UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"INDICADORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L., REVISIÓN DOCUMENTADA"

AUTORES

Adriana Gabriela Catagña Legña

Magaly Verónica Tanguila Alvarado

DIRECTOR

M.Sc. Jorge Luis Alba Rojas

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Adriana Gabriela Catagña Legña con C.I: 1751351352 y Magaly Verónica Tanguila Alvarado con C.I: 1500867294, hace constar que son autoras del Trabajo de Integración Curricular titulado: **"INDICADORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L., REVISIÓN DOCUMENTADA"** el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. 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 7 días del mes de Julio del 2021.





Adriana Gabriela Catagña Legña

1751351352

Magaly Verónica Tanguila Alvarado

1500867294

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: **"INDICADORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L., REVISIÓN DOCUMENTADA"**.



Dr. C. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD.

Presidente del Tribunal



Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, PhD.

Miembro del Tribunal



Dra.C. María Adela Valdés Sáenz , PhD.

Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 182.1-SAU-UEA-2021

Puyo, 20 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Adriana Gabriela Catagña Legña, con C.I. 1751351352 y Magaly Verónica Tanguila Alvarado, con C.I. 1500867294, con el Tema: **"Indicadores que influyen en la germinación de Brassica oleracea L., Raphanus sativus L., y Beta vulgaris var. cicla L., revisión documentada"**., de la carrera, Ingeniería Agropecuarial. Director de la investigación, MSc. Jorge Luis Alba Rojas, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 10%, Informe generado con fecha 20 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

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mi madre Nelly Legña, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para poder vencer cada obstáculo y lograr una meta más en mi vida.

Agradezco de manera especial a mis hermanas Flor y Alexandra que, con su apoyo incondicional y por sus valores inculcados pude llegar a cumplir este sueño anhelado, ya que toda mi vida han sido mi inspiración, orgullo y motivación para seguir adelante. También quiero agradecer a mis queridos sobrinos/a Antony, Austin y Damaris por siempre motivarme hacer una profesional y ser un ejemplo para seguir.

Al Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D. que, gracias a sus conocimientos impartidos, experiencia, confianza, paciencia, apoyo y motivación hemos logrado desarrollar con éxito el proyecto de titulación. Además, a mi compañera de tesis Magaly Tanguila, por su apoyo y responsabilidad ha hecho este trabajo más fácil.

Finalmente, a la Universidad Estatal Amazónica, por darme el privilegio de pasar por cada una de sus aulas y permitirme terminar mis estudios superiores. A cada uno de los docentes que durante toda la carrera impartieron sus conocimientos para nuestra formación académica y personal. A mis compañeros, por los buenos y los malos momentos que se vivió durante el transcurso de la carrera.

Adriana Gabriela Catagña Legña.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme y guiarme en mi vida personal y en mi etapa universitaria.

Agradezco también a mis padres Pedro Pablo Tanguila y Mercedes Alvarado y mi hermana: Rosi Tanguila quienes confiaron y me han apoyado durante este largo camino hasta lograr mi objetivo de ser una profesional y ser un ejemplo para mis sobrinos.

De manera especial mi agradecimiento al Dr. C. Julio César Muñoz Rengifo, Ph.D; quien nos ha orientado durante el transcurso de nuestro trabajo de tesis.

A mi tutor docente M Sc. Jorge Luis Alba Rojas por la confianza, motivación y encaminarnos a la culminación de nuestro trabajo de tesis.

A mi compañera de tesis Adriana Catagña, por el compromiso brindado durante todo este proceso y culminación de nuestro trabajo.

Magaly Verónica Tanguila Alvarado.

DEDICATORIA

Este triunfo se lo dedico a Dios por ser la luz que guía mi vida, darme salud y fuerzas para seguir luchando ya que con su ayuda puedo lograr mis metas con éxito.

A mí amada madre Nelly Legña dedico este triunfo, ya que sin su ayuda incondicional este sueño no hubiera podido hacerlo realidad y de igual forma todo su esfuerzo va a ser retribuido de mi parte.

A mis hermanas y sobrinos/as quienes creyeron en mí, y con mi gratitud, esfuerzo y trabajo voy a sacar a delante a todos mis seres queridos.

A Edgar Guayanay por su cariño inmenso y quien siempre creyó en mí y quiere verme como una buena profesional.

Sobre todo, para mi Baxter, el más fiel de los amigos, que ha hecho de mis días maravillosos y satisfactorios, mi gran motor, gracias por estar en cada noche de desvelo junto a mí, me enseñaste a ser más humana y responsable.

Adriana Gabriela Catagña Legña.

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis se la dedico a mis padres y a mi hermana, puesto que desde niña me enseñaron el anhelo de superación, ya que son quienes confiaron y me apoyaron durante el transcurso de mi etapa universitaria; quienes son mi mayor inspiración de superación para poder afrontar todos los retos que la vida me pone.

Magaly Verónica Tanguila Alvarado.

RESUMEN

Las hortalizas, col (*Brassica oleracea* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.), pertenecen a la familia *Brassicaceae*, mientras que la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), pertenece a *Amaranthaceae*, estas hortalizas son de ciclo corto y se caracterizan por poseer altos contenidos de nutrientes. Para que las semillas de estas especies inicien el proceso germinación se requiere de varios indicadores bióticos y abióticos para obtener plántulas que aseguren el rendimiento del cultivo. El objetivo general de la revisión documental fue evaluar los indicadores bióticos y abióticos que afectan en la germinación de estas especies. La metodología que se llevó a cabo fue de tipo no experimental exploratoria y documental, a partir de una búsqueda de fuentes de información primarias y secundarias, en el cual, se analizaron y compararon las siguientes variables: poder germinativo (%), vigor (%), temperatura (°C) y humedad (%). Los resultados que se reportan en los estudios indican que las semillas de col con extractos de algas alcanzaron una germinación del 100 %. Mientras que, en las semillas de rábano con la prueba de tetrazolio se evidencia el 99 % de germinación y por último en la especie de la acelga el mayor porcentaje de germinación alcanzó un 97 % en las variedades Červený y Fordhook Giant. En cuanto concierne al vigor las pruebas de almacenamiento de semillas de col durante seis meses la variedad B3 indican un 15 % de vigor. Por otro lado, en el rábano con irradiación de plasmas a baja temperatura con un tiempo de exposición de 30 segundos alcanzaron un 41% de vigor. Mientras que en la especie de la acelga indica un 96 % de vigor. Por último, la temperatura optima y necesaria para la germinación de semillas de estas especies es de 20-30 °C y con una humedad de 79.2 %.

Palabras clave: semilla, col, rábano, germinación, vigor, temperatura, humedad.

ABSTRACT

Cabbage (Brassica oleracea L.) and radish (*Raphanus sativus* L.), belong to the *Brassicaceae* family, while chard (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), belongs to *Amaranthaceae*, these vegetables are short-cycle and are characterized by having high nutrient content. For the seeds of these species to start the germination process, several biotic and abiotic indicators are required to obtain seedlings that ensure crop performance. The general objective of the documentary review was to evaluate the biotic and abiotic indicators that affect the germination of these species. The methodology that was carried out was of a non-experimental exploratory and documentary type, based on a search for primary and secondary sources of information, in which the following variables were analyzed and compared: germination power (%), vigor (%), temperature (° C) and humidity (%). The results reported in the studies indicate that the cabbage seeds with seaweed extracts reached 100% germination. Whereas, in radish seeds with the tetrazolium test 99% germination is evidenced and finally in the chard species the highest germination percentage reached 97% in the Červený and Fordhook Giant varieties. As far as vigor is concerned, the tests of storage of cabbage seeds for six months, the variety B3 indicate 15% vigor. On the other hand, in radish with plasma irradiation at low temperature with an exposure time of 30 seconds they reached 41% vigor. Finally, the optimal and necessary temperature for the germination of seeds of these species is 20-30 ° C and with a humidity of 79.2%.

KEYWORDS: seed, cabbage, radish, germination, vigor, temperature, humidity.

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

2.1 Las hortalizas 7

2.2 Familia *Brassicaceae* 7

2.3 Familia *Amaranthaceae* 7

2.4 Proceso de la germinación 7

2.5 *Brassica oleracea* L. (col) 8

2.5.1 Origen 8

2.5.2 Características Taxonómicas 9

2.5.3 Importancia del cultivo de la col en el Ecuador 9

2.5.4 Cualidades Morfológicas 10

2.5.5 Germinación de la col 11

2.5.6 Indicadores abióticos 11

2.5.7 Indicadores bióticos 11

2.6 *Raphanus sativus* L. (rábano) 12

2.6.1 Origen 12

2.6.2 Características Taxonómicas 13

2.6.3 Importancia del cultivo de rábano en el Ecuador 13

2.6.4 Cualidades Morfológicas 13

2.6.5 Germinación del rábano 14

2.6.6 Indicadores abióticos 15
2.6.7 Indicadores bióticos 15
2.7 *Beta vulgaris* var. *cicla* L. (acelga).....16
2.7.1 Origen 16
2.7.2 Características Taxonómicas 16
2.7.3 Importancia del cultivo de acelga en el Ecuador 16
2.7.4 Cualidades morfológicos 17
2.7.5 Germinación de la acelga.....17
2.7.6 Indicadores abióticos 18
2.7.7 Indicadores bióticos 18
2.8 Factores hormonales 19
2.9 Posibles problemas en la germinación.....19
Capítulo 3: Metodología de la investigación 21
3.1 Tipo de Investigación.....21
3.2 Métodos de investigación 21
3.2.1 Método exploratorio.....22
3.2.1.1 Estrategias para la búsqueda de la información ……...22
3.2.1.1.1 Descriptores……22
3.2.1.1.2 Criterios de inclusión en la búsqueda de la información……22
3.2.1.1.3 Criterios de exclusión en la búsqueda de la información……23
3.2.1.2 Valoración de los resultados…….....23
3.2.1.3 Manejo de la información……23
Capítulo 4: Resultados 24
4.1 Indicadores bióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).....24
4.1.1 Indicadores bióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.). 24

4.1.1.1 Poder Germinativo……24
4.1.1.2 Vigor……27
4.1.2 Indicadores bióticos que influyen en la germinación del rábano (*Raphanus sativus* L.).....29
4.1.2.1 Poder Germinativo……29
4.1.2.2 Vigor……32
4.1.3 Indicador bióticos que influyen en la germinación de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).....34
4.1.3.1 Poder Germinativo……34
4.1.3.2 Vigor……37
4.2 Indicadores abióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).....39
4.2.1 Factores abióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.). 39
4.2.1.1 Temperatura……..39
4.2.1.2 Humedad……...…42
4.2.2 Indicadores abióticos que influyen en la germinación del rábano (*Raphanus sativus* L.).....44
4.2.2.1 Temperatura……44
4.2.2.2 Humedad……46
4.3.3 Indicadores abióticos que influyen en la germinación de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).....48
4.3.3.1 Temperatura……48
4.3.3.2 Humedad……50
Conclusiones……52
Recomendaciones……53
Referencias……...54
Anexos……..62

Índice de tablas

Tabla 1 *Características taxonómicas de la col* 9
Tabla 2 *Características taxonómicas de la rábano* 13
Tabla 3 *Características taxonómicas de la acelga* 16
Tabla 4 *Poder germinativo de Brassica oleracea* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 26
Tabla 5 *Vigor de Brassica oleracea* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 28
Tabla 6 *Poder germinativo de Raphanus sativus* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 31
Tabla 7 *Vigor de Raphanus sativus L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 33
Tabla 8 *Poder germinativo de Beta vulgaris* var. *cicla* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 36
Tabla 9 *Vigor de Beta vulgaris* var. *cicla* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 38
Tabla 10 *Temperatura de Brassica oleracea* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 41
Tabla 11 *Humedad de Brassica oleracea* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.* 43
Tabla 12 *Temperatura de Raphanus sativus* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 45
Tabla 13 *Humedad de Raphanus sativus* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.* 47

Tabla 14 *Temperatura de Beta vulgaris var. cicla L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinacion en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 49
Tabla 15 *Humedad de Beta vulgaris* var. *cicla* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio* 51

Índice de figuras

*Figura 1***.** Etapas del proceso germinativo.. 8

Capítulo 1: Introducción

La palabra horticultura deriva de la voz griega “Hortus” que significa huerta; por lo tanto, la horticultura se refiere a los cultivos que se realizan en las huertas. Comprende tres ramas: la Fruticultura, la Floricultura y la Olericultura, esta última que abarca el estudio de las hortalizas. Aunque normalmente el término horticultura se emplea en realidad para el estudio de las hortalizas (Tito y Estela, 2005).

Las hortalizas eran consideradas vegetales silvestres, que se originaron en diferentes partes del mundo, cada especie con diferentes condiciones ambientales. Desde que se empezaron a cultivar en huertos estas fueron consideradas como hortalizas, pero siempre su consumo estuvo fijado por la presencia de otros recursos alimenticios, es por ello por lo que el efecto que tuvieron en el proceso alimenticio varía en diversas poblaciones según sus culturas. Las hortalizas se caracterizan por su valor nutritivo, principalmente por el aporte de vitaminas, minerales, antioxidantes y por su delicado sabor; en general contribuyen a una alimentación sana y saludable, y realizan importantes funciones reguladoras en el metabolismo de los seres humanos (Dahua, 2014). Dos de las familias de hortalizas de gran importancia por sus aportes nutricionales es la *Brassicaceae* y *Amaranthaceae*.

La familia *Brassicaceae* pertenece a una de las familias más amplias del orden Brassicales. Posee entre 350 y aproximadamente 3,000 especies localizadas en diversas partes del mundo. Esta familia se caracteriza por poseer valor económico, medicinal, consumo y algunos especímenes incluso son utilizados para la investigación de plantas ornamentales y cultivos con altos rendimientos. Por lo que, indica que estas plantas son beneficiosas debido a que se utilizan para diversos fines y son útiles para la humanidad (Román, 2019). Entre las especies más representativas tenemos *Brassica oleracea* L. y *Raphanus sativus* L

Muñoz (2017) plantea que la *Brassica oleracea* L. (col), es una de las especies más antiguas que se conocen y ocupa un espacio de gran relevancia en la alimentación humana. Se desarrolla bien en climas fríos y frescos, a partir de los 500 msnm en suelos limo arenosos, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica. Por otro lado, Zeledón, Chavarría y García (2014) mencionan que el repollo se cultiva para la explotación de la cabeza que conforman las hojas, además, es rico en fibras, vitamina C, provitamina A, compuestos azufrados, entre otros elementos. Pero el compuesto más importante es antioxidante, que retrasa el envejecimiento, combate la degeneración y muerte que provocan los radicales libres

en las células. Estas cualidades lo hacen un producto recomendable para su incorporación en la dieta familiar.

Según, Tercero y Portillo (2012) el rábano (*Raphanus sativus* L.) tiene su origen en el continente asiático y es un cultivo que se caracteriza por ser de ciclo corto y poseer un rápido proceso de maduración. Mientras, Cando (2016) afirma que este cultivo posee un alto contenido de agua y es por ello que es considerado un alimento con un bajo aporte calórico debido a esta característica, pero además esta hortaliza posee un alto contenido de minerales y entre los más importantes se encuentran el potasio y el yodo en una cantidad muy superior si la comparamos con el resto de las hortalizas. Este cultivo también posee calcio, magnesio y fosforo, pero en menores proporciones.

Según Acosta (2015) la familia de las *Amaranthaceae* está conformada por 1,400 especies, que habitan en zonas costeras y en suelos salinos. La acelga pertenece a la especie *Beta vulgaris* y a la variedad *cicla*. Es una hortaliza que aporta gran contenido de agua y menores cantidades de carbohidratos, proteínas, sin embargo, contiene un alto contenido de vitaminas, minerales y fibra. Una de las especies de la familia *Amaranthaceae* tenemos a la *Beta vulgaris* var. *cicla* L.

Según Delgado (2016) la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) es considerada una hortaliza muy esencial en la dieta alimenticia, esto porque es muy rica en proteínas, calorías y minerales tales como fosforo, calcio, entre otros minerales que son esenciales para la salud. La parte comestible de esta planta son las hojas e incluso en algunos casos de consumen solo los peciolos. La acelga es fácil de cultivar y posee un periodo vegetativo corto; su cultivo se está distribuyendo por todo el mundo debido a su elevado valor nutricional; al igual que el rábano y la col estas especies se reproducen de manera sexual (semillas).

Según Vindas (2018) la semilla contiene un alto valor, produce plantas vigorosas con tallos resistentes y cualidades que permiten resistir agresiones de agentes fitopatógenos. La utilización de semillas certificadas es esencial para formar una buena producción y disminuir riesgos en la producción. La germinación de las especies vegetales es considerada como uno de los mejores métodos de propagación, esto porque favorece la producción de plantas, recuperación y mantención del material vegetal. Garantizando de esta manera la subsistencia de los especímenes y ecosistemas en la naturaleza manteniendo sus propias características (Joseph y Delva, 2016).

El presente trabajo se encuentra enfocado en los indicadores bióticos y abióticos que influyen en las semillas de col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.), y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), considerando que el proceso de germinación es sumamente significativo para asegurar el material de propagación (plántulas) de excelente calidad, lo que permitirá junto a las actividades de manejo, comportamiento y climático lograr una semilla sana, fuerte, vigorosa que propicie altos potenciales de poder germinativo.

1.1 Justificación

En el Ecuador el mayor volumen de estos cultivos es realizado por los pequeños productores en la región Sierra, gracias a las condiciones climáticas, edáficas, sociales y culturales, las tecnologías y métodos de producción (Dahua, 2014). A pesar de la significativa producción del sector hortícola en los mercados del Ecuador, en muchas ocasiones los pequeños productos no tienen la capacidad de producir sus propias semillas para mantener su producción, y es por ello que se ven obligados a acudir a centros donde se comercializan las semillas. La productividad del sector hortícola se encuentra en dependencia de la calidad de las semillas (Álvarez y Armendáris, 2015).

Según Courtis (2013) la semilla es como un embrión fertilizado, convertido y desarrollado que compone el miembro de esparcimiento y mantención de los angiospermas y simboliza la finalización de la evolución reproductiva de las especies vegetales. Es muy importante para que las semillas alcancen su objetivo, es fundamental que el óvulo se convierta en una planta, y que tenga la capacidad de surgir por cuenta propia y por último transformarse en una plántula adulta. Todo esto implica un conjunto de procesos morfogenéticos y metabólicos, cuyo efecto final es la propagación de las semillas (Doria, 2010).

La germinación significa un proceso real en el que se originan conversiones metabólicas muy inevitables para el desarrollo del ciclo completo de la planta. En esta etapa la hidratación de la semilla disminuye de una manera considerable, e incluso puede llegar a pararse por completo (Doria, 2010). Durante el proceso germinativo para que tenga lugar y recobre su rapidez biológica la semilla, es necesario que se realicen un conjunto de condiciones óptimas que favorezcan a la semilla. Como es el caso de los indicadores bióticos en el proceso de germinación se requiere de varios factores bióticos y abióticos para que ocurran transformaciones metabólicas necesarias para el completo desarrollo de la plántula, como ente autónomo. Los indicadores bióticos poder germinativo y vigor determinan en las semillas son cualidades que son importantes al establecer cualquier cultivo, pues esto nos permite valorar la calidad de dichas semillas. Los indicadores abióticos temperatura y humedad del suelo son importantes para estimular que las semillas rompan la latencia y emerjan de la mejor manera garantizando plántulas de calidad que atributen a un cultivo que genere alto potencial de rendimiento, el conocimiento de estos aspectos por parte de los productores es de vital importancia a la hora de adquirir las semillas, deben tener clara las referencias sobre el poder de germinación y el vigor esto le permitirá tomar decisiones en cuanto a la adquisición de la semilla (Iriarte,2017).

1.2 Planteamiento del Problema

La germinación de las semillas es un proceso complejo pues necesita de indicadores y condiciones específicas, que garanticen y estimulen el embrión y estas rompan la latencia y den paso al desarrollo de nuevas plantas, esto se puede ver afectado cuando una semilla carece de buena calidad, así como indicadores bióticos y abióticos, tales como el poder germinativo, vigor, temperatura y humedad. Considerando lo anterior se plantea el siguiente problema de investigación. Pero cabe señalar que no todas las semillas tienen las mismas exigencias para la germinación, por lo que es importante conocer los requerimientos de cada especie. Partiendo de este contexto se plantea el siguiente problema de investigación

¿Los indicadores poder germinativo, vigor, temperatura y humedad, influirán de la misma manera en la germinación de col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.)?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Analizar cómo influyen en la germinación de la *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L., los indicadores poder germinativo, vigor, temperatura y humedad.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir los indicadores que influyen en la germinación de la *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L.
- Detallar el comportamiento de los indicadores abióticos, temperatura y humedad *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L. y *Beta vulgaris* var. *cicla* L.

Capítulo 2: Fundamentación teórica

2.1 Las hortalizas

Las hortalizas son plantas herbáceas anual o perennes cultivadas en las huertas de traspatio para autoconsumo, semicomercial y comercial, destinada a cubrir la alimentación de la dieta diaria del hombre. Los vegetales para todo ser humano son primordiales ya que es un alimento con un alto contenido de vitaminas, carbohidratos, fibras y minerales, ya que ayudan a reconstruir sus tejidos, producir energías, regular funciones corporales, nutrirse y vivir (Saavedra del Real, 2013).

2.2 Familia *Brassicaceae*

Esta familia está conformada por 350 géneros y 3,000 especies, que se encuentran dispersas alrededor del mundo en especial en zonas templadas. Son un conjunto de plantas que incluyen variedades de grupos utilizadas por los seres humanos tanto para su alimentación, como medicinal y decorativas (ornamental). Según este autor determinó que la familia *Brassicaceae* apareció hace 37'000,000 de años (Román, 2019).

2.3 Familia *Amaranthaceae*

Posee una distribución geográfica muy variada, sus especímenes de desarrollan en ambientes áridos, salinos y en zonas distorsionadas. Esta familia presenta alrededor de 183 géneros y aproximadamente 2,050 a 2,500 especies, gran parte de ellas son cultivadas para la dieta humana, entre estas tenemos a *Beta vulgaris* L. *Spinacia oleracea* L. y algunos de los géneros *Chenopodium* y *Amaranthus*, la cual sus semillas son empleadas para la elaboración de harinas. Esta familia también se encuentra cultivada en zonas tropicales y subtropicales (Sandoval y Siqueiros, 2019).

2.4 Proceso de la germinación

De acuerdo con Gastón (2017) el proceso de germinación consta de tres fases (Figura 1), descritas a continuación:

a. Fase de hidratación: En el proceso germinativo la hidratación de las semillas es considerado el primer paso para que se inicie este proceso. A lo largo de esta etapa los distintos tejidos que conforman la semilla absorben una gran cantidad. Este aumento está asociado al incremento del proceso respiratorio en la semilla.

b. Fase de germinación: Es considerado como el auténtico y verdadero proceso germinativo. En esta fase ocurren procesos metabólicos, muy esenciales para el adecuado desempeño de la planta. En esta etapa se disminuye la hidratación de una manera muy considerable, en algunos casos llegando a frenar por completo.

c. Fase de crecimiento: Se considera como la última etapa del proceso germinativo y se encuentra asociado con la aparición del sistema radical. También cabe recalcar que en esta etapa se reactiva y aumenta el proceso respiratorio, así como el proceso de hidratación.

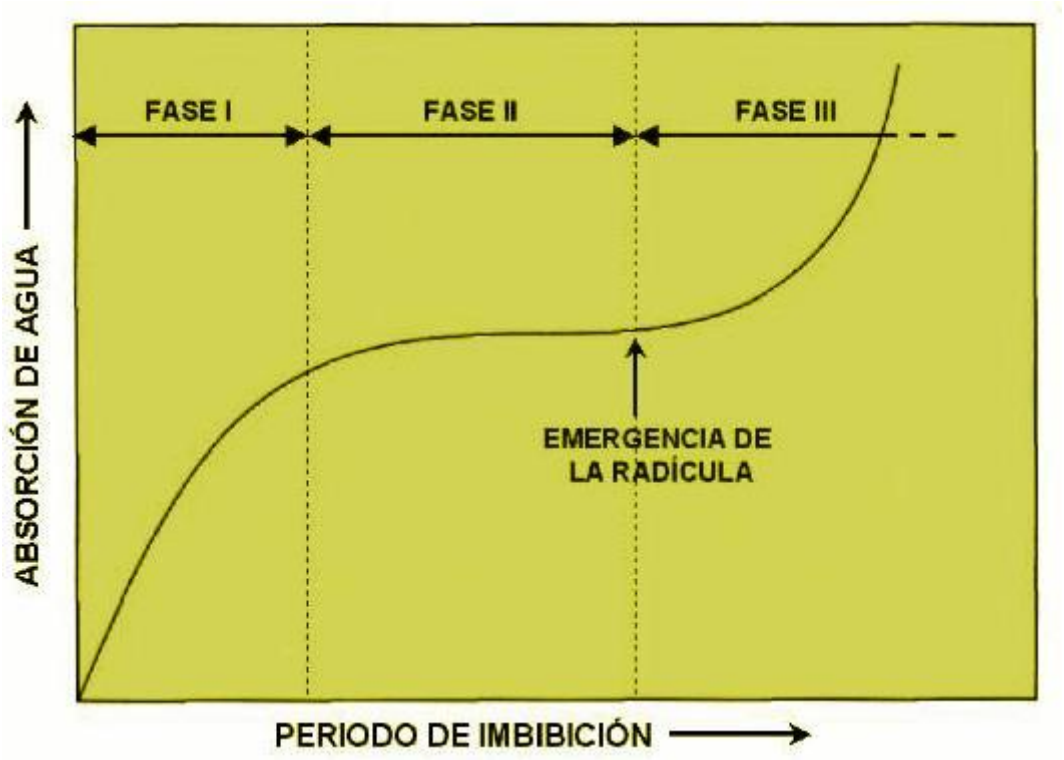

*Figura 1***.** Etapas del proceso germinativo. Tomado de Gastón (2017).

2.5 *Brassica oleracea* L. (col)

2.5.1 Origen

La col es una hortaliza que pertenece a la especie *Brassica oleracea*, esta fue encontrada de forma silvestre en el oeste de Europa (ejemplo, las costas de Inglaterra y el oeste de Francia). También se las encontraba en zonas cercanas a las costas, y que al parecer habría sido cultivado por los egipcios 2,500 años a.C. y posteriormente por los griegos. Por otro lado, las evidencias encontradas apuntan como su lugar de origen a la zona del este del Mediterráneo, y también a Asia Menor, desde donde luego se diseminó a diversos lugares de Europa (Nidio, 2019).

A medida que se fue domesticando la planta silvestre, fueron seleccionando y reproduciendo las plantas con las hojas más grandes, este proceso dio lugar al desarrollo de lo que hoy día conocemos como berza o kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.), o repollo sin cabeza. Con una constante selección y propagación de plantas con similares características, llevada a cabo por cientos de generaciones de plantas, se logró lo que hoy día conocemos como la planta de repollo (*Brassica oleracea* L.), o repollo con cabeza. Finalmente fue introducida a los Estados Unidos de América durante el siglo XVI por Jacques Cartier (Fornaris, 2014).

2.5.2 Características Taxonómicas

Tabla 1

Características taxonómicas de la col

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Capparales
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	Oleraceae
Nombre científico	*Brassica oleracea* L.

Tomado de: Nidio (2019).

2.5.3 Importancia del cultivo de la col en el Ecuador

En el Ecuador el cultivo de col es una de las hortalizas más apetecidas por poseer elevados valores nutritivos, además que con un manejo adecuado del cultivo se generan ganancias satisfactorias para el productor (Rea, 2012). En el territorio ecuatoriano la producción total de col en la Sierra es de 111.160 t en una superficie cultivada de 1,786 ha; obteniendo un rendimiento de 62.2 $t.ha^{-1}$; por otra parte, la producción de las provincias de la región Sierra central se localizan en: Tungurahua con 31,820 t en 500 ha y con un rendimiento de 63.64 $t.ha^{-1}$; después Chimborazo con 6,560 t en 105 ha con un rendimiento de 62.48 $t.ha^{-1}$; por último, Cotopaxi 1,839 t en 29 ha con un rendimiento de 63.44 $t.ha^{-1}$ (Morocho, 2016).

2.5.4 Cualidades Morfológicas

El cultivo de col son plantas de ciclo corto, a continuación, se describe las cualidades de dicho cultivo, entre las que se destacan: el sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y semillas según Nidio (2019).

Sistema radical

Es cilíndrica, pivotante y posee raíces secundarias que absorben los nutrientes y el agua. Al igual que las otras variedades botánicas de la especie, presenta un sistema radical reducido y superficial, entre 40 y 45 cm, que limita la capacidad exploratoria del suelo.

Tallo

Durante el primer ciclo vegetativo la planta forma un tallo herbáceo, relativamente grueso, corto, jugoso, erecto y sin ramificaciones; con la parte exterior leñosa y entrenudos cortos, no presenta ramificaciones y no alcanzar más de 30 cm, debido a que el crecimiento en longitud se detiene en estados iniciales del desarrollo. La cabeza del repollo corresponde a un tallo que sostiene gran número de hojas no desplegadas, descansando una sobre otra y que forman con conjunto más o menos apretado, que encierra la yema terminal y las hojas más jóvenes.

Hojas

Presenta hojas anchas, redondas y gruesas, de venas prominentes, se ubican entrecruzadas en el tallo, envolviendo la yema terminal y las hojas más jóvenes; formando de esta manera una cabeza o pella, en la cual la planta acumula sus reservas vegetativas.

Flores

La planta produce centenas de flores en racimos; la corola es amarillenta de pétalos ovalados, mide 1 cm, aproximadamente cuando se encuentran abiertas. De naturaleza hermafrodita, pero de polinización cruzada, realizándose está a través del viento e insectos. La planta es auto estéril por incompatibilidad con su propio polen, por lo que presenta polinización entomófila. Una vez polinizada y fecundadas, las flores dan origen a silicuas gruesas rectas o curvas, de 10 cm de largo por 5 mm de ancho**.**

Fruto

Es una silicua de 4-6 cm de largo, termina en un cuernecillo cilíndrico, con numerosas semillas dehiscentes cuando seco.

Semillas

Presenta semillas pequeñas, redondeadas o globulares, casi lisas y color café, pardo rojizo o negro, de 1.5 mm de diámetro, conteniendo un gramo alrededor de 350-400 semillas, con una capacidad germinativa media de unos 4 años.

2.5.5 Germinación de la col

Según lo que menciona Cruzado (2019) el primer ciclo de la vida del repollo o primera fase de crecimiento vegetativo dura 10 – 30 días. Es el único que se cumple de forma natural en las condiciones adecuadas, además considerada una de la más importante para los productores hortícolas para planificar prácticas de manejo del cultivo. Inicia a partir de la imbibición de la semilla, después la radícula emerge para que el hipocótilo con los cotiledones crucen el tegumento seminal, y más tarde haya emergencia de cotiledones a la superficie, esta primera etapa ocurre de ocho y diez días, dependiendo del suministro de riego o humedad del sustrato. Termina cuando ya se haya desarrollado su sistema radical y sus primeras tres o cuatro hojas verdaderas, y este corresponde al momento oportuno para el trasplante durante la cual la plántula pierde entre 5 – 10% de sus raíces.

2.5.6 Indicadores abióticos

Temperatura

La col se desarrolla muy bien en climas templados y frescos; en Ecuador la producción es todo el año y en regiones tropicales y subtropicales; durante el invierno la temperatura mínima para su germinación es de 4.4 ºC y la máxima es de 35 ºC, siendo la más apropiada 29.4 ºC. La temperatura mínima del suelo para la germinación de la semilla es de 5 °C y la máxima es de 35 °C (Zamora, 2016).

Humedad

En la germinación la absorción de agua es el primer paso y el más importante, para que la semilla recupere su metabolismo y rehidratación de sus tejidos. El ingreso de agua en el interior de la semilla se debe únicamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. Por consiguiente, un exceso de humedad procedería desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión (Courtis, 2013).

2.5.7 Indicadores bióticos

Poder germinativo

La duración del poder germinativo es normalmente de cuatro años almacenando el repollo a una temperatura de 18 a 22 °C y una humedad relativa de 60 a 80 % prolongando su longevidad de 7 a 15 años (Ramos, 2010).

Vigor

Cruz (2007) menciona que el vigor es el resultado de la unión de todas las características que determinan el nivel de actividad, capacidad y comportamiento de las semillas durante la germinación, en condiciones favorables y desfavorables. Pero, las pruebas de laboratorio frecuentemente no representan resultados a nivel de campo, ya que en suelo raramente se encuentran las condiciones óptimas para la germinación de las semillas. Un alto vigor resulta de la interacción de toda una serie de características de las semillas, por ende, se obtendrá más plántulas normales y con tasas elevadas de crecimiento (Cruz, 2019).

2.6 *Raphanus sativus* L. (rábano)

2.6.1 Origen

El rábano es considerada una especie herbácea de ciclo corto, es una planta que pertenece a las zonas frías y templadas del polo norte, este cultivo también puede ser encontrada en Sudamérica, se desarrolla a una altitud aproximada de la zona interandina entre los 3000-3500 msnm; según versiones de algunos investigadores el rábano tuvo su origen en china, y fue consumido aproximadamente desde el año 400 a.C, a pesar de la información expuesta se considera que los pueblos de Egipto y Babilonia ya lo sembraban hace aproximadamente 4000 años (Mosquera, 2018).

El mismo autor (Mosquera, 2018) menciona que el rábano tiene propiedades medicinales, asimismo posee un elevado contenido vitamínico en la que tenemos principalmente el ácido fólico, ascórbico y minerales como el calcio, zinc, sodio, potasio, fósforo, entre otros; presenta un crecimiento acelerado (30 días) y puede ser plantado en suelos tantos orgánicos como minerales y su elevada facultad productiva lo convierte en uno de los cultivos muy deseados en plantaciones a pequeña escala, el genotipo y las condiciones ambientales en las que se desarrolla las plantas están asociadas con su alto rendimiento, del cultivo del rábano lo que se consume es la parte de la raíz.

2.6.2 Características Taxonómicas

Tabla 2

Características taxonómicas del rábano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	Raphanus
Especie	*Raphanus sativus* L.

Tomado de: Mosquera (2018).

2.6.3 Importancia del cultivo de rábano en el Ecuador

De acuerdo con Cauja y Ocaña (2020) en el Ecuador existe una deficiencia en cuanto a estudios estadísticos sobre el nivel de producción del rábano, esto debido a que esta hortaliza no es muy cultivada y consumida por los ecuatorianos. Por otro lado, el rábano es considerado un cultivo de ciclo corto ya que su producción se logra obtener en un tiempo menor a un año, resultando necesario volver a cultivar para continuar produciendo. Al ser una hortaliza de clima frío que se desarrolla mejor entre los 1.800 y 2.800 m.s.n.m. Las provincias donde se cultivan rábano están situadas en Tungurahua (Pelileo, parroquia García Moreno), Cañar (Biblián, parroquia Nazón, Chimborazo, Azuay y otras provincias de esta zona.

2.6.4 Cualidades Morfológicas

El cultivo de rábano son plantas anuales, a continuación, se describe las cualidades de dicho cultivo, entre las que se destacan: el sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y semillas según Mosquera (2018).

Sistema radical

El sistema radical del rábano posee tamaños variados y una estructura carnosa, tiene diversos colores como rosado con blanco o rojizo en la parte interna de la raíz, es la parte más importante de la planta porque es la que se consume.

Tallo

El rábano posee un tallo vertical con pocas ramificaciones, puede alcanzar un tamaño aproximadamente hasta un metro, la parte baja del tallo es áspera y dura, posee un color verde claro.

Hojas

Presenta unas hojas pecioladas y basales, están presentes en formas circulares o rosetas, tiene una forma de lóbulo, posee de uno a tres dúos de secciones adyacentes de extremo irregular dentellado.

Flores

Estas flores se presentan en forma de racimos, poseen sus pétalos con un color variado en algunos casos se pueden encontrar con un color blanco o ligeramente rosa, tiene unos delgados pedicelos y sus sépalos son derechos, se caracteriza por tener seis estambres en forma libre; el estilo es de forma delgada y un estigma lobulado.

Fruto y semillas

El fruto posee una característica simple, repleto en su interior de tejidos vegetales, donde se encuentran las semillas, las semillas de forma globosa y presentan un color castaño-claro o rosadas; los frutos poseen entre uno a diez semillas que se incluyen en un tejido blando.

2.6.5 Germinación del rábano

Según lo que menciona Castillejo (2014) para que el proceso germinativo tenga lugar y recobre su rapidez biológica la semilla, es necesario que se realicen un conjunto de condiciones óptimas que favorezcan a la semilla como es el caso de la disponibilidad de agua, la disposición de oxígeno que le permite que se realice la respiración y un adecuado temple para las diferentes transformaciones metabólicas y para el adecuado desenvolvimiento de la planta. Las semillas de rabanito están compuestas por tres partes primordiales: Las cubiertas protectoras, los tejidos de reserva y el más importante el embrión. La germinación de la semilla se produce a los siete días aproximadamente y está en dependencia de la variedad y las condiciones climáticas, la emergencia de la plántula se puede observar aproximadamente desde los siete a los diez días. Lo primero que se logrará observar es la aparición de los cotiledones, los cuales se encargarán de nutrir a la plántula en los primeros días. Posteriormente aparecerán las hojas verdaderas y durante este periodo es muy importante aportar nutrientes a la planta de forma gradual es decir a medida que se desarrolla se incrementará la dosis de aplicación de nutrientes. Cuando aparezcan las primeras plantas se debe proteger de la intensidad de los rayos solares en las

horas más calurosas y se debe dejar expuestas al sol solo en las horas de la mañana y en la tarde.

2.6.6 Indicadores abióticos

Temperatura

El rábano en sus distintas etapas de desarrollo, indica la interacción de intensidad de luz y la temperatura. El proceso germinativo es adecuado a 25 °C. Cuando la temperatura del suelo sobrepasa los 30 °C es imposible que germinen las semillas (Carrera, 2015).

Humedad

El contenido de humedad es muy esencial para que comience la fase de germinación. El agua del suelo humedece la semilla lo que provoca que el embrión comience con su desarrollo y abra la cubierta de la semilla. El sistema radicular se incrusta hacia el suelo y por otro lado el tallo de la plántula se desarrolla hacia la parte exterior formando la parte aérea de la planta. Para obtener una buena germinación de las semillas de rábano deben encontrarse en condiciones húmedas. Pero, humedecer exageradamente se obtendrá la pudrición de las semillas. Las semillas que se encuentren exageradamente deshidratadas no lograrán germinarse. Cuando el suelo se encuentre demasiado secano, el desarrollo germinativo puede estancarse (Castillejo, 2014).

2.6.7 Indicadores bióticos

Poder germinativo

Se considera como la fase en la que semilla de rabanito mantiene la capacidad de germinación en el tiempo y esta es de cuatro años. Refiriéndose a la duración de las semillas, es decir al periodo en que las semillas se mantienen viables, pueden existir incluso algunas semillas que pueden mantener la capacidad de germinación por décadas o centenas de años; esto se da específicamente en las semillas que poseen una cubierta o capa protectora muy dura y fuerte ejemplo la mayoría de las leguminosas (Castillejo, 2014).

Vigor

Según, Guillen et al. (2018) el vigor es la suma de aquellas características de las semillas que establecen el grado de la actividad y replica en el proceso de germinación. Mientras que, García et al. (2016) el potencial biológico que caracteriza a las semillas se conoce como vigor que beneficia el establecimiento precoz y de manera uniforme en condiciones

adecuadas. El valor más alto de vigor y potencial germinativo de la semilla se observa cuando se consigue la madurez fisiológica

2.7 *Beta vulgaris* var. *cicla* L. (acelga)

2.7.1 Origen

Según Acosta (2016) esta especie es originaria de las zonas costeras europeas y además esta especie junto a la remolacha provienen de su antecesora Beta marítima. Los países del medio oriente fueron quienes principiaron a cultivar esta hortaliza entre los años 600 a.C. Los griegos y romanos utilizaron a la acelga como una fuente alimenticia y medicinal. Actualmente las principales zonas productoras de esta hortaliza son Europa en general y América del norte.

2.7.2 Características Taxonómicas

Tabla 3

Características taxonómicas de la acelga

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Género	*Beta*
Especie	*vulgaris* var. *cicla* L.

Tomado de: Delgado (2016).

2.7.3 Importancia del cultivo de acelga en el Ecuador

La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra con una participación del 86% de la producción nacional. Es decir, la producción hortícola tiene una gran importancia en el país debido a que forma parte de la dieta diaria y es considerada uno de los productos vitamínicos. Los cultivos orgánicos de acelga tienen una excelente aceptación en los mercados nacionales e internacionales, generando grandes ingresos económicos a los pequeños productores. Este cultivo posee una gran demanda nivel del país y también es exportada a distintos países del mercado americano y europeo, donde se consume como alimento y como una fuente medicinal, lo que la convierte en una hortaliza de mucho interés y esto beneficia tanto a productores como a consumidores (Castillo, 2020).

2.7.4 Cualidades morfológicos

El cultivo de la acelga es una especie de ciclo corto, a continuación, se describe las cualidades morfológicas de dicho cultivo, entre las que se destaca: el sistema radicular, el tallo, hojas, flores, frutos y semillas, según Coila (2017).

Sistema radicular

La planta de acelga se caracteriza por poseer un sistema radicular muy profundo y fibroso.

Hoja

La parte comestible de esta hortaliza está constituida por las hojas, las cuales son de gran tamaño y de forma ovalada; su peciolo es largo y ancho; que se alarga hasta el limbo de la hoja; su coloración varía entre verde oscuro a verde claro. Por ultimo las pencas o peciolos poseen una coloración entre blanco a crema.

Flores

La acelga para florecer requiere de una etapa de bajas temperaturas. Tiene un vástago floral con una longitud aproximada de 1.20 m. Su inflorescencia está conformada por una panícula muy larga. Las flores son hermafroditas y sésiles, estas pueden permanecer en grupo de tres o solas. La coloración del cáliz es verde y está constituido por 5 sépalos y 5 pétalos.

Fruto

Las semillas de la acelga se encuentran dentro de un pequeño fruto, el cual es conocido de manera común por los productores como (falso fruto o semilla), en este fruto se encuentran entre 3 a 4 semillas por cada uno.

Semillas

Las semillas de la acelga se caracterizan por ser muy pequeñas. En condiciones adecuadas estas pueden mantener su poder germinativo por un periodo de 4 años, incluso pueden ser viables aproximadamente hasta los 10 años.

2.7.5 Germinación de la acelga

Según Miranda (2018) para que el proceso germinativo tenga lugar y recobre su rapidez biológica la semilla, es necesario que se realicen un conjunto de condiciones óptimas que favorezcan a la semilla como es el caso de la disponibilidad de agua, la disposición de oxígeno

que le permite que se realice la respiración y un adecuado temple para las diferentes transformaciones metabólicas y para el adecuado desenvolvimiento de la planta. Las semillas de esta especie se deben colocar en remojo por un periodo de uno a dos días antes de siembra. Posteriormente estas son plantadas a 2.5 cm de profundidad de forma directa en el suelo. Es importante recalcar que la acelga requiere de mucho espacio para su sistema radicular, es por ello que deben ser plantadas a una distancia de 45 cm entre hileras.

2.7.6 Indicadores abióticos

Temperatura

La temperatura adecuada para que se dé el proceso germinativo de las semillas de acelga es de 20 a 25 °C, la temperatura que requiere este cultivo para un crecimiento acelerado de sus hojas varía entre 21 a 30 °C, pero cabe rescatar que esta especie tiene una buena adaptación y comportamiento en las zonas frías (Miranda, 2018).

Humedad

El cultivo de acelga se caracteriza por ser muy exigente en cuanto a la humedad del sustrato donde esta cultivada, principalmente en durante el proceso de germinación y durante las fases de desarrollo de este cultivo. Requiere de una humedad adecuada que oscila entre 60 a 70 % de la capacidad de campo. Este cultivo no soporta el exceso de humedad ni tampoco un alto contenido de agua bajo el suelo (Miranda, 2018).

2.7.7 Indicadores bióticos

Poder Germinativo

La duración del poder germinativo es normalmente de seis a ocho años, a una temperatura de óptima para la germinación de las semillas es de 20 a 25 °C y para un veloz desarrollo de las hojas 21 a 30 °C (Costa, 2015).

Vigor

El vigor de esta especie se manifiesta de forma rápida, uniforme e intensa durante la germinación, al igual que tolerancia de la acelga a las condiciones climáticas inadecuadas. El vigor se refiere a un concepto íntegro y dinámico, que va muy relacionado con la parte que caracteriza a la calidad de las semillas (Navarro, 2015).

2.8 Factores hormonales

Según Villamil y García (1998) las fitohormonas vegetales poseen un importante papel en el desarrollo del proceso germinativo de las semillas, pero a pesar de la cantidad de investigaciones realizadas, todavía existe un desconocimiento en su forma de actuar en el proceso de germinación. Las hormonas vegetales de se clasifican de la siguiente manera:

a) Promotoras de la germinación.

b) Inhibidoras de la germinación.

En el primer grupo se encuentran las giberilinas, que tienen la capacidad de estimular el proceso de germinación de las semillas que se encuentran o no en estado de dormancia; por eso, en diversos casos, se ha planteado un papel clave de estas fitohormonas vegetales en los componentes fisiológicos asociados con la germinación. Las sustancias que inhiben el proceso germinativo son muy abundantes, entre ellas sobre saliendo el ácido abscísico que imposibilita, en una gran cantidad de especies el proceso germinativo de las semillas al igual que los embriones aislados. Además, son varias las investigaciones que asocian de forma directa la disposición de ácido abscísico en las semillas con su imposibilidad para germinar. Como es el caso de algunas semillas en variedades de judía (*Phuseolus vulgaris*) y trigo (*Triticum* spp), el proceso germinativo no se lleva a cabo hasta que haya una reducción de esta hormona en el interior de las semillas. En algunas especies cultivadas, la disposición de ácido abscísico dificulta la denominada viviparidad, acontecimiento mediante el cual las semillas germinan sobre la planta principal cuando sufren humedecimiento por las precipitaciones o la elevada humedad relativa de su entorno (Villamil y García,1998).

2.9 Posibles problemas en la germinación

Exceso de temperatura

En el caso de que la temperatura del espacio de germinación se incremente por encima de los 33 °C, limitaría la germinación de las semillas provocando de manera directa su muerte. Es muy importante precisar que en el caso de que la temperatura local se encuentre debajo de la temperatura del medio de desarrollo, este puede mantenerse incluso a temperaturas superiores que el exterior. Es recomendable emplear un instrumento de medición de temperatura y realizar dicha medición de una forma periódica. En el caso de que la temperatura llegue a los 30 °C es recomendable trasladar las semillas a un lugar más ventilado y fresco (Castillejo, 2014).

Falta de humedad

La falta del contenido de agua es un componente muy esencial en las semillas que recientemente han germinado. Es recomendable poseer un contenido de humedad superior al 60% en lugar donde se encuentran las semillas. En el caso de que el medio donde se encuentran las semillas sea muy seco se puede colocar material plástico para mantener la humedad del sitio. En este caso es recomendable establecer orificios en el plástico para mantener la circulación de aire en el interior y de esta manera garantizar el contenido de oxígeno necesario para que puedan respirar (Castillejo, 2014).

Microflora

Se desarrolla mejor en semillas con altos contenidos de humedad, resultando eventualmente en un excesivo calentamiento y crecimiento de moho, cuando las semillas se conservan en condiciones de alta humedad y temperaturas favorables al crecimiento de hongos (Doria, 2010).

Movilización de sustancias de reserva.

Las semillas contienen cantidades importantes de reservas alimenticias, que permitirán el crecimiento y el desarrollo de la plántula hasta que ésta sea capaz de alimentarse por sí misma. Estas reservas se encuentran en su mayor parte, formando cuerpos intracelulares que contienen lípidos, proteínas, carbohidratos y compuestos inorgánicos (Doria, 2010).

Latencia o dormición

Es cuando una semilla está en un estado que impide germinar, aunque se coloque en condiciones favorables como: humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas, que conducen, pero no germinan (Doria, 2010).

Calidad de las semillas

La calidad de las semillas es un componente muy significativo para el proceso germinativo. Es por ello es recomendable y mejor adquirir semillas en centros o compañías reconocidas que generan este tipo de material cada año (Castillejo, 2014).

Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo no experimental exploratoria y documental, se trabajó a partir de revisión documental de fuentes de información primarias y secundarias (J. Muñoz-Rengifo, comunicación personal, 11 de junio de 2021), fuentes de información primaria tales como: artículos científicos de investigación y libros; y fuentes secundarias tales como artículos de revisión bibliográfica, directorios o repositorios de tesis de posgrado y pregrado, con literatura publicada en español e inglés.

3.2 Métodos de investigación

El método de investigación que se utilizó en la presente revisión documental fue de orden secundario. Para 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). Se definieron variables universales y estandarizadas que permitieron hacer un análisis y comparación de la información. Las variables para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos se las describen a continuación:

Para el cumplimento del objetivo específico número uno se incluyeron la revisión de estudios que incorporaron los resultados de indicadores bióticos que influyen en la germinación de las especies *B. oleracea* L., *R. sativus* L. *y B. vulgaris* var. *cicla* L., en ese sentido las variables fueron las siguientes:

Variables bióticas:

Poder germinativo (%)

Vigor (%)

Para el cumplimiento del objetivo número dos se incluyeron los factores abióticos que influyen en la germinación de las especies *B. oleracea* L., *R. sativus* L. y *B. vulgaris* var. *cicla* L., mediante las variables descritas a continuación:

Variables abióticas

Temperatura (°C)

Humedad (%)

3.2.1 Método exploratorio

Este método es el proceso por el cual se obtuvieron la información básica y especializada relacionada con la problemática de la investigación. A partir de la investigación exploratoria se ha obtenido la información (datos) necesarios para alcanzar los objetivos propuestos.

3.2.1.1 Estrategias para la búsqueda de la información

3.2.1.1.1 Descriptores.

Se procedió a la búsqueda de información utilizando los siguientes descriptores: germinación y semilla, en este último caso contiene al embrión y testa, respectivamente. Los operadores lógicos que se utilizaron en esta búsqueda fueron "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 (sin intervalo específico y solo escribir la familia de cada especie)

3.2.1.1.2 Criterios de inclusión en la búsqueda de la información

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

1.- Palabras claves para la búsqueda de la información. Las palabras se escribieron en español, una vez finalizada la búsqueda en este idioma fueron traducidas al inglés y portugués para realizar la búsqueda de la información en este idioma. Las palabras claves de forma combinadas fueron las siguientes: 1. Poder germinativo; semilla; *Brassicaceae oleracea* L., 2. Vigor; sementes; germinação; *Brassicaceae oleracea*; 3. Temperatura; semilla; germinación; *Brassicaceae oleracea*, 4. Humedad; semilla; germinación; *Brassicaceae oleracea*, 5. Germinación; semilla; rábano, 6. Germinação; semente; radish, 7. Germinación; humedad; rábano, 8. Temperatura; semilla; rábano, 9. Germinación; semilla; acelga,10. Germinação; semente; acelga, 11. Seed; vigor; *Beta vulgaris* var. *cicla* L., 12. Seed; temperature; *Beta vulgaris* var. *cicla* L.

2.- Año de publicación. Estudios de los últimos 10 años.

3.- Número de estudios. Entre los estudios que arrojen las búsquedas, se seleccionaron al menos 10 artículos científicos, dos libros y cinco tesis de pregrado y un de posgrado según los criterios de inclusión.

3.2.1.1.3 Criterios de exclusión en la búsqueda de la información

Los criterios de exclusión fueron las siguientes:

Información que no tenga relación con el tema de esta revisión bibliográfica.
Estudios de más de 15 años.

Información que no tenga una fuente oficial o verificable, estudios que no presenten rigurosidad científica, en el caso de artículos, aquellos que no hayan sido publicados en revistas que no se encuentren indexadas.

3.2.1.2 Valoración de los resultados

Para la inclusión de estudios se consideraron los siguientes criterios: 1.- de 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 de los documentos bibliográficos seleccionados, posteriormente se identificaron y agruparon por separado los documentos que contienen información para el cumplimiento de cada uno de los objetivos. Para el análisis de las variables de cada uno de los objetivos específicos, se elaboraron tablas en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation; USA). Las tablas con información para el cumplimiento del objetivo específico uno, contenían en la parte superior (en las primeras celdas y de izquierda a derecha), el título del artículo, autor- cita normas APA, país de la investigación, objetivo del estudio, variables bióticas (poder germinativo (%), vigor (%)), tratamiento, factores, % de la variable en estudio, enlace del acceso (BD), referencias en normas APA. El mismo ejercicio se realizó en el objetivo dos, considerando las variables abióticas (temperatura (°C), humedad (%)). Finalmente, toda la información obtenida en la búsqueda realizada permitió sintetizar, analizar y escribir los resultados.

Capítulo 4: Resultados

4.1 Indicadores bióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).

4.1.1 Indicadores bióticos que influyen en la germinación de la *col* (*Brassica oleracea* L.).

4.1.1.1 Poder Germinativo

El poder germinativo de las semillas es una variable estudiada en los sistemas de producción de (*Brassica oleracea* L.) de muchos países del mundo, con lo cual en este estudio se recogen algunos resultados de investigaciones de India (Chatterjee & Mal, 2016; Patel, Pandya, Jasrai & Brahmbhatt, 2018); Brasil (Dos Santos et al., 2019; De Azeredo, Da Silva, Sader & Pontes, 2010) y estudios realizados en otros países (Gerszberg, Hnatuszko & Kowalczyk, 2015), en los que se han encontrado resultados positivos utilizando diversos tratamientos para la germinación de esta hortaliza.

Patel et al. (2018) en un estudio titulado "Eficacia del tratamiento de cebado sobre germinación, desarrollo y actividad enzimática de *Allium cepa* L. y *Brassica oleracea* var. *capitata* L., utilizando el método de toalla de papel, probaron seis extractos de algas con 4% de concentración. No encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, debido a que en todos los tratamientos la germinación de las semillas de col fue 100 %. Por otro lado, Chatterjee & Mal (2016) en un estudio realizado en la India, utilizaron ocho tratamientos con dos técnicas de cultivo y cuatro diferentes fuentes de nutrientes. Encontraron que en el tratamiento ocho que contenía vermicompost (2 $kg.m^{-2}$) inoculados con biofertilizante Azophos, la germinación superó el 98.6 %, respecto a los otros siete tratamientos del estudio se sostuvieron en rango de 86 a 98 %. Recientemente en una investigación realizada por Dos Santos et al. (2019), utilizaron la técnica de recubrimiento con materiales en semillas de repollo (*Brassica oleracia* var. *capitata* L.), para la germinación. Es así como comprobaron que el tratamiento gypsum al 20 % de gum arabic, alcanzó un 96 % de germinación. Por otra parte, Gerszberg et al. (2015), en su investigación titulada "Regeneración *in vitro* de ocho cultivares de *Brassica oleracea* var. *capitata* L.". Evidenciaron que después de diez días, el porcentaje de germinación mayor fue 94.4 % en Replika, respecto que los otros cultivares del estudio se mantuvieron en un rango de 52 a 90 %. Por otro lado, De Azeredo et al. (2010), al evaluar la germinación utilizaron semillas de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), determinaron que el sustrato sobre papel con un contenido de agua desionizada al 2.0 alcanzó una mayor germinación del 92 % (Tabla 4).

Finalmente, entre los estudios encontrados el de Patel et al. (2018), presenta un mayor índice de germinación. En este caso utilizando extractos de algas. Los autores de este estudio (Patel et al., 2018) comprobaron que el uso de extracto de algas marinas como material de imprimación biológica en un tratamiento es muy barato, orgánico, ecológico. El extracto de algas son bioactivadores de origen vegetal, es normalmente utilizados en este tipo de actividades en la agricultura. En Ecuador, Pérez (2020), reporta el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Evidenciaron que al incorporar algas al suelo se incrementó las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micro nutrimentos que requiere la planta, sino también sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. En los otros estudios (Chatterjee & Mal, 2016; dos Santos Silva, et al., 2019; De Azeredo et al. 2010; Gerszberg et al. 2015) los porcentajes de germinación fueron inferiores (<98 %) que los encontrados por Patel et al. (2018), no obstante, no significa que no puedan ser utilizados para la germinación de especies, es probable que en condiciones del medio ecuatoriano los resultados sean mejores. Las técnicas de recubrimiento de semillas con materiales de relleno podrían impulsar el desarrollo de la industria de semillas, y mejorar los resultados en campo (Dos Santos, et al., 2019), sin embargo, la información es restringida sobre esta técnica, al menos en la búsqueda bibliográfica realizada no se encontraron estudios de Ecuador, o no existe evidencia científica publicada que lo revelen.

Tabla 4

Poder germinativo de Brassica oleracea L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Factor	Tratamiento	Germinación %	Cita
Extractos de algas con una concentración del 4 %	(G1), *Ulva lactuca* L.	100*	Patel et al. (2018)
	(G2), *U. reticulata forsskal*	100*	
	(B3), *Padina pavonica* L.	100*	
	(B4), *Sargassum johnstonii Setchell* & *Gardner*	100*	
	(R5), *Kappaphycus alvarezii*	100*	
	(R6), *Gracillaria corticata J. Ag*	100*	
Factor 1: dos técnicas de cultivo: (A1) vivero de campo abierto. (A2) contenedor de bandeja de plástico. Factor 2: ocho combinaciones: (B) 4 diferente fuente de nutrientes. (B1) estiércol de corral-3 kg.m^{-2} (B2) vermicompost-2 kg.m^{-2} (B3) estiércol de corral-3 kg.m^{-2}con biofertilizante. (B4) vermicompost-2 kg.m^{-2} con biofertilizante.	A1B1	86.23	Chatterjee & Mal. (2016)
	A1B2	87.54	
	A1B3	90.18	
	A1B4	92.34	
	A2B1	95.21	
	A2B2	96.37	
	A2B3	77.42	
	A2B4	98.68*	
Factor 1: Materiales de relleno Factor 2: material cementante goma arábiga en porcentajes de 20 %.	Control	91.00	Dos Santos et al. (2019)
	Bentonite	79.00	
	Gypsum	96.00*	
	Kaolyn	86.00	
Ocho cultivares de *Brassica oleracea* var. *capitata*, enjuagados en etanol al 50 % durante 5 min, y en agua destilada estéril (32.009 × 3 min), en placas de Petri (6 semillas/plato) en medio básico Murashige y Skoog (MS).	Replika	94.40*	Gerszberg, Hnatuszko, & Kowalczyk (2015)
	Zora	90.70	
	Brunświcka	90.50	
	Kamienna głowa	68.50	
	Amager	65.90	
	Ula	61.00	
	Sława of Enkhuizen	52.70	
	Ditmarska’	58.00	
Factor 1: semillas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.*)*, tratadas con 0.1 % de Thiran, con contenido de agua equivalente: 1.0; 1.5;2.0; 2.5; 3.0; 3.5; y 4.0 Factor 2: tres sustratos: 1. rollo de papel "germitest" 2. entre papel 3. sobre papel	1.0 Rollo de papel "germitest"	89.00	De Azeredo et al. (2010)
	1.0 Entre papel	76.00	
	1.0 Sobre el papel	86.00	
	1.5 Rollo de papel "germitest"	86.00	
	1.5 Entre papel	84.00	
	1.5 Sobre el papel	87.00	
	2.0 Rollo de papel "germitest"	87.00	
	2.0 Entre papel	84.00	
	2.0 Sobre el papel	92.00*	
	2.5 Rollo de papel "germitest"	70.00	
	2.5 Entre papel	90.00	
	2.5 Sobre el papel	89.00	
	3.0 Rollo de papel "germitest"	67.00	
	3.0 Entre papel	79.00	
	3.0 Sobre el papel	85.00	
	3.5 Rollo de papel "germitest"	63.00	
	3.5 Entre papel	73.00	
	3.5 Sobre el papel	81.00	
	4.0 Rollo de papel "germitest"	56.00	
	4.0 Entre papel	65.00	
	4.0 Sobre el papel	76.00	

4.1.1.2 Vigor

Las pruebas de vigor son un componente esencial en el control de calidad de las empresas productoras de semillas de varios países del mundo. Sin embargo, la evidencia científica entorno al estudio de esta variable es escasa para esta especie, por lo tanto, se consideró ampliar la búsqueda. Esta decisión permitió encontrar algunos estudios de Indonesia (Rosida, Sari & Qadir, 2015) y Brasil (Mendonça, Ramos & Fessel, 2003), en los que se han encontrado resultados positivos.

Mendonça et al. (2003) en un estudio titulado "Adecuación de la metodología para la prueba de deterioro controlado de semillas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.)", utilizaron ocho lotes de semillas de tres variedades comerciales de brócoli. Encontraron que en el lote uno de la variedad Piracicaba precoce alcanzo 94 % de vigor, pero, el más bajo se encontró en el lote dos de la variedad Ramoso con el 20 % vigor. Por otra parte, Rosida et al. (2015) realizaron dos experimentos: prueba del vigor de la capacidad de almacenamiento y después del almacenamiento y prueba de vigor después del envejecimiento rápido con químico. Comprobaron que en el experimento uno el lote B3 con 64.7 % de vigor al inicio es capaz de mantener a los seis meses un 15.0 % de vigor, cabe señalar que, el lote GC que contenía más vigor 77.3 % al inicio solo alcanzo un 12.3 %. Mientras que en el experimento dos el lote G1 con etanol al 20 % durante 60 minutos aumento un 54.0 % de vigor, además, el lote G1 y GC remojadas con etanol al 20 % durante 120 minutos solo fue capaz de mantener 4.7 y 4.0 % de vigor (Tabla 5).

Por último, Mendonça et al. (2003), mostraron un mayor índice de vigor. En este caso evaluando el primer recuento de germinación realizado junto con la prueba de germinación con registro de los porcentajes de plántulas normales verificadas en cinco días después de la siembra de la semilla. Los autores de esta investigación (Mendonça et al. 2003), han determinado que la prueba de deterioro controlado es eficaz, favoreciendo una alterativa prometedora para ser incorporada en la rutina de los laboratorios de análisis para evaluar el vigor de las semillas. Por otra parte, Rosida et al. (2015), han reportado que, con las dos pruebas utilizadas para evaluar el vigor, se puede predecir vida útil de las semillas de col. Por lo tanto, la evaluación del vigor de la semilla es esencial en la rutina de las industrias, a medida que varias metodologías disponibles se han ido perfeccionando, han permitido obtener resultados consistentes y reproducibles en el control de calidad de semillas.

Tabla 5

Vigor de Brassica oleracea L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Especie	Factor	Tratamiento	vigor %							Cita
Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.)	Factor 1: 8 lotes de semillas. Factor 2: 3 variedades de semillas comerciales.	Primer recuento de germinación realizado junto con la prueba de germinación con registro de los porcentajes de plántulas normales verificadas cinco días después de la siembra.	Piracicaba precoce			L1	94.0*			Mendonça, Ramos & Fessel (2003)
						L2	68.0			
			Flórida			L1	69.0			
						L2	71.0			
			Ramoso			L1	84.0			
						L2	20.0			
						L3	69.0			
						L4	72.0			
Col (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)	Factor 1: 6 lotes de semillas con diferente vigor inicial. Factor 2: las semillas se almacenaron durante 6 meses.	2 g de semillas empaquetados en envases de papel de aluminio y almacenados en una habitación abierta con 23.3-29.9 ºC y HR 61-85 %.		0	1	2	3	4	5	6	Rosida, Sari & Qadir (2015)
			G1	58.0	54.0	54.7	14.7	5.3	0.0	3.3	
			MG	74.7	35.0	38.7	25.3	2.7	5.3	7.3	
			GC	77.3	56.0	47.3	31.3	3.3	12.7	12.3	
			GT	30.0	29.3	27.3	10.0	0.0	0.0	4.0	
			B3	64.7	54.7	58.0	44.0	43.0	29.3	15.0 *	
			KC	64.0	56.0	56.0	16.0	23.3	26.7	6.7	
	Factor 1: 6 lotes de semillas con diferente vigor inicial. Factor 2: solución de etanol al 20 % en diferentes tiempos.	Humedecieron 2 g de semilla en una solución de etanol al 20 % durante el tiempo en un frigorífico a una temperatura de 5 ºC durante 12 horas.		30		60		90		120	
			G1	50.0		54.0		31.3		4.7*	
			MG	65.0		57.3		25.3		0.0	
			GC	54.0		41.3		20.7		4.0	
			GT	27.3		19.3		8.0		0.0	
			B3	70.00		25.3		14.0		0.0	
			KC	58.0		24.0		12.7		0.0	

4.1.2 Indicadores bióticos que influyen en la germinación del rábano (*Raphanus sativus* L.).

4.1.2.1 Poder Germinativo

El poder germinativo de las semillas es una variable estudiada en los sistemas de producción de rábano (*Raphanus sativus* L.) de varios lugares a nivel mundial. En este estudio se recogen resultados de Ecuador (Carrera, 2015), Colombia (Salazar, Quintero y Bustos, 2019), México (Mendil, Nava, Armenta, Ruelas y Herrán, 2020), entre otros países (Nicaragua y Cuba; López y García, 2020; Terry et al., 2014, respectivamente), en los que se han encontrado resultados importantes para el análisis.

En términos de germinación algunos tratamientos han obtenido índices de germinación altos (≈99 %), por el contrario, los más inferiores han sido de ≈65.97 %, así como tratamientos con índices intermedios de germinación (90-97 %). Mendivil et al. (2020), llevaron a cabo una investigación de abono orgánico tipo bocashi para la evaluación de la germinación y crecimiento del rábano. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el tratamiento suelo agrícola con el 87.96 %, mientras que, el que obtuvo el menor porcentaje fue el tratamiento bocashi con aserrín de pino-mango plátano con el 65.97 % de germinación. Por su parte, López y García (2020), en su estudio los tratamientos dos (lombri-humus) y tres (biofertilizante) tuvieron una mayor cantidad de plantas germinadas, mientras que el tratamiento cuatro (suelo) y tratamiento uno (compost), indicando diferencias significativas en la germinación de las semillas. Por otro lado, Salazar, Quintero y Bustos (2019), indica que, en su investigación de germinación de semillas de rábano, utilizaron a dos concentraciones (0.5 y 10 %), y dos tiempos de exposición (24 y 28 horas). En todos los tratamientos utilizados se alcanzó la misma eficiencia con el 99 % de germinación. Por su parte Carrera (2015) en su trabajo de investigación aplicando abonos orgánicos en la germinación de rábano obtuvo los siguientes resultados: el porcentaje más alto de germinación ocurrió en los tratamientos T1(residuo vegetal) con 97.14 %, seguido del tratamiento T2 (residuo animal) con 93.43 %. Por último, Terry et al. (2014), estudiaron el efecto del producto bioactivo pectimorf® en el cultivo del rábano con tres tratamientos y distintas concentraciones en el cual alcanzaron los siguientes resultados: Los tratamientos con 15 mg. L, durante los periodos de tiempo de 30 minutos y una hora fueron los que obtuvieron una mayor eficiencia con el 90 % en el proceso de germinación. El resto de los tratamientos obtuvieron porcentajes inferiores (Tabla 6).

Finalmente, en el estudio encontrado de Salazar et al. (2019), muestran un mayor índice de germinación. En este caso los cuatro tratamientos de test de tetrazolio a dos tiempos de exposición provocaron una germinación de las semillas de rábano del 99 %. Los autores de esta investigación (Salazar et al., 2019) han relacionado estos estudios con la aceleración del proceso germinativo para obtener semillas de calidad que germinen en menor tiempo. El test de tetrazolio es una prueba rápida para comprobar la viabilidad de la semilla, mediante el cual se da una tonalidad roja ligero en tejido vivo o viable. En el Ecuador existen reportes de estas técnicas de germinación, pero para las especies de maíz, quinua y cactus, realizados en la Universidad Técnica de Machala, Centro Experimental Santa Catalina y U.C.E Sede Galápagos. En otros estudios de elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano, los porcentajes de germinación fueron inferiores 79.16 % que los encontrados por Salazar et al. (2019), no obstante, no significa que no pueda ser utilizados para la germinación de especies, es probable que en condiciones del medio ecuatoriano los resultados sean mejores. La elaboración del abono orgánico bocashi podría promover a los agricultores a no desperdiciar el volumen de desechos y generar abonos de calidad y de bajo costo. En el Ecuador existen reportes de estas técnicas de germinación, pero para las especies de maíz en la Universidad Nacional de Loja y en la especie de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) en dos tipos de bocashi en la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 6

Poder germinativo de Raphanus sativus L con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Factor	Tratamiento	Germinación %	Cita
Bocashi (Abono orgánico)	Suelo Agrícola (SA)	87.96*	Mendivil et al. (2020)
	Bocashi con pulpa de mango (BM)	72.90	
	Bocashi Tradicional (BT)	70.60	
	Bocashi con aserrín de pino-mango plátano (BA)	65.97	
Fertilizantes orgánicos	Tratamiento 1	50.06	López & García (2020)
	Tratamiento 2	61.00*	
	Tratamiento 3	53.13	
	Tratamiento 4	54.38	
Prueba de tetrazolio, a dos concentraciones (0.5 y 1 %) y dos tiempos (24 y 48 horas)	T1 (1 %, 24 h)	C	Salazar et al. (2019)
	T2 (0.5 %, 24 h)	99.00*	
	T3 (1 %, 48 h)	99.00*	
	T4 (0.5 %, 48 h)	99.00*	
Abono orgánico con residuos de animal y vegetal	Residuo vegetal	97.00*	Carrera (2015)
	Residuo animal	93.43	
Producto Bioactivo Pectimorf® en dosis y tiempo en el % de germinación de semillas de rábano	5 mg. L a 30 minutos	88.30*	Terry et al. (2014)
	5 mg L a 1 hora	83.30	
	5 mg. L a 8 horas	83.30	
	10 mg L a 30 minutos	86.60	
	10 mg L a 1 hora	88.30*	

4.1.2.2 Vigor

Como sucedió con otros variables, en el caso de la variable vigor de rábano (*Raphanus sativus* L.) se encontraron estudios realizados en Brasil (Stefanello, Salles, Abbad, & Viana, 2016) y Costa Rica (Rodríguez, Barillas, Ching, Poveda & Vargas, 2017), en donde se han encontrado resultados importantes con respecto a la germinación y vigor de la semilla.

Stefanello et al. (2016) en su trabajo de investigación implementando extractos de chía en la germinación y vigor de semillas de rábano, alcanzo resultados desfavorables con respecto a la germinación. En la primera prueba de conteo de germinación hubo una marcada reducción en el vigor de la semilla del 84 al 35 %. Por último, Rodríguez et al. (2017) en su estudio sobre irradiación con plasma a baja temperatura para mejorar la germinación y vigor del rábano, no encontraron variaciones con lo que respecta al vigor de semillas de rábano hasta el día seis. El estudio demuestra que a los 30 segundos sobresalieron la cantidad de vigor de las semillas. Las semillas expuestas durante los 180 segundo mostraron la mayor disminución en el vigor (Tabla 7).

Finalmente, en el estudio de Stefanello (2016) sobre el potencial alelopático de los extractos de chía en la germinación y vigor de semillas de rábano. El porcentaje de vigor de la semilla se redujo de un 84 hasta un 35%. Mientras que concentraciones de chía en la preparación de macerada no hubo diferencias específicas (84 hasta un 82%). Es así que en un estudio ejecutado por Da Silveira et al. (2012) donde utilizaron extracto de hojas de jurema negra expuestas a 100 °C provocó la reducción de germinación a concentraciones altas de temperaturas. Mientras que, los extractos acuosos expuestas a temperatura de 25 °C no provoca afectaciones en el proceso germinativo. Por otro lado, en el estudio de Rodríguez et al. (2017) el tiempo de exposición que tuvo mayor porcentaje de germinación es de 30 segundos de exposición. Este estudio es de gran importancia ya que, debido al incremento de la población del mundo, uno de los desafíos de la agricultura es generar alimentos de calidad sin la aplicación de productos químicos. El tratamiento antes de la siembra con plasma a temperatura baja contribuye una posible salida a este reto. Mientras que, en el estudio de Rodríguez et al. (2017) el tiempo de exposición que tuvo mayor porcentaje de germinación es de 30 segundos de exposición. Este estudio es de gran importancia ya que, debido al incremento de la población del mundo, uno de los desafíos de la agricultura es generar alimentos de calidad sin la aplicación de productos químicos. Los autores de esta investigación determinaron que los plasmas constituyen una tecnología rápida, que no solo reduce la presencia de hongos, sino que también mejora la germinación y el crecimiento de las plantas. Existen reportes de estas

técnicas para mejorar la germinación para la especie de soja, maíz, papaya y pepina, realizados en la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Tabla 7

Vigor de Raphanus sativus L con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Factor	Tratamiento	Vigor %	Cita
Irradiación de plasma a baja temperatura para mejorar la germinación y vigor en semillas de *Raphanus sativus*	Tiempo de exposición 0 segundos	33.00	Rodríguez et al. (2017)
	Tiempo de exposición 30 segundos	41.00*	
	Tiempo de exposición 60 segundos	38.00	
	Tiempo de exposición 120 segundos	28.00	
	Tiempo de exposición 180 segundos	30	
Potencial alelopático en semillas de rábano	Extracto de chía	35*	Stefanello et al. (2016)

4.1.3 Indicador bióticos que influyen en la germinación de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.)

4.1.3.1 Poder Germinativo

El Poder Germinativo determina el potencial de semillas que germinarán y producirán una plántula normal en condiciones óptimas. Con lo cual en este estudio se recogen algunos resultados de investigaciones de (Ibrahim, Mutwali, Salih & Ismail, 2018; Barrientos, Hernández y Martínez, 2016; Romero, González, Lugo, Aguila, y Serrano, 2016; Pokluda & Kuben, 2002). En los que se han encontrado resultados positivos utilizando diversos tratamientos para la germinación de esta hortaliza.

Pokluda & Kuben (2002), utilizaron 12 variedades de acelgas (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L.) en experimentos de campo. Determinaron que las variedades Červený y Fordhook Giant alanzaron el mayor porcentaje de germinación con 97 %, mientras el que obtuvo peores resultados fue la variedad Listový zelený con 44 % de germinación. Por otro lado, Barrientos, Hernández y Martínez (2016) evaluaron la germinación registrando datos cada tres día, contemplando los primeros diez días que se requirieren para la germinación de tal manera que las semillas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), mostraron mayores valores en el sustrato de origen canadiense con 95% en promedio 88.5 semillas germinadas, pero cabe señalar que el menor porcentaje fue en el sustrato humus de lombriz con 23% en promedio 22 semillas germinadas. Por otra parte, Romero et al. (2016), evaluaron el índice de germinación en semillas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) utilizando diferentes residuos orgánicos en distintos tiempos. Comprobaron que el tratamiento LC20 obtuvo el mayor porcentaje 57 %, seguido del tratamiento LV0 con 50 %. Pero cabe señalar que los tratamientos LVE10 y LC10 no lograron germinar. Por otra parte, Ibrahim et al. (2018) en su estudio evaluaron el efecto del agua magnetizada en plantas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), durante dos temporadas sucesivas 2016 a 2017, donde comprobaron el mayor porcentaje de germinación fue obtenido por el tratamiento cuatro con 36.66 % en la temporada 2016 y el tratamiento tres con 48.66 % en la temporada 2017, mientras que, el que obtuvo el menor porcentaje fue el tratamiento uno con 20.33 % temporada 2016 y el mismo en la temporada 2017 con 26.66 % de germinación (Tabla 8).

Finalmente, en el estudio encontrado de Pokluda & Kuben (2002) muestran un mayor índice de germinación en dos variedades. Los autores de esta investigación determinaron que para obtener buenos resultados es importante seleccionar la variedad para garantizar la calidad y rendimiento del cultivo. Por otro lado, en la investigación de Barrientos, Hernández y

Martínez (2016) mencionan que el sustrato más efectivo para la germinación de semillas de acelga es el sustrato orgánico y natural canadiense, ya que al evaluar la germinación obtuvo 95 %. Con este tipo de sustrato permite la imbibición de la semilla, aporta oxígeno y retiene humedad. Pero cabe señalar que, en el estudio de Romero, González, Lugo, Aguila, y Serrano (2016), determinaron que la composta aún no se encontraba madura ya que el porcentaje de germinación se hallaba por debajo del 57 % en su mayoría por lo que los elementos tóxicos no permitieron una germinación adecuada en las semillas de acelga. Sin embargo, los resultados del estudio de Ibrahim et al. (2018), revelaron efectos beneficiosos de agua magnetizada para la germinación de semillas de acelga. Esta nueva tendencia de la agricultura moderna busca una agricultura más sostenible, con técnicas respetuosas con el medio ambiente y al mismo tiempo aumentan el rendimiento de los cultivos.

Tabla 8

Poder germinativo de *Beta vulgaris* var. *cicla* L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Factor	Tratamiento	Germinación %		Cita
12 variedades de acelgas (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L.) en experimentos de campo.	Bright Lights F1	88		Pokluda & Kuben (2002)
	Červený	97*		
	Fordhook Giant	97*		
	Gator	85		
	Genfer Selma	74		
	Charlotte	96		
	Listový zelený	44		
	Lucullus	86		
	Lucullus	86		
	Rhubarb	83		
	Rhubarb Chard	95		
	Swiss Chard	93		
	Zürcher Gelber	95		
Sustratos que se comercializan	T (Origen canadiense)	95*		Barrientos, Hernández y Martínez (2016)
	T 1 (Turba de musgo)	85		
	T2 (Humus de lombriz)	23		
	T 3 (Tierra preparada)	73		
Diferentes residuos orgánicos: LC (lombricomposta de caballo) LV (lombricomposta de vaca) LVE (lombricomposta de vegetal) Tiempo: 0, 10, 20, 30, y 40 días	LV0	50		González, Lugo, Aguila, y Serrano (2016)
	LV10	38		
	LV20	7		
	LV30	38		
	LV40	37		
	LVE0	14		
	LVE10	0		
	LVE20	23		
	LVE30	23		
	LVE40	2		
	LC0	21		
	LC10	0		
	LC20	57*		
	LC30	17		
	LC40	35		
El agua magnetizada durante temporadas.		2016	2017	Ibrahim, Mutwali, Salih & Ismail (2018)
	T1 (control)	20.33	26.66	
	T2 (una vez)	34.66	40.33	
	T3 (tres veces)	35.00	48.66*	
	T4 (cuatro veces)	36.66*	41.00	

4.1.3.2 Vigor

El uso de pruebas de vigor adecuadas se vuelve esencial, ya que es el principal indicador que dará a la especie la posibilidad de expresar su máximo potencial productivo al implantar un cultivo.

Silva, (2003), al realizaron la prueba de deterioro acelerado para evaluar el vigor de la semilla de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), comprobaron que el lote cinco con una temperatura de 45 °C y 22 % de contenido de agua en un periodo de envejecimiento 12 horas, el vigor fue de 96 %. Mientas que el mismo lote, pero con una temperatura de 41 °C y 24% de contenido de agua en un periodo de envejecimiento 12 horas, el vigor fue de 95 %. No obstante, los resultados más bajos se encontraron en el lote siete con una temperatura de 45 °C y 26 % de contenido de agua en un periodo de envejecimiento 36 horas el vigor fue de 21 % y el lote cuatro con una temperatura de 41 °C y 36% de contenido de agua en un periodo de envejecimiento 36 horas, el vigor fue de 26 % (Tabla 9).

Por último, en el estudio de Silva, (2003), el tiempo de exposición que tuvo mayor porcentaje de germinación es de 12 horas. Este estudio es de gran importancia ya que, debido al incremento de la población del mundo, uno de los desafíos de la agricultura es generar alimentos de calidad. Los autores de esta investigación determinaron que la prueba de deterioro controlado permite distinguir el vigor entre lotes de semillas que están sufriendo una disminución en su supervivencia, por estar todas las semillas sometidas a niveles similares de deterioro por alto contenido de humedad y elevada temperatura. Existen reportes de estas técnicas para mejorar la germinación para la especie de soja, tomate y pepino, realizados en la Universidad Pedagógica y Tecnológica.

Tabla 9

Vigor de Beta vulgaris var. *cicla* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de vigor en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.*

Factor	**Vigor %**									**Cita**
	41 °C									
	22%			24%			26%			
	Lote	12 h	24 h	36 h	12 h	24 h	36 h	12 h	24 h	36 h	
Deterioro controlado utilizando dos temperaturas, tres contenidos de agua y tres periodos de envejecimiento	1	89	90*	93*	85	80	80	75	82	76	Silva, (2003),
	2	84	88	85	90	77	84	88*	81	80	
	3	90	90*	86	82	88*	70	82	86*	74	
	4	38	46	34	31	44	26	36	36	33	
	5	91	90*	84	95*	86	90*	88*	80	88*	
	6	92*	86	78	74	76	64	76	80	78	
	7	77	73	67	74	63	63	50	58	73	
	45 °C									
	1	87	87	86*	88	77	68	72	44	34	
	2	83	85	85	82	76	80*	77	56	36*	
	3	88	77	77	88	79	80*	75*	62	29	
	4	52	44	27	42	30	29	30	37	22	
	5	96*	92*	84	90*	86*	74	63	64*	28	
	6	80	74	72	84	70	68	66	50	36*	
	7	58	66	48	69	66	38	55	62	21	

4.2 Indicadores abióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).

Los resultados de esta investigación evidencian pocos estudios realizados en cuanto a las variables temperatura y humedad en las dos especies, por lo que, no permitieron continuar con el objetivo planteado y se procedió a utilizar palabras claves que permitan ampliar la búsqueda, es decir, excluyendo criterios que delimiten resultados de la búsqueda (sin intervalo específico, solo la familia de cada especie) y los resultados se desglosan de la siguiente manera:

4.2.1 Factores abióticos que influyen en la germinación de la col (*Brassica oleracea* L.).

4.2.1.1 Temperatura

Las temperaturas optimas son esenciales para que ocurra la germinación, ya que en las semillas promueve las transformaciones metabólicas necesarias para el completo desarrollo de la plántula. En este análisis se recogen varios resultados de investigaciones de (Maulana, Azizah, Rianti & Sugiarto, 2021; Mauri, Lopes, Ferreira, Amaral & de Freitas, 2010; Branca et al., 2012), donde se encontraron resultados importantes sobre esta variable.

Mauri et al. (2010) en un estudio titulado "Germinación de semillas y desarrollo inicial de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica* L.) en función de sustratos y temperaturas", utilizaron dos lotes en cuatro réplicas de 25 semillas de brócoli. Comprobaron que en el lote de las semillas orgánicas con el sustrato Plantmax ® a una temperatura de 25 ºC germinaron el 83 %. Pero cabe señalar que en el lote de semillas convencional con el sustrato Plantmax ® + Fertium ® 2 g dm -3 a una temperatura de 25 ºC alcanzó 91 % de germinación. Recientemente en un estudio de Maulana et al. (2021), el cual tuvo como objetivo: obtener la mejor temperatura en varios genotipos para aumentar la mejor viabilidad y vigor de las semillas de coliflor en las tierras bajas. En este estudio se comprobó que con una temperatura ambiente sin aire acondicionado el genotipo Roo tan 45 (P0b9) logró el 92 % de germinación. Mientras que el resultado más bajo fue el genotipo Orient almacenado en la temperatura del refrigerador (P2b8) alcanzó el 28 % de germinación. Por último, Branca et al. (2012), utilizando 50 g de semillas de dos especies, donde observaron que con temperaturas de 20 °C se alcanzó una germinación en rúcula 97 % y en brócoli un 90 %. Mientras que los resultados más bajos se encontraron en la temperatura de 30 °C donde rúcula obtuvo 90 % y el brócoli 83.5 % de

germinación. Finalmente, el que presento resultados más bajos, fue a una temperatura de 10 °C donde rúcula logro 94 % y brócoli 87.5 % de germinación (Tabla 10).

Por lo que se pudo afirmar que para cada especie existe un rango de temperaturas dentro del cual puede tener lugar la germinación de las semillas. Entre los estudios encontrados de otras especies que pertenecen a la familia *Brassicaceae*, el estudio de Maulana et al. (2021), comprobaron que se debe realizar más pruebas de los genotipos de semillas para determinar las características de cada genotipo, ya que el rango de temperaturas en el cual germinan las semillas de una especie puede variar en función de distintos factores como son la variedad y el origen geográfico. De la misma manera el estudio de Branca et al. (2012) establecieron que el porcentaje de la germinación varió en relación con la especie y la temperatura, y queda demostrado que los mejores resultados se obtuvieron a 20 °C donde el mayor porcentaje de germinación fue en rúcula 97 %. Por otro lado, en condiciones de laboratorio no son las temperaturas constantes las que suelen determinar una mayor germinación sino las temperaturas alternas. Como en el estudio de Mauri et al. (2010), a una temperatura de 20-30 ºC, con un fotoperiodo de ocho horas, existen un buen comportamiento para la germinación. el Ecuador existen investigaciones que han utilizado diferentes temperaturas para la germinación en especies de papa, maíz, frejol y mora, pero cabe señalar que la información es muy escasa.

Tabla 10

Temperatura de *Brassica oleracea* L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio*.

Especie	Factor	Tratamientos	°C				Cita
			26.2-29 °C	20-26.7 °C		1.5-6.2 °C	
(*Brassica Oleracea* var. *Botrytis* L.)	Factor 1: temperatura en 3 niveles: P0=temperatura ambiente sin aire acondicionado (26.2-29 °C) P1= temperatura ambiente con aire acondicionado (20-26.7 °C) P2= temperatura del refrigerador (1.5-6.2°C) Factor 2: 13 genotipos de coliflor.	(P0B1) Viola	56.0 %	47.0 %		40.0 %	Maulana, Azizah, Rianti & Sugiart (2021)
		(P1B2) Tegar 45	60.0 %	78.0 %		65.0 %	
		(P1B3) Snow Waltz	72.0 %	79.0 %		66.0 %	
		(P0B4) Jayanti	61.0 %	58.0 %		410 %	
		(P1B5) Giga	72.0 %	80.0 %		66.0 %	
		(P1B6) Snow White	70.0 %	77.0 %		36.0 %	
		(P0B7) Diamond	56.0 %	51.0 %		50.0 %	
		(P0B8) Orient	30.0 %	30.0 %		28.0 %	
		(P0B9) Roo So 45	92.0 % *	86.0 %		86.0 %	
		(P1B10) Forum	66.0 %	69.0 %		54.0 %	
		(P1B11) Bima	80.0 %	89.0 %		71.0 %	
		(P0B12) F1 Hybrid	64.0 %	49.0 %		51.0 %	
		(P2B13) Arjuna	58.0 %	44.0 %		65.0 %	
(*Brassica oleracea* var. *itálica* L.)	Factor 1: dos lotes de semillas L1 = orgánico L2 =convencional Factor 2: seis diferentes sustratos, colocados en la cámara de germinación tipo BOD a temperaturas 20-30 ºC, con un fotoperiodo de ocho horas.	Orgánico	20 °C	25 °C	30 °C	20-30 °C	Mauri, Lopes, Ferreira, Amaral & de Freitas (2010)
		Plantmax®	74.0 %	83.0 %*	70.0 %	80.0 %	
		Plantmax®+Fertium® 1 g dm-3	80.0 %	80.0 %	69.0 %	71.0 %	
		Plantmax®+Fertium® 2 g dm-3	82.0 %	77.0 %	70.0 %	68.0 %	
		Solo+areia+esterco	71.0 %	57.0 %	66.0 %	50.0 %	
		Solo+areia+esterco+Fertium® 1 g dm-3	72.0 %	62.0 %	48.0 %	41.0 %	
		Solo+areia+esterco+Fertium® 2 g dm-3	60.0 %	69.0 %	59.0 %	60.0 %	
		Convencional					
		Plantmax®	89.0 %	84.0 %	89.0 %	65.0%	
		Plantmax®+Fertium® 1 g dm-3	86.0 %	86.0 %	78.0 %	37.0 %	
		Plantmax®+Fertium® 2 g dm-3	80.0 %	91.0 %*	83.0 %	66.0 %	
		Solo+areia+esterco	68.0 %	71 %	64.0 %	60.0 %	
		Solo+areia+esterco+Fertium® 1 g dm-3	72.0 %	74.0 %	60.0 %	58.0 %	
		Solo+areia+esterco+Fertium® 2 g dm-3	81.0 %	65.0 %	67.0 %	58.0 %	
(*Brassica oleracea*. var. i*talicas* L.) y Rúcula (Eruca sativa L.)	factor 1: semillas de dos variedades factor 2: temperatura de 10, 20 y 30 ºC	50 g de semillas de dos variedades en agua destilada durante 12 h, luego transferidas a placas de Petri (50 semillas / placa) y colocando en un sistema comercial para la germinación (Vitaseed ©)		10 ºC	20 ºC	30 ºC	Branca et al. (2012)
			Brócoli	87.5 %	90.0 %	83.5 %	
			Rúcula	94.0 %	97.0 %*	90.0 %	

4.2.1.2 Humedad

La humedad es una variable muy necesaria para que el proceso de germinación se lleve a cabo con éxito, ya que, al humedecer una semilla, ésta absorbe agua e hidrata sus tejidos y se inicia en ella las actividades metabólicas como la respiración y la síntesis de proteínas. Por lo cual en este estudio se recogen estudios (Sousa et al., 2007; Filho y Kikuti 2008), en los que se han encontrado resultados importantes para el análisis.

Filho & Kikuti (2008), en un estudio que tuvo como objetivo general verificar los efectos del hidrocondicionamiento en la germinación, emergencia de plántulas, desarrollo de plantas y producción de coliflor, utilizaron dos cultivares de coliflor, sometidas a acondicionamiento fisiológico. La variedad Sharon logro un 38 % de humedad a las 30-36 horas y Teresópolis Gigante 41 % a las 36 horas. Por otro lado, Sousa et al. (2007), en un estudio titulado "Detección de compuestos antioxidantes durante la germinación de *Brassica oleracea* L. var. *costata* DC", comprobaron que las semillas de coliflor germinaron en el día cuatro con una humedad promedio de 79.2 %, alcanzando 81 % de viabilidad. Mientras el que dio peores resultados, fue en el día 12 con humedad 91.1 % y una viabilidad (Tabla 11).

Por último, entre los estudios encontrados el de Filho & Kikuti (2008), han indicado que el hidrocondicionamiento promueve efectos beneficiosos sobre la velocidad de germinación y emergencia de las plántulas de coliflor, esta situación es ventajosa porque implica un período más corto de exposición de la semilla a factores ambientales adversos después de la siembra. Mientras que los autores Sousa et al. (2007), afirman que las semillas deben tener 40-60 % de contenido de humedad para que ocurra la germinación y comience a germinar después de 24 h de imbibición. Pero comprobaron que con una humedad promedio de 79.2 %, existe un mejor comportamiento para la germinación, no obstante, no significa que el porcentaje de humedad no pueda ser utilizado en semillas de otras especies.

Tabla 11

Humedad de Brassica oleracea L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.*

Especie	Factor	Tratamiento	Humedad %	Cita
(*Brassica oleracea*)	Los tres lotes de semillas de dos cultivares de coliflor, 'Sharon' y 'Teresópolis Gigante', cebados entre dos capas de toallas de papel de germinación, con una cantidad de agua equivalente a 2.5 veces el peso del sustrato, a 20 ºC.	Sharon: Acondicionamiento fisiológico a las 30-36 horas	38.00	Filho & Kikuti (2008)
		Teresópolis Gigante: Acondicionamiento fisiológico a las 36 horas	48.00*	
Brassica oleracea. L. var. *costata* DC	200 semillas, colocaron en placas Petri de 15 cm de diámetro forradas con fibra de vidrio y una humedad 200 ml de agua destilada para mantener el 100 % de humedad relativa. A 20-23.5 ºC, un régimen de 16 h de luz/8 h de oscuridad monitoreadas durante los primeros doce días.	2 días	66.00	De Sousa et al. (2007)
		4 días	79.20*	
		6 días	84.00	
		8 días	86.70	
		10 días	89.80	
		12 días	91.10	

4.2.2 Indicadores abióticos que influyen en la germinación del rábano (*Raphanus sativus* L.).

4.2.2.1 Temperatura

La temperatura es una variable estudiada en los sistemas de producción de rábano (*Raphanus sativus* L.) de varios lugares a nivel mundial. En este estudio se recogen resultados de Alemania (Abdel, 2012), Australia (Young & Cousens, 2010), en los que se han encontrado resultados importantes para el análisis.

Abdel (2015), en su estudio de germinación de cuatro semillas de rábano, cultivadas en armarios las cuales fueron expuestas a dos temperaturas (12 y 20 °C). Los resultados evidenciaron que el gabinete a una temperatura de 12 °C tuvo una mayor efectividad en el proceso de germinación de las semillas de rábano con un 97.22 %, mientras que el gabinete a temperaturas de 20 °C tuvo una menor eficiencia en la germinación de semillas con un 89.23 %, Por otra parte, Ranger (2008) en su estudio "la Temperatura de imbibición afecta el vigor de las plántulas: En cultivos de rábano", en el cual evaluó el porcentaje de germinación en semillas de rábano a temperaturas de (5, 10, 15, 20, 25 y 30 °C). Los resultados que se obtuvieron en dicha investigación fueron los siguientes: a los 5 °C obtuvieron un 100 % de germinación, a los 10 y 15 °C se evidencia un 95% de germinación, mientras que a los 20 °C obtuvieron un 99 % de germinación y finalmente a los 25 y 30 °C lograron un 98 % de germinación (Tabla 12).

Entre los estudios encontrados el de Abdel (2015), relaciona sus resultados con la aceleración del proceso germinativo para obtener semillas de calidad que germinen en menor tiempo. Este estudio es una prueba rápida para comprobar la viabilidad de la semilla. En esta investigación queda demostrado que a temperatura de 12 °C existe un mejor comportamiento para la germinación con el 97.22 %. Mientras que en el estudio de Ranger (2008) demuestra que mediante la incubación de semillas a una temperatura de 5 °C se logra el mejor porcentaje de germinación con un 100%. Ambos estudios demuestran que a condiciones controladas de temperatura se puede obtener un mayor porcentaje de germinación en las semillas de rábano, por lo que esto resulta un poco complicado para los agricultores ya que ellos ponen a germinar sus semillas directamente en el suelo sin controlar la temperatura para la germinación y esto puede ser uno de los principales indicadores en la disminución del porcentaje de germinación en sus cultivos.

Tabla 12

Temperatura de Raphanus sativus L. con *diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.*

Especie		Tratamiento	Temperatura °C		Cita
Raphanus sativus L. *var sativus*	Topsi Famox Corox Altox	Armarios de temperaturas variables	20 °C 89.23 % 96.17 % 94.09 % 92.01 %	12 °C 94.79 % 95.92 % 97.22* 95.13 %	Abdel (2015)
Temperatura de imbibición afecta el vigor de las plántulas: En cultivos de rábano		Incubación a diferentes temperaturas	Temperatura (°C) 5 10 15 20 25 30	Germinación (%) 100* 95 95 99 98 98	Range (2008)

4.2.2.2 Humedad

La humedad en las semillas es una variable estudiada en los sistemas de producción de rábano (*Raphanus sativus* L.). En este estudio se recogen resultados de Bolivia (Tito, 2005), en el que se han encontrado un resultado importante para el análisis.

En el estudio de Tito (2005), realizó una investigación implementando un diseño experimental manejado para dos épocas con cuatro repeticiones. Los resultados de este estudio determinan que en la primera época; el T3 fue donde hubo mayor humedad con un 9.30 %, mientras que el menor porcentaje de humedad se registró en el tratamiento T1 con 6.90 %; sin embargo, en la segunda época el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de humedad fue el T1 con 8.20 % y el porcentaje inferior de humedad se obtuvo en el T2 con 6.50 % (Tabla 13).

Finalmente, en el estudio de Tito (2005) se puede observar que en las dos épocas las densidades de plantación, en relación con el % de humedad son diferentes, esto demuestra que no se encuentra presente dentro de los parámetros de calidad de la semilla de *Raphanus sativus* L.

Tabla 13

Humedad del Raphanus sativus L. *con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio*

Especie	Tratamiento		Humedad %	Cita
Rábano (*Raphanus sativus* L.)	Época 1	Tratamiento 1	6.90	Tito (2005)
		Tratamiento 2	8.00	
		Tratamiento 3	9.30*	
	Época 2	Tratamiento 1	8.20*	
		Tratamiento 2	6.50	
		Tratamiento 3	8.00	

4.3.3 Indicadores abióticos que influyen en la germinación de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.).

4.3.3.1 Temperatura

La temperatura es una variable estudiada en los sistemas de producción de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) de varios lugares a nivel mundial. En este estudio se recogen resultados de Mexico (Castilloa, Márqueza, Nietoa & Tristána, 2003), Chile (Caroca, Zapata & Vargas, 2016), en los que se han encontrado resultados importantes para el análisis.

Castilloa et al. (2003), evaluaron el efecto seis rangos de temperatura en la germinación de las semillas de (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.). Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que en las temperaturas de 15 a 25 y 20 a 30 °C, la germinación más alta fue 75 %. Mientras que los resultados más bajos se encontraron a una temperatura de 20 a 35 °C donde solo lograron un 46 % de germinación. Por otro lado, en el estudio de Caroca, Zapata & Vargas (2016), utilizaron semillas de (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) y evaluaron el efecto de la temperatura sobre la germinación. Comprobaron que a una temperatura de 22 °C alanzo 99. 5 % de germinación. pero los resultados bajos se encontraron en la temperatura 12 °C solo obtuvo 47.0 % de germinación (Tabla 14).

Entre los estudios encontrados de Caroca, Zapata & Vargas (2016), relaciona sus resultados con el proceso germinativo para obtener semillas de calidad. En la cámara de germinación regulada a la temperatura respectiva comprobaron que las semillas de acelga logran germinar a una temperatura 22°C, no obstante, en el Ecuador existen reportes de estas técnicas de temperatura para la germinación en especies de pimiento, fresa, realizados en la Universidad Estatal Península De Santa Elena, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, pero no se ha documentado para otras especies u otras instituciones. Por otro lado, en el estudio de Castilloa et al. (2003), queda demostrado que a temperatura de 15 a 30 °C existe un mejor comportamiento para la germinación. Pero cabe señalar que en el Ecuador existen informes que han sido utilizados bajo dos temperaturas para la germinación de Arroz Integral (*Orytza Sativa)*, realizados en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, mostraron que la temperatura adecuada es de 32 °C. Sin embargo, como sucede con las otras técnicas la información es escasa.

Tabla 14

Temperatura de Beta vulgaris var. *cicla L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de germinación en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.*

Factor	Temperatura °C	Germinación %	Cita
Temperaturas alternas 16 h a baja y 8 h a alta	10-20	56.0	Castilloa, Márqueza, Nietoa, & Tristána, (2003)
	10-25	59.0	
	15-25	75.0*	
	15-30	70.0	
	20-30	75.0*	
	20-35	46.0	
Cámara de germinación regulada a la temperatura respectiva	12	47.0	Caroca, Zapata & Vargas (2016)
	14	93.0	
	16	94.5	
	18	97.5	
	20	98.0	
	22	99.5*	
	24	98.5	
	26	95.5	
	28	94.0	
	30	86.0	
	32	70.0	
	34	75.0	
	36	69.0	
	38	55.0	

4.3.3.2 Humedad

La humedad es una variable muy necesaria estudiarla en los sistemas de producción de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) para que el proceso de germinación se lleve a cabo con éxito. Por lo cual en esta investigación se recogen estudios de México (May, Pérez, Ruiz, Caamal & García 2011) y Bolivia (Nuñez 2016) en los que se han encontrado resultados importantes para el análisis.

May et al. (2011) utilizaron dos sustratos donde evaluaron el efecto de la humedad del suelo cada dos días en la germinación de las semillas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.). Comprobaron que con el tratamiento uno a una concentración 60 % de sustrato logro un 33 % de humedad, mientras el que dio peores resultados fue el tratamiento a una concentración 30 % alcanzo una humedad de 26.8 %. Por otro lado, Nuñez, (2016) comprobaron que las semillas de germinaron acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) en el día cuatro con una humedad promedio de 60.10 %, alcanzando 70 % de viabilidad. Mientras que los resultados más inferiores, fue en el día diez con humedad 91 % y una viabilidad de 48 % (Tabla 15).

Por último, entre los estudios encontrados el de May et al. (2011) han indicado que los sustratos bagazo viejo de henequén y tierra negra en diferentes concentraciones promueve efectos beneficiosos sobre la velocidad de germinación y emergencia de las plántulas de acelga. Mientras que el autor Nuñez, (2016), afirman que las semillas deben tener 60-70 % de contenido de humedad para que ocurra la germinación y comience a germinar después de 24 h de imbibición. Pero comprobaron que con una humedad promedio de 60.10 %, existe un mejor comportamiento para la germinación, no obstante, no significa que el porcentaje de humedad no pueda ser utilizado en semillas de otras especies.

Tabla 15

Humedad de Beta vulgaris var. cicla L. con diferentes tratamientos. Se presenta los resultados de humedad en porcentaje (%), y con asterisco (*) los mejores resultados de cada estudio.

Factor	Tratamiento	Humedad%	Cita
Bagazo viejo de henequén y tierra negra	T1 60 %	33.4*	May, Pérez, Ruiz, Caamal & García, (2011)
	T2 50 %	32.9	
	T3 40 %	30.6	
	T4 30 %	26.8	
50 semillas en placas de Petri de 14 cm forradas con papel tela de toalla.	2 días	54	Nuñez, (2016)
	4 días	60.10*	
	6 días	78. 00	
	8 días	85.90	
	10 días	91	

Conclusiones

- Conforme a la revisión documental, los estudios indicaron que el poder germinativo y el vigor determinan la calidad de las semillas de col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), para obtener plántulas de excelente calidad y que aseguren un alto potencial de rendimiento de estas especies. Los diferentes estudios indican, que las semillas de col, con extractos de alga el porcentaje de germinación fue de un 100 %, mientras que en el rábano la prueba de tetrazolio a dos concentraciones indica un 99 % de germinación, Por otro lado, los diferentes estudios en la especie de acelga indican, que un 97 % de germinación. En cuanto a los diferentes estudios de rábano con irradiación de plasmas a baja temperatura con un tiempo de exposición de 30 segundos alcanzaron un 41% de vigor. Sin embargo, en el estudio que almacenaron semillas de col durante seis meses la variedad B3 mantuvo un 15 % de vigor. Con la prueba de deterioro controlado se obtuvo un 96 % de vigor a las 12 horas.
- De acuerdo con el análisis documental las variables temperatura y humedad son indispensables para garantizar una correcta germinación de las semillas col (*Brassica oleracea* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.). Los estudios indican que semillas de col con 79.2 % de humedad en función de la capacidad de campo lograron germinar un 81 %, mientras que las semillas de rábanos para que ocurra la germinación evidenciaron de 9.30 % de humedad pss (peso del suelo seco) para que se ejecute la germinación. Mientras que en semillas de acelga necesitan una humedad de 60.10 % de la cc (humedad expresada como porciento de la reserva máxima o de la capacidad de campo) para que ocurra la germinación. Además, según los estudios de los diferentes autores mencionan que la temperatura para la germinación de semillas de estas especies es de 20-25 °C.

Recomendaciones

- Realizar estudios basados en diseños experimentales que permitan profundizar y evaluar con fundamentos científicos las variables: germinación, vigor, temperatura y humedad en los cultivos de estudiados en la amazonia ecuatoriana, pues se carece de estudios de estas especies según se comprobó en las búsquedas realizadas.
- Considerar el poder germinativo y el vigor de las semillas de las especies col, rábano y acelga previo a su compra o adquisición, esto garantizará obtener plántulas de calidad.

Referencias

Abdel, C. G. (2015). Germination performance of four Radish (*Rhapanus sativus* L. Var *sativus*) seeds under varying temperatures. *International Journal of Farming and Allied Sciences, 4*(4), 355-360.

Acosta, F. (2015). *Respuesta del cultivo de acelga (Beta vulgaris* var. *cicla* L.*) a la fertilización orgánica foliar* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8647/1/Acosta%20Proa%C3%B1o%20Felix%20Enrique.pdf

Álvarez, T y Armendáris, J. (2015). *La industria de semillas hortícolas y la producción de hortalizas en el Ecuador, en el marco de la soberanía alimentaria* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7837/1/UPS-QT06564.pdf

Barrientos, M. M, Hernández, M. J. A., y Martínez, R. O. K. (2016). Evaluación del potencial de germinación y crecimiento de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) en diferentes sustratos. *Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería, 1*(2), 3-10.

Branca, F., Ragusa, L., Tribulato, A., Lo Scalzo, R., Picchi, V., & Argento, S. (2012, November). The glucosinolates and variation of antioxidant compounds in seeds and sprouts of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italic*) and rocket (*Eruca sativa* L.) in relation to temperature and germinative stage. *Acta Hort*, *1005*, 271-277.

Cando, C. (2016). *Evaluación de cuatro variedades de rábano (Raphanus sativus* L.*) cultivados en cuatro fases lunares* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11544/1/Cando%20Castro%20Carolina%20Cecibel.pdf

Carrera, J. (2015). *Respuesta agronómica del cultivo de rábano (Raphanus sativus) a la aplicación de abonos orgánicos* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Maná, Ecuador. Recuperado de http://181.112.224.103/bitstream/27000/3546/1/T-UTC-00823.pdf

Carbajal, C. (2016). *Determinación del contenido de fibra, grasa y proteína de un alimento nutricional con semillas (lupinus mutabilis, y chenopodium quinoa), en mezcla de (beta vulgaris y cucurbita máxima) y edulcorantes* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica

Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1517/1/T-UTEQ-0059.pdf

Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences, 32*(2), 94-101.

Castillejo, C. (2014). *Cámara germinadora de semillas* (Tesis de pregrado). Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España. Recuperado de https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/15249/629222.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castilloa, A. M., Márqueza, M. H. R., Nietoa, C. R. M., & Tristána, J. S. S. (2003). Germinación de semillas de acelga (Beta vulgaris var. cicla L.) con diferentes niveles de temperatura. *Téc Pecu Méx, 41*(1), 85-89.

Chatterjee, R., & Mal, D. (2016). Influence of Nursery Technique and Growing Media on Seedling Growth and Field Performance of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Journal of Environmental & Agricultural Sciences, 9*, 15-20.

Cauja, L y Ocaña, J. (2020). *Estudio del rábano (Raphanus sativus) y propuesta para aplicarlo en preparaciones de la repostería* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49538/1/BINGQ-GS-20P26.pdf

Coila, M. (2017). *Efecto del estiércol de lombriz y ovino en la producción de acelga* (*Beta vulgaris* L.) *en invernadero* – Puno (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10187/Coila_Bustinza_Miguel_Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Courtis, A. (2013). *Guía de estudio de germinación de la semilla, cátedra de fisiología vegetal.* Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Recuperado de http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf

Cruz, D. (2007). *Evaluación de dos métodos de inducción floral para la producción de semilla de repollo (Brassica oleracea var. capitata L.), en el Valle Bajo de Cochabamba* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5213/T-1146.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

Cruzado, M. (2019). *Fertilización en el cultivo de repollo (Brassica oleracea) variedad red acre, bajo invernadero en la provincia de Lamas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú. Recuperado de http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3647/AGRONOMIA%20-%20M%C3%B3nica%20Milagros%20Cruzado%20Cunya.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Costa, T. (2015). *Uso de estiércol caprino y bocashi en el cultivo de acelga* (*Beta vulgaris* var. *cicla pers*). en el colegio de bachillerato Puyango de la parroquia Alamor (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Recuperado de http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/10819/1/TESINA%20FINAL.pdf

Da Silveira, F. P., Maia, S. S. S., & Coelho, B. M. (2012). Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de Mimosa tenuiflora Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L. *Bioscience Journal Uberlândia*, *28*(3), 472-477.

Dahua, L. (2014). *Efecto de dos Abonos Orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de Beta vulgaris* L. var. *Cicla*, *Brassica campestris* var. *Pekinensis y Spinacia oleracea* L. *bajo condiciones de invernadero* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/39/T.AGROP.B.UEA.1028?sequence=1&isAllowed=y.

De Azeredo, G. A., Da Silva, M. B., Sader, R., & Pontes, M. V. (2010). Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. *Pesquisa Agropecuária Tropical, 40*(1), 77-82.

Delgado, J. (2016). Evaluación de tres variedades de acelga (*Beta vulgaris* L.) cultivadas en el sistema hidropónico (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Recuperado de file:///C:/Users/hp/Downloads/Delgado%20Zambrano%20Jacinto%20Alejandro%20(1).pdf

De Sousa, C., Lopes, G., Pereira, D. M., Taveira, M., Valentão, P., Seabra, R. M., ... & Andrade, P. B. (2007). Screening of antioxidant compounds during sprouting of *Brassica oleracea* L. var. *costata* DC. *Combinatorial chemistry & high throughput screening, 10*(5), 377-386.

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales, 31*(1), 74-85.

Dos Santos, S. R., Almeida, F. D. A. C., Melo, B. A., da Silva Cruz, F. R., Alves, E. U., & da Silva, S. M, S. (2019). Physiological Quality of Cabbage (*Brassica oleracea* (L.) var. capitate) Seeds Coated with Different Materials. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), 6*(6), 772-779.

Filho, M. J., & Kikuti, A. L. P. (2008). Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Horticultura Brasileira, 26*(2), 165-169.

Fornaris, G. (2014). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo. Repollo-características de la planta* (Tesis de pregrado). Universidad de Puerto Rico. Recuperado de https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-REPOLLO-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-v.-2014.pdf

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

Gerszberg, A., Hnatuszko, K. K., & Kowalczyk, T. (2015). In vitro regeneration of eight cultivars of Brassica oleracea var. capitata. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 51*(1), 80-87.

Ibrahim, M. O., Mutwali, E. M., Salih, E. A., & Ismail, W. H. (2018). Effect of Magnetized Water on the Germination and some Yield Components of Swiss Chard (*Beta Vulgaris* var. *cicla*). *International Journal of Innovative Science and Research Technology, 3* (9), 410-413.

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

Joseph, A y Delva, J. (2016). *Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del macizo de las cajas* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26131/1/Tesis.pdf

López, S. G. J y García, E. C. (2020). *Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de rábano* (*Raphanus sativus* L.) *en el Centro Experimental Las Mercedes UNA, 2020* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/4213/1/tnf04l864t.pdf

Mantilla, R. (2018). *Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en dos hortalizas de consumo directo pimiento (Capsicum annuum) y cebolla (Allium cepa)* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14586/1/T-UCE-0004-A64-2018.pdf

Maulana, L., Azizah, E., Rianti, W., & Sugiarto, S. (2021). Pengaruh perlakuan suhu dan beberapa genotipe terhadap viabilitas dan vigor benih kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) pada dataran rendah. *MEDIAGRO, 17*(1), 16-25.

Mauri, J., Lopes, J. C., Ferreira, A., do Amaral, J. F. T., & de Freitas, A. R. (2010). Germinação de semente e desenvolvimento inicial da plântula de brócolos em função de substratos e temperaturas. *Scientia Agraria, 11*(4), 275-280.

Medina, S. T., Arroyo, F. G., Martínez, P. I., y Vargas, R. L. (2016). Fertilizante orgánico bocashi en germinación de semillas de mezquite (Prosopis glandulosa). *Ciencia y Tecnol. Agrop. México, 4*(2), 20-30.

Mendivil, L. C., Nava, P. E., Armenta, B. A. D., Ruelas, A. R. D., & Félix, H. J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia, 22*(1), 17-23.

Mendonça, E. A. F. D., Ramos, N. P., & Fessel, S. A. (2003). Adequação da metodología do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.-var. *Itálica*). *Revista Brasileira de Sementes, 25*(1), 18-24.

Miranda, G. (2018). *Evaluación de productos nitrogenados en el cultivo de* acelga (*Beta vulgaris*) (Tesis pregrado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1044/1/TESIS%202018%20FINAL.pdf

Morocho, S. (2016). *Prueba de la eficacia de dos fertilizantes inorgánicos foliares en el rendimiento del cultivo de col (Brassica oleracea* L. var. *Tokita)* (Tesis de pregrado).

Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5134/1/13T0828.pdf

Mosquera, J. (2018). *Valoración de la aplicación de inóculos de microorganismos benéficos (MOBs) en el cultivo de rábano (Raphanus sativus* L*) en la granja experimental Paute* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenida de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16423/1/UPS-CT007989.pdf

Muñoz, J. (2017). *Propiedades nutricionales de la carne de pavo americano big-6 con una dieta balanceada más la adición de col fresca (Brassica oleracea var. capitata) en la fase de engorde* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1883/1/T-UTEQ-0038.pdf

Navarro, M. Febles, G & Herrera, R. (2015). Vigor: essential element for seed quality. *Cuban Journal of Agricultural Science, 49*(4), 447-458.

Nidio, J. (2019). *Láminas de riego por goteo en col* (*Brassica Oleracea var. Capitata*) *y brócoli (Brassica Oleracea Var. Itálica), bajo las condiciones edafoclimáticas de cayhuayna, cifo – 2019* (Tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/5204/TAG00812J73.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Nuñez, V. (2016). *Evaluación de dos variedades de acelga (Beta vulgaris var. Cicla* L.*) con tres niveles de fertilizante foliar (Vigor Top) en ambiente protegido* (Doctoral dissertation). Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10511/T-2345.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Patel, R. V., Pandya, K. Y., Jasrai, R. T., & Brahmbhatt, N. (2018). Efficacy of priming treatment on germination, development and enzyme activity of *Allium cepa* L. and *Brassica oleracea* var *capitata*. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences, 4*(2), 55-68.

Pokluda, R., & Kuben, J. (2002). Comparison of selected Swiss chard (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L.) varieties. *Horticultural Science, 29*(3), 114-118.

Ramos, M. (2007). *CULTIVO DE REPOLLO EN MÉXICO (Brassica oleracea* L) *var. Capitata* L. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,

Buenavista, Saltillo, México. Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1394/T16446%20RAMOS%20SANTOS,%20MARCO%20ANTONIO%20%20MONOGR.pdf?sequence=1

Ranger, M. J. (2008) Imbibition temperature affects on seedling vigor: In crops and shrubs. *Journal of Range Management 52*(5), 534-538.

Rea, F. (2012). ―*Respuesta del cultivo de col (Brassica olerácea) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura*‖ (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenida de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/974/T-UTB-FACIAG-AGR-000180.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, R. J., Barillas, L., Ching, B. R., Poveda, O. F., & Vargas, V. I. (2017). Irradiación con plasma a baja temperatura para mejorar la germinación y el vigor en semillas de *coriandrum sativum*, *lycopersicon lycopersicum*, *phaseolus vulgaris* y *raphanus sativus*. *Taller Latinoamericano de Física del Plasma,* 67-72.

Romero, G. V. D., Aguilar, G. S., Lugo, J., Aguila, P., Serrano, G. N. J. (2016). Determinar el índice de germinación en semillas de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), en diferentes tiempos y tratamientos de lombricomposta. *Los residuos sólidos como fuente de materiales y energía*, *9*(13), 416-418.

Román, L. A. (2019). *Aplicación de Fitorremediación a los lodos residuales de la planta de tratamiento de la parroquia Matriz, cantón Penípe, contaminados con plomo* (Tesis de posgrado). ESPE, Sangolquí, Quito, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/20328/1/T-ESPE-038688.pdf

Rosida, A., Sari, M., & Qadir, A. (2015). Pendugaan vigor daya simpan benih kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) menggunakan metode pengusangan cepat dengan etanol. *Jurnal Hortikultura Indonesia, 6*(3), 152-160.

Saavedra del Real, G. (2013). Producción de hortalizas para la República de Guinea Ecuatorial. Obtenido de http://www.fao.org/3/az120s/az120s.pdf

Salazar, M. A. S., Caleño, J. D. Q., y Urbano, V. J. B. (2019). Implementación de la prueba de tetrazolio en las semillas de *Raphanus sativus* L. *Revista Facultad de Ciencias Básicas, 15*(2), 7-15.

Silva, B. (2003). *Evaluación del vigor de semillas de acelga (Beta vulgaris* var. *cicla* L.) (Tesis de pregrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Recuperado de

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96812/silva_jb_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Stefanello, R., Salles, N. L. A., Abbad, M. A. B., & Viana, B. B. (2016). Potencial alelopático de extratos de chia na germinação e no vigor de sementes de Rabanete. *Revista Cultivando o Saber, 9*(1), 11-22.

Tercero, R y Portillo, K. (2012). *Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de Rábano (Raphanus sativus* L.*) en diferentes fases lunares en la unidad de producción Las Mercedes* (Tesis de pregrado). Universidad Agraria Nacional, Managua, Nicaragua. Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/35166008.pdf

Terry, A. E., Ruiz, P. J., Tejeda, P. T y Reynaldo, E. I. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales, 35*(2), 105-111.

Tito, T y Estela, M. (2005). *Épocas y densidades de plantación de rábano (Raphanus sativus* L.*) para la producción de semilla en el valle bajo de Cochabamba* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/6074/T-901.pdf?sequence=1

Ulloa, C. J. (2018). *Valoración de la aplicación de inóculos de microorganismos benéficos (MOBs) en el cultivo de rábano (Raphanus sativus* L.*) en la granja experimental Paute* (Tesis de pregrado). Obtenida de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16423/1/UPS-CT007989.pdf

May-Lara, C., Pérez-Gutiérrez, A., Ruiz-Sánchez, E., Ic-Caamal, A. E., & García-Ramírez, A. (2011). Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.). *Tropical and subtropical agroecosystems, 14*(3), 1039-1045.

Vallejo, J. (2013). Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio–económica de la región interandina. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2037/1/T-UCE-0004-37.pdf

Vindas, E. (2018). *Determinación de calidad fisiológica de semillas de zanahoria* (*Daucus carota* L.) *mediante prueba de vigor* (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica. Recuperado de http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/7506/1/44059.pdf

Zamora, E. (2016). El cultivo del Repollo. *División de Ciencias Biológicas y de la Salud–Departamento de Agricultura y Ganadería–Hermosillo, Sonora México*. 1-6.

Zeledón, O. Chavarría, Y y García, R. (2014). *Efecto de tres métodos de fertilización orgánica en la producción de repollo (Brassica olerácea)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Recuperado de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3412/1/227168.pdf

Anexos