62.8*	
	T4	Control	42.8	

4.1.2.2 Vigor

El vigor es una de las variables de estudio muy importante, debido a que determina la actividad y desempeño en el crecimiento favorable de lotes de semillas. Algunos estudios (De Moraes & Lopes, 1998; Puga y Estrada, 2008; Tunes et al., 2011; Silva, Coelho & Santos ,2012) han reportado importantes tratamientos para mejorar el vigor de las semillas, que se mencionan a continuación.

Silva et al. (2012) evaluaron la influencia del sistema de la producción orgánica y convencional sobre el potencial fisiológico de las semillas de cilantro, en la Universidad Federal Rural de Pernambuco, Brasil. Para este experimento utilizaron un diseño aleatorio, con tres parcelas para cada sistema, dando un total de seis tratamientos, con cuatro repeticiones de 50 semillas para cada tratamiento. El lote 1 (sistema orgánico) presentó un IVE de 5.53 plantas/día, obteniendo más plantas vigorosas, en comparación con el subconjunto dos, en el que se agruparon tratamientos orgánicos (lotes 2 y 3) y convencional (lotes 1y 4) que presentaron valores de IVE por debajo de 4.953 para orgánicos y 4,908 para convencionales Plantas/día (Tabla 9).

Otro estudio, realizado en Brasil, por De Moraes & Lopes (1998) quienes estudiaron el IVE en tres reguladores de crecimiento (AG_3, CEPA + AG_3 y CEPA) en distintas concentraciones (0, 50, 100, 150 y 200 mg/kg), en un lapso de 24 horas, obtuvieron que a una concentración de 200 mg/kg de ácido giberélico, el IVE era de 5.2 plantas/día, mientras que, con los otros reguladores, el IVE no llego a 3 plantas/día (Tabla 9). Por otra parte, en la investigación realizada por Puga y Estrada (2008) evaluaron 2 experimentos con 4 repeticiones de densidad de millones de plantas/ha y distancia entre surcos (m), donde se determinó que el experimento 2 a una distancia entre surcos separados de 0.35 m permitieron obtener 4.11 Plantas/día y con la distancia de 0.25 se obtuvo 3.98 Plantas/día (Tabla 9), obteniendo una diferencia significativa entre los dos experimentos del ≈0.13 Plantas/día. Mientras que con las otras distancias (0.45, 0.55 m) se obtuvo una baja incidencia en vigor o IVE de ≈0.5 Plantas/día.

Finalmente, Tunes et al. (2011) utilizaron la prueba de envejecimiento acelerado, empleando agua, solución salina (SS) y saturada (SSS) de Cloruro de sodio (NaCl) en los períodos de 48, 72 y 96 horas. Evidenciaron que el periodo de 48 horas con SS de NaCl, las semillas obtuvieron un mayor IVE de 0.87 Plantas/día. Mientras que el periodo de 72 horas utilizando la misma solución se obtuvo un IVE de 0.85 Plantas/día, teniendo una diferencia no significativa del 0.02 %. De esta manera, el método de envejecimiento acelerado demostró ser una alternativa, muy prometedora para evaluar el vigor de las semillas de cilantro debido a que la absorción de agua por las semillas se retrasa, resultando un proceso de deterioro menos drástico.

Tabla 9

Vigor (Plantas/días) de C. sativum con diferentes tratamientos. El tratamiento que presentó un mayor índice de velocidad de emergencia y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos/Experimentos	Composición de tratamientos/experimentos	IVE Plantas/día	Ref.
1	Lote 1	Convencional	4.908	(Silva et al., 2012)
	Lote 2	Convencional	4.905	
	Lote 3	Convencional	4.423	
	Lote 1	Orgánico	5.533*	
	Lote 2	Orgánico	4.953	
	Lote 3	Orgánico	4.824	
2	T1	AG_3 0	0.6	(De Moraes & Lopes, 1998)
	T1	AG_3 50	4.5	
	T1	AG_3 100	4.8	
	T1	AG_3 150	5	
	T1	AG_3 200	5.2*	
	T2	CEPA + AG_3 0	0.5	
	T2	CEPA + AG_3 50	2.2	
	T2	CEPA + AG_3 100	2.4	
	T2	CEPA + AG_3 150	2.3	
	T2	CEPA + AG_3 200	2.5	
	T3	CEPA 0	0.3	
	T3	CEPA 50	1.2	
	T3	CEPA 100	1.5	
	T3	CEPA 150	1.4	
	T3	CEPA 200	1.7	
3	T1	Densidad de millones de plantas/ha 2.4	3.97	(Puga y Estrada, 2008)
	T1	Densidad de millones de plantas/ha 2.0	2.88	
	T1	Densidad de millones de plantas/ha 1.5	3.49	
	T1	Densidad de millones de plantas/ha 1.0	3.39	
	T2	Distancia entre surcos 0.25 m	3.98	
	T2	Distancia entre surcos 0.35 m	4.11*	
	T2	Distancia entre surcos 0.45 m	2.6	
	T2	Distancia entre surcos 0.55 m	3.1	
4	T1	H20 48 h	0.60	(Tunes et al, 2011)
	T1	SS 48 h	0.87*	
	T1	SSS 48 h	0.83	
	T2	H20 72 h	0.60	
	T2	SS 72 h	0.85	
	T2	SSS 72 h	0.06	
	T3	H20 96 h	0.19	
	T3	SS 96 h	0.46	
	T3	SSS 96 h	0.51	

4.1.3 Variables bióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *A. graveolens.*

4.1.3.1 Germinación

La germinación es una variable que nos permite identificar el número de plantas o semillas que se puede llegar a producir en un lote determinado. Algunos estudios (Doncato, Bonifácio, 2019) han utilizado tratamientos de hipoclorito de sodio en varias concentraciones. Por otro lado (Suxo, 2019; Yildirim, Güvenc & Kumlay 2000), realizaron otras investigaciones que se describen a continuación.

Doncato y Bonifácio (2019) experimentaron el efecto de la temperatura sobre la germinación y la infestación por hongos con tres soluciones desinfectantes; hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5 y 10%, ácido acético (CH_3COOH) al 4%, para la activación de la concentración de NaOCl utilizaron una dilución de cloro activo al 2.5%. Con lo que respecta al segundo experimento que evaluó el efecto del procedimiento de desinfección sobre la germinación y la infestación de hongos con soluciones de CH_3COOH al 4% a mínimas concentraciones de 0.5, 1 y 2%. Las semillas de apio con el primer experimento tuvieron un alto porcentaje de germinación (PG) 100% a una concentración de NaOCl al 10% (Tabla 10). Se debe destacar, que el segundo experimento, con tres distintas concentraciones de CH_3COOH obtuvo un promedio germinativo de 71.1%. Es importante destacar que CH_3COOH es un ácido orgánico, muy utilizado en la agricultura para la desinfección de semillas, pero si se utiliza concentraciones altas podría provocar perdida de viabilidad de la semilla. Por otro lado, Suxo (2019) en La paz Bolivia evaluó dos variedades de *A. graveolens;* (Tall-utah 52-70 y Golden self blanching). Demostrando así que Tall-utah 52-70 tiene una germinación del 85.73%, las características de esta especie muestran rusticidad, fuerte crecimiento vegetativo, No sucede lo mismo con Golden self blanching que pertenece a las variedades amarillas de apio, su cultivo resulta más dificultoso, pero, sin embargo, la misma tiene más acogida con los consumidores, llegando alcanzar una diferencia germinativa del ≈2% esto en comparación con Tall-utah 52-70 (tabla 10).

Finalmente, Yildirim et al. (2000) evaluaron ensayos con (ácido húmico y biozyme), con semillas de diferentes especies: berro, lechuga, cebolla, albahaca, puerro, tomate, apio, perejil y rábano, remojándolas durante 12 horas con la solución de ácido húmico y biozyme al 1%, demostraron que el resultado más alto fue el de Berro en contraste con las demás especies, sin embargo, el Apio tuvo un resultado significativo con ácido húmico que estimulo el metabolismo de la semilla, mejorando la tasa de germinación con un porcentaje del 83%, en

comparación con biozyme que fue menor con un ≈15% de germinación (Tabla 10). Es importante resaltar que los bioestimulantes funcionan como sustancias o microorganismos que estimulan los procesos fisiológicos de la semilla.

Tabla 10

Germinación (%) de A. graveolens con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Germinación (%)	Ref.
1	T1	NaOCl al 5 %	90	(Doncato, Bonifácio ,2019)
		NaOCl al 10%	100*	
	T2	CH_3COOH al 4%	60	
		CH_3COOH al 0.5%	75	
		CH_3COOH al 1%	68.3	
		CH_3COOH al 2%	70	
2	T1	Tall-utah 52-70	85.73*	(Suxo, 2019)
	T2	Golden self blanching	83.71	
3	T1	Ácido húmico	87 *	(Yildirim, Güvenc & Kumlay, 2000)
	T2	Biozyme	62	

4.2 Variables abióticas que influyen en la germinación de las especies aromáticas *P. crispum, C. sativum y A. graveolens.*

Se realizo una búsqueda de información en cuanto respecta a las variables de temperatura y humedad, utilizando distintas combinaciones de palabras, para tener resultados más precisos, con los que respecta a *P. crispum* (temperatura) se obtuvo un mayor índice de datos del 33%, (Figura 9), mientras tanto que *con apiaceaes* (humedad) indicó el 17% (figura 9).

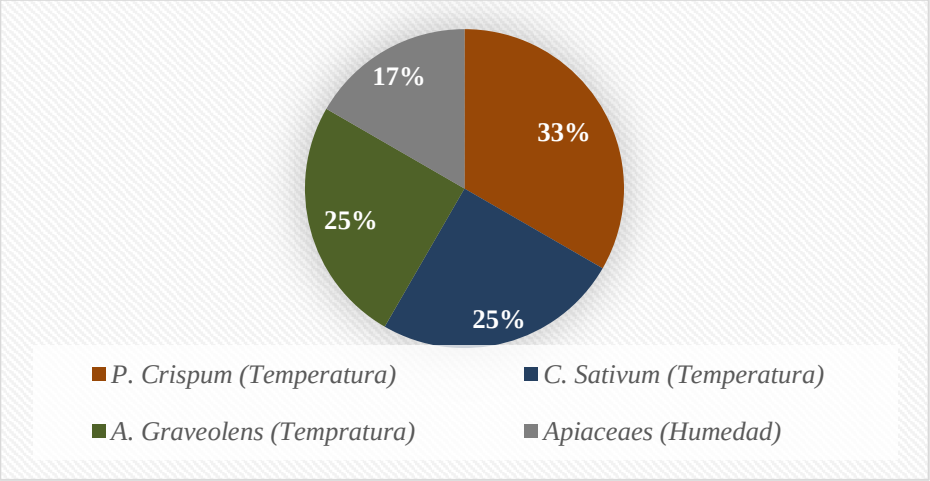


Figura 9. Estudios encontrados (%) utilizando criterios de inclusión, previamente descritos (Tabla 5).

4.2.1 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *P. crispum.*

4.2.1.1 Temperatura

La temperatura es una de las variables de estudio muy esencial para el análisis de la germinación de las semillas, algunos estudios (Bierhuizen & Wagenvoort, 1974; Yildirim, Dursun, Güvenc & Kumlay, 2000; Furque y Killian, 2012; Arribillaga, 2014) han reportado avances importantes utilizando distintos tratamientos con diferentes temperaturas para mejorar la germinación.

En la investigación realizada por Yildirim et al. (2000), con bioestimulantes (ácido húmico y biozyme), determinaron que con el bioestimulante biozima a una temperatura de 20 °C se obtuvo una mayor germinación del 95%, mientras que con las otras temperaturas el porcentaje de germinación fue significativa al 91%. Sin embargo, con el ácido húmico a la temperatura de 15°C logro tener el mismo porcentaje de germinación, con la aplicación de biozima (Tabla 11). Esto se debe a que el biozyme contiene promotores del crecimiento de origen biológico, como citoquininas, precursores de auxina, enzimas y aminoácidos especialmente mezclados para promover la aparición y el desarrollo de plántula y mejorar el crecimiento de las raíces. Por otra parte, Furque y Killian (2012) utilizando el tratamiento de osmopreacondicionamiento en las semillas de perejil evaluaron el efecto de la solución de manitol sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas, donde realizaron 2 tratamientos: para el T1 utilizaron agua destilada, mientras en el T2 $C_6H_{14}O_6$ a 3,7gr/100mL. Esta prueba se realizó en placas de Petri, mantenidas a una temperatura constante de 30ºC. Donde evidenciaron que, con el T2, las semillas obtuvieron una germinación del 16%, mientras que en el T1 o control fue tan solo de un 4% (Tabla 11). En este caso los tratamientos de osmopreacondicionamiento en manitol a una temperatura constante, incrementaron los porcentajes de germinación. Esto se debe a que el preacondicionamiento, es un tratamiento pre-germinativo que se aplica principalmente a semillas agrícolas colocándolas por un tiempo determinado en soluciones osmóticas o en matrices sólidas, de manera que puedan absorber agua y solutos e iniciar los procesos metabólicos correspondientes a la fase temprana de la germinación. Mientras que en otra investigación realizada por el Departamento de Horticultura de la Universidad Agrícola (Wageningen et al., 1974) analizaron la germinación de 31 semillas de hortalizas, obtenidas de Rijk Zwaan. Donde determinaron que el rango de temperatura para el cultivo de perejil era de 3-17 °C. En cada tratamiento sembraron 50 semillas en macetas de plástico llenas de arena, las primeras semillas germinaron a una temperatura de 17° después de cinco días, el total de las

semillas tardo nueve días en germinar. A una temperatura de 7°C en 18 días hubo retraso en el proceso germinativo y en el transcurso de veintitrés días no se evidenciaron aumentos germinativos, debido a que no obtuvieron una temperatura adecuada para poder romper el estado de dormancia. Sin embargo, en una investigación realizada por Arribillaga (2014) menciona que la temperatura de la germinación está asociada a los requerimientos de cada especie para lograr su germinación y posterior desarrollo, es así como las especies de hojas requieren en general una menor temperatura 4ºC en relación con una especie de frutos (tomate, pimentón, berenjena y ají), donde las temperaturas mínimas para su germinación son en promedio de 10 ºC. El mismo autor menciona que el perejil requiere de temperaturas mínima 6 °C, optima 18-25 °C y máxima 35 °C para logar su proceso germinativo.

Tabla 11

Temperatura (°C) de P. crispum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Temperatura °C	Germinación (%)	Ref.
1	T1	Ácido húmico	10 15 20 25	89 94 87 80	(Yildirim, Güvenc & Kumlay, 2000)
	T2	Biozyme	10 15 20 25	91 94 95* 85	
2	T1 T2	AD Manitol ($C_6H_{14}O_6$) a 3,7gr/100ml.	30	4 16*	(Furque y Killian ,2012)
3	T1	Uso de 31 hortalizas	3-17	–	(Bierhuizen & Wagenvoort, 1974)
4	S/T	Rangos de temperaturas	Min. 6 Op. 18-25 Max. 35	– – –	(Arribillaga, 2014)

4.2.2 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *C. sativum*.

4.2.2.1 Temperatura

Los resultados de esta investigación evidencian pocos estudios realizados en cuanto a la variable temperatura, en la especie de *C. sativum*, por lo que se procedió a buscar investigaciones de otras especies que pertenezcan a las familias Apiaceae, y de especies relacionadas con las hortalizas de hojas, algunos estudios (Hernández, 2003; Kehr, Tropa y Martínez, 2014) han reportado que para la germinación de esta especie la temperatura tiene poca variabilidad.

Recientemente, en un estudio realizado por Hernández (2003) con siete tratamientos de temperatura (5, 7, 9, 10, 15, 20, 25 °C), en diferentes genotipos de cilantro marroquí, santo, tipo marroquí, criollo de ramos, criollo poblano, slow bolt y sun master), donde determinaron que la temperatura para la germinación de este vario según el fenotipo estudiado. La temperatura óptima fue 9 °C para el genotipo Criollo de Ramos y 25 °C para el genotipo Criollo Poblano. El resto de los genotipos tuvo una temperatura óptima de 15 °C. Dando una germinación del 80,4 % en el genotipo sun master, mientras que, con las temperaturas de 7, 9 y 10 °C la germinación fue significativamente más lenta, y a 5°C la germinación no ocurre (Tabla 12). Este experimento se realizó en laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL). Cada tratamiento se sembró en cuatro repeticiones, se introdujeron a bolsas de plástico y se colocaron dentro de una cámara de crecimiento a una temperatura determinada, según el tratamiento en cuestión. Por otra parte, Kehr, Tropa y Martínez (2014) analizaron aspectos generales para establecer el cultivo de cilantro, los cuales van a depender de los requerimientos del suelo, la variedad de la semilla y la época para establecerse. Los mismos autores mencionan que a altas temperaturas estas semillas pueden sufrir daños fisiológicos que reducirían el rendimiento y la producción de la misma, es por es ello que mencionan que las temperaturas optimas que debe tener el suelo para estas semillas va entre 18 y 22°C.

Tabla 12

Temperatura (°C) C. Sativum con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Temperatura °C	Germinación (%)	Ref.
1	T1	Marroquí	5	0	(Hernández, 2003)
	T2	C. Poblano	7	32.5	
	T3	Slow Bolt	9	57.6	
	T4	T. Marroquí	10	69.6	
	T5	Sun Master	15	80.4*	
	T6	C. de Ramos	20	70.7	
	T7	Santo	25	60.7	
2	S/T	Requerimientos del suelo	18-22	-	(Kehr, Tropa y Martínez,2014)

4.2.3 Variables abióticas que influyen en la germinación de la especie aromática *A. graveolens.*

4.2.3.1 Temperatura

Los resultados de esta investigación evidencian diversos estudios realizados en cuanto a la variable temperatura, algunos autores han probado distintas temperaturas para determinar cuál es la más favorable para la germinación de esta semilla (Bierhuizen & Wagenvoort, 1974; Yildirim, Güvenc & Kumlay,2000; Hernández, 2003) que se detallan a continuación.

Yildirim et al. (2000) evaluando el efecto de dos bioestimulantes (ácido húmico y biozyme) a temperaturas de 10, 15, 20 y 25 °C, en Erzurum, Turquía, determinaron que con el bioestimulante ácido húmico a una temperatura de 10°C se obtuvo un mayor porcentaje de germinación 87%, mientras que con las otras temperaturas el porcentaje de germinación no fue significativa (Tabla 13). Estos mismos autores (Yildirim et al., 2000) afirmaron que estos resultados se obtuvieron debido que los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica, que influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta. De acuerdo con la investigación realizada por Wageningen, Bierhuizen & Wagenvoort (1974). Determinaron que de igual manera requiere los mismos que el rango de temperatura para el cultivo de perejil (3-17 °C). No obstante, en la investigación realizada por Hernández (2003), menciona que las temperaturas del suelo apropiadas para la germinación de algunas hortalizas de la familia Apiaceae sembradas a una profundidad de 2.5 cm en suelo franco con buenas condiciones de humedad, van a requerir de una temperatura mínima de 5 °C, optima de

21 °C y una máxima de 30 °C para su de vida germinación. El mismo autor menciona que las temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que las altas lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo. Por lo tanto, el apio a una temperatura del suelo de 20 °C vendría a germinaría a los 7 días, mientras que con las temperaturas inferiores su germinación va a tardar ≈ 23 días.

Tabla 13

Temperatura (°C) A. graveolens con diferentes tratamientos en distintos estudios. El tratamiento que presentó un mayor índice de germinación y fue significativamente mayor respecto que otros tratamientos del mismo estudio se les agregó asterisco (*).

N	Tratamientos	Composición de tratamientos	Temperatura °C	Germinación (%)	Ref.
1	T1	Ácido húmico	10	87*	(Yildirim, Güvenc & Kumlay, 2000)
			15	85	
			20	85	
			25	75	
	T2	Biozyme	10	62	
			15	75	
			20	67	
			25	67	
2	T1	Uso de 31 hortalizas	3-17	–	(Bierhuizen & Wagenvoort, 1974)
3	S/T	Temperaturas del suelo apropiadas para la germinación de algunas hortalizas de la familia Apiaceae	Min. 5	–	(Hernández, 2003)
			Op. 21	–	
			Max. 30	–	

4.2.3.2 Humedad

En la búsqueda de la información de la variable humedad, se encontraron pocos resultados que permitan continuar con el objetivo inicial planteado. Se utilizaron las palabras claves para acceder a la búsqueda, es decir excluyendo criterios que delimitan resultados de la búsqueda y el resultado fue el siguiente: (humedad; *Petroselinum crispum* L.; humedad; cilantro; humedad; *Apium graveolens* L.) (sin año) = 1101 resultados, de los cuales solo (0.18%) cumplía con los criterios para la selección de estudio. Este ejercicio de búsqueda se lo repitió en inglés

(humedity; *Petroselinum crispum* L.; humedity; *Cilantro;* humedity; *Apium graveolens* L.) y no se obtuvieron estudios que cumplan con los criterios de selección. Estos antecedentes justificaron ampliar la búsqueda de estudios de humedad a la familia apiacea. En efecto se encontraron algunos estudios realizados por (Puga y Estrada, 2008; Mert & Timur, 2017) de los que se desprenden los siguientes resultados.

Mert & Timur (2017) indican que el contenido de humedad del suelo en el cultivo de perejil es de12,6%. Sin embargo, Puga y Estrada (2008) evaluaron dos experimentos: densidad de millones de plantas/ha y distancia entre surcos(m), donde obtuvieron que con una distancia de 0.35m y una humedad del 11.31% dio una germinación del 91%, mientras tanto que con una densidad de millones de ha (2.0) y una humedad del 11.76% hubo una germinación menor del 69% (Tabla 14), Indicando así que la humedad del suelo es un requerimiento importante para continuar con el proceso de germinación de la semilla, desprendiendo así un alto rendimiento en la producción de cultivos.

Tabla 14

Humedad (%) P. Crispum, C. sativum, A. graveolens evaluados en diferentes estudios. El estudio que presentó una adecuada humedad paras las apiaceas se le agregó asterisco (*).

Número de estudio	**Factor**	**(%)**	**Germinación (%)**	**Ref.**
1	Contenido de humedad del suelo para las semillas de perejil	12.60	-	Mert & Timur (2017)
2	Distancia entre surcos (0.35m)	11.31	91*	Puga y Estrada (2008)
	Densidad de millones de plantas ha (2.0)	11.76	69	

Conclusiones

- El estudio de las variables bióticas que influyen en la germinación de los cultivos demostró que con las soluciones de ácido giberélico e hipoclorito de sodio los índices de germinación son del 100%. Mientras que la prueba de envejecimiento acelerado mostró el mejor resultado para el vigor de la semilla.
- Las variables abióticas temperatura y humedad del suelo que se estudiaron en este trabajo influyen en la germinación de las especies estudiadas. Los mejores resultados que se han reportado en la germinación de las semillas son a temperatura de 20 °C y humedad del suelo en el rango de 11.31%.

Recomendaciones

- Considerar las variables de germinación y vigor, al seleccionar semillas de los cultivos perejil, cilantro y apio.
- Realizar nuevas investigaciones sobre la familia apiaceae, que permitan a empresas y a productores la toma de decisiones al establecer las especies: *P. crispum, C. sativum, A. graveolens,* puesto que existe poca información de estos estudios.
- Uso de semillas certificadas que aseguren plántulas de calidad garantizando altos potenciales de rendimiento.

Referencias

Álvarez-Orozco, S., Torres-Rodríguez, D., Querales, P., Valera, R., Pacheco-Pacheco, J. D., & Gavilánez, T. (2021). Evaluación del efecto de la presencia de hongos patógenos y metabolitos secundarios sobre la germinación en tres hortalizas de hojas. *Tecnológicas*, *24*(50), 189-203. Recuperado de https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1730

Agyare, C., Appiah, T., Boakye, y. D., y Apenteng, J. A. (2017, 20 de enero). Especias medicinales y verduras de África. *ScienceDirect, 527-547.* Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012809286600025X

Arribillaga, D. (2014). Condiciones agroclimáticas sector El Claro, para la producción de hortalizas. Serie Actas-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de https://inia.prodigioconsultores.com/bitstream/handle/123456789/8678/NR39658.pdf?sequence=1

Amores Andrade, Á. G. (2015). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (Coriandrum sativum) y apio (Apium graveolens) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental "La Playita" UTC 2013* (Bachelor's thesis, LA MANÁ/UTC/2015). Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3517/1/T-UTC-00794.pdf

Arizio, O., & Curioni, A. (2011). Mercado mundial y regional de coriandro. *Revista colombiana de ciencias hortícolas (2),* 263-278. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v5n2/v5n2a10.pdf

Ashraf, R., Ghufran, S., Akram, S., Mushtaq, M., & Sultana, B. (2020). Cold pressed coriander (Coriandrum sativum L.) seed oil. In Cold Pressed Oils (pp. 345-356). Academic Press. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128181881000311

Bose, B., Kumar, M., Singhal, R. K., & Mondal, S. (2018). Impact of seed priming on the modulation of physico-chemical and molecular processes during germination, growth, and development of crops. In *Advances in seed priming* (pp. 23-40). Springer, Singapore. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-0032-5_2

Bierhuizen, J. F., & Wagenvoort, W. A. (1974). Some aspects of seed germination in vegetables. 1. The determination and application of heat sums and minimum temperature for

germination. *Scientia Horticulturae*, 2(3), 213-219. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304423874900296

Carrillos Romero, C. (2002, abril). Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium Graveolens* L.). San Salvador. Recuperado de http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1560/1/13100385.pdf

Cabrales, J., Lara, J., Barraza, B., & Mendez, K. (2017). Evaluación del efecto del sustrato agotado de pleurotus sp. En la germinación de las semillas de cilantro (*Coriandrum sativum*). Recuperado de https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17611

Cano Montero, W. G. (2016). Estudio agronómico del cilantro orgánico (Coriandrum sativum L.) cultivado en diferentes topografías de terreno y densidades de siembra en el cantón Quevedo (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ). Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4309/1/T-UTEQ%20.0244.pdf

Cuenca Encarnación, D. V. (2015). *Producción de culantro coriandrum sativum L en suelos pesados en la granja experimental Santa Inés como materia prima para elaboración de fitofarmacos* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1113/7/CD330_TESIS.pdf

Courtis, A. C. (2013). Cátedra de Fisiología Vegetal. *Fisiologia Vegetal*, *1*, 1-22. Recuperado de http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf

Cruz Calizaya, B. (2019). Grados de temperatura, intensidades de luz y porcentajes de humedad relativa en la germinación de la cañihua (*Chenopodium canihua* Cook). Puno, Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13425/Cruz_Calizaya_Bladimir.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De la Cuadra, C. E. L. I. A. (1993). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Madrid: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. España*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf

De Moraes, D. M., & López, N. F. (1998). Germinaçao e vigor de sementes de coendro (*Coriandrum sativum L.)* submetidas a reguladores de crescimento vegetal. *Revista Brasileira*

de Sementes, 20(1), 93-99. Recuperado de https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c4357d7b1.70597917_artigo17.pdf

Dehkourdi, E. H., & Mosavi, M. (2013). Effect of anatase nanoparticles (TiO 2) on parsley seed germination (*Petroselinum crispum*) in vitro. *Biological trace element research*, 155(2), 283-286. Recuperado de https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12011-013-9788-3#citeas

Díaz, G. C. (2002). *Aplicación de ALGAENZIMS MR y su efecto de germinación y vigor de semilla de cilantro (Coriandrum sativum L.)* (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. UAAAN Buenavista, Coahuila, México).Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1224/APLICACION%20DE%20ALGAENZIMAS%20Y%20SU%20EFECTO%20EN%20GRAMINEAS%20Y%20VIGOR%20DE%20SEMILLAS%20DE%20CILANTRO%20%28%20coriandrum%20sativum%20l.%20%29%20CANDELARIO%20DIAZ%20GARCIA.pdf?se

Doncato, K. B., & Costa, C. S. B. (2019). Germination and fungal infection of wild celery (*Apium graveolens* L.) seeds, from southern Brazil, under different temperature and disinfection conditions. *Revista Ceres*, 66, 402-406. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2019000500402&script=sci_arttext

Enríquez Paredes, A. C. (2014). Estudio de prefactibilidad de la producción de semillas de seis especies de hortalizas en condiciones de microtúneles, Tumbaco, Pichincha. Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2468/1/T-UCE-0004-57.pdf

Faúndez, A., Faúndez, L., & Flores, R. (2017). Apuntes de botánica aplicada. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145584/Apunte%20de%20Botanica%20Aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gastón de Iriarte Melgarejo, C. E. (2017). Estudio de la germinación de dos especies de Teucrium protegidas en la Región de Murcia. Recuperado de *https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/7353/tfg-gas-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

Guillen-de la Cruz, P., Velázquez-Morales, R., de la Cruz-Lázaro, E., Márquez-Quiroz, C., & Osorio-Osorio, R. (2018). Germinación y vigor de semillas de poblaciones de maíz con diferente proporción de endospermo vítreo. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*,

34(2), 108-117.Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v34n2/0719-3890-chjaasc-00304.pdf

Hernández Dávila, J. (2003). *Crecimiento y desarrollo del cilantro Coriandrum sativum L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitoreguladores* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). Recuperado de http://eprints.uanl.mx/5784/1/1020148421.PDF

Herrera, T. (2016). Influencia del proceso de germinación en el contenido y biodisponibilidad de melatonina en semillas de legumbres. Recuperado de *https://digital.csic.es/handle/10261/152189#:~:text=Hasta%20la%20fecha%2C%20no%20existen,semillas%20de%20legumbres%20y%20hortalizas.&text=El%20proceso%20de%20germinaci%C3%B3n%20modifica,en%20las%20que%20se%20realiza*

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2015). Producción de semillas categoría certificada para el Proyecto Nacional de Semillas de Agrocadenas Estratégicas del MAGAP. Recuperado de https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2019/04/Proyecto%20Producci%C3%B3n%20de%20Semillas.pdf

Japón, J. (1985). Cultivo del perejil y de la hierbabuena. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_14.pdf

Kamau, K. y Maina, F. (2017). Porcentaje de germinación y parámetros de evaluación de plántulas de semillas de perejil (Petroselinum crispum) afectadas por diferentes tratamientos de imprimación y duraciones. *Revista Internacional de Investigación Agrícola y Ecológica,* 13 (2), 1-5. Recuperado de https://doi.org/10.9734/JAERI/2017/36578

Kooti, W., & Daraei, N. (2017). A review of the antioxidant activity of celery (Apium graveolens L). *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, *22*(4), 1029-1034. Recuperado de https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2156587217717415

Kehr, E., Tropa, S., & Martínez, J. (2014). Aspectos generales para el cultivo del cilantro (Coriandrum sativum L.). *Informativo INIA Remehue*. Recuperado de https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4781/NR40721.pdf?sequence=1

Lallana, V., Elizalde, J., & García, L. (2005). Unidad Temática 11: Germinación y Latencia de semillas y yemas. *E. José, G. Luz, & L. Victor, Cátedra de Fisiología vegetal*, 2-22. Recuperado de http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/Ut_11GLSY.pdf

López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., & Argüello, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Centro de Investigación En 1química Aplicada (CIBQ)*, 129-140. Recuperado de https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/334#:~:text=Actualmente%20los%20ensayos%20de%20germinaci%C3%B3n,vigor%20de%20semillas%20y%20pl%C3%A1ntulas

López Marin, J. (2017, febrero). Apio. Cultivos Hortícolas al aire libre. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/314259656_Apio_Cultivos_Horticolas_al_aire_libre

López Reyes, e. L. E. A. Z. A. R. *Estudio de las unidades calor y fotoperiodo en el desarrollo del cultivo de cilantro (Coriandrum sativum* L.*). /Eleazar, López Reyes* (no. Sb351. C6. L66 1999.). Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/668/T10940%20LOPEZ%20REYES,%20ELEAZAR%20TESIS.pdf?sequence=1

Machaca Sosa, F. M. (2014). *Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades apio (Apium graviolens L.), bajo ambiente protegido en el municipio de El Alto* (Doctoral dissertation). Recuperado de https://es.slideshare.net/krisshuizaari/cultivo-de-apio

Maciel, G. M., Carvalho, F. J., de Almeida, C. X., Luz, J. M. Q., Nogueira, G. G. S., & da Silveira, A. J. (2018). Physiological quality of parsley seeds in relation to doses of nitrogen and potassium. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *61*. Recuperado de http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2659

Martínez Oña, J. L., & Quishpe Paredes, E. F. (2011). Diagnóstico de situación del uso de pesticidas en la producción hortícola en las parroquias de Izamba y San Buenaventura

perteneciente a la provincia de Tungurahua y Cotopaxi. Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/757/1/T-UTC-0585.pdf

Martínez Rodríguez, L. J. (2016). Cómo buscar y usar información científica: Guía para estudiantes universitarios 2016.Recuperado de http://eprints.rclis.org/29934/7/Como_buscar_usar_informacion_2016.pdf

Marques, E. L. S., Martos, E. T., Souza, R. J., Silva, R., Zied, D. C., & Dias, E. S. (2014). Spent mushroom compost as a substrate for the production of lettuce seedlings. *Journal of Agricultural Science*, *6*(7), 138-143. Recuperado de http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/37786

Mert, A. y Timur, M. (2017). Composición de aceites esenciales y ácidos grasos y capacidad antioxidante y contenido fenólico total de semillas de perejil (*Petroselinum crispum*) cultivadas en la región de Hatay. *Revista India de Educación e Investigación Farmacéutica,* 51 (3), 437-440. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/caad/b2dc791537d9adb592e932c1d3da23097a88.pdf

Molina Vivas, M. Y. (2014). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja col china, (Brassica campestris var) y perejil (Petroselinum crispum) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental La Playita de la UTC ext. La Maná*. Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3542/1/T-UTC-00819.pdf

Momin, A. H., Acharya, S. S., & Gajjar, A. V. (2012). Coriandrum sativum-review of advances in phytopharmacology. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, *3*(5), 1233. Recuperado de https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.300.260&rep=rep1&type=pdf

Muñoz Rengifo, J.C, Luna Morcillo. J, Vilagrosa Carmona. A. (2021). Estreses bióticos y abióticos implicados en la descomposición de comunidades de vegetación.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). Producción de hortalizas. Bolivia. *Recuperado* de http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf

Organización Espenza Bolivia (OEB). (2016). Manual para el Cultivo de Hortalizas: Parte Especia. (S. Martínez Calbimonte, J. Muggeridge, J. V. De Souza, L. M. Carvajal, F. Jerez, y E. Sánchez, Edits.) Bolivia. Recuperado de

https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf

Pérez Pérez, C. J. (2007). Germinación de semillas de mimosa aculeaticarpa var. biuncifera (benth) barneby (fabaceas). Recuperado de http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/210/Germinaci%C3%B3n%20de%20semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pinillo Ortiz, H. (2017). Evaluación del efecto de algunos osmoacondicionadores en la germinación, emergencia y primeras etapas fenológicas del Perejil *Petroselinum crispum.* Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11217/1114453102.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Proyecto J-Green. (2005). Cultivo de hortalizas de hojas. Paraguay. Recuperado de https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green44-20_1-7.pdf

Puga, B. E. S., & Estrada, E. I. S. (2008). Producción y beneficio de semilla de cilantro. *Acta agronómica*, 57(3), 187-193. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/download/9248/9887?inline=1

Reyes, A., Zavala, D., & Alonso, A. (2012). Perejil (Petroselinum crispum): compuestos químicos y aplicaciones. *Revista Académica de Investigación Tlatemoani*, (11). Recuperado de https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/11/perejil-compuestos-quimicos-aplicaciones.pdf

Sabatino, R. M. (2015). Germinación de Eryngium regnellii: especie clave para la restauración ecológica de las interacciones planta-polinizador en la Pampa Austral (Buenos Aires, Argentina). Recuperado de http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/phyton/article/viewFile/8188/7387

Sbai, H., Zribi, I., DellaGreca, M., & Haouala, R. (2016). Bioguided fractionation and isolation of phytotoxic compounds from *Apium graveolens* L. aerial parts (Apiaceae). *ScienceDirect*, 108. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915328015#bbb0045

Silva, V. M. (2017). El cultivo de hortalizas. *Proyecto Manejo Integral de los Recursos Naturales*. Recuperado de https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf

Silva, M. A. D., Coelho Júnior, L. F., & Santos, A. P. (2012). Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) provenientes de sistemas orgânico e convencional. *Revista Brasileira de plantas medicinais, 14(SPE), 192-196.* Recuperado de https://www.scielo.br/j/rbpm/a/JncvhQFCryt8FrfwCbDGmCh/?lang=pt

Stein Maizo, M. R. (2014). Trabajo de Investigación: Umbelíferas. Perejil, cilantro y perifollo. Recuperado de https://es.slideshare.net/RosarioStein/perejil-cilantro-y-perifolla-rosario-stein1

Steibel, & Troiani. (2000). Las Umbelíferas (Umbelliferae) nativas, naturalizadas y adventicias de la Provincia de La Pampa, República Argentina. *Rev.Fac. Agronomía - UNLPam, 11(1).* Argentina. Recuperado de http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/rev-agro/v11s1a02troiani.pdf

Surec Rabinal, S. H. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (Apium graveolens L.), en la Aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, CA* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de http://www.repositorio.usac.edu.gt/6894/1/STEVENS%20HORACIO%20SUREC%20RABINAL.pdf

Suxo Rosa, D. R. (2019). *Efecto de tres dosis de abono orgánico liquido aeróbico (AOLA) sobre dos variedades de apio (Apium graviolens L.) en el invernadero del Centro Experimental de Cota Cota* (Doctoral dissertation). Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23198/T-2693.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Troncoso, L., & Guija, E. (2007, December). Efecto antioxidante y hepatoprotector del Petroselinum sativum (perejil) en ratas, con intoxicación hepática inducida por paracetamol. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 68, No. 4, pp. 333-343). UNMSM. Facultad de Medicina. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v68n4/a08v68n4

Turner, L., Lignou, S., Gawthrop, F., & Wagstaff, C. (2021). Investigating the factors that influence the aroma profile of *Apium graveolens*: *A review*. 345. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620325358

Tunes, L. M., Pedroso, D. C., Barbieri, A. P. P., Conceição, G. M., Roething, E., Muniz, M. F. B., & Barros, A. C. S. A. (2011). Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e sua correlação com outros testes de vigor. *Revista Brasileira de Biociências,* 9(1). Recuperado de http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1645

Valencia López, V. E. (2014). Revisión documental en el proceso de investigación. Recuperado de https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf

Velázquez, P. D., Bióticos, G. F., & Vegetal, P. (2017). Alternaria dauci en semillas de coriandro procedentes del norte de la provincia de Buenos Aires. *Serie Extensión INTA Paraná*, (2017), 81. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/317239126_Alternaria_dauci_en_semillas_de_coriandro_procedentes_del_norte_de_la_provincia_de_Buenos_Aires

Vargas, M. (1991). Factores que afecten la germinación de semillas. Recuperado de http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78728/3Vargas-semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wei, J., Gao, Y. Z., Zhou, J., & Liu, Z. W. (2019). Collection and sorting of medicinal plants in Chinese Apiaceae (Umbelliferae). *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*, *44*(24), 5329-5335. Recuperado de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32237376/

Yildirim, E., Dursun, A., Güvenc, I., & Kumlay, A. M. (2000, October). The effects of different salt, biostimulant and temperature levels on seed germination of some vegetable species. *In II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes* 579 (pp. 249-253). Recuperado de https://www.actahort.org/books/579/579_41.htm