



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Sección de Estudios de Posgrado e investigación

Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas

Unidad Zacatenco



“Aplicación de Métodos Biofísicos en *Fragaria ananassa* y *Lactuca sativa L.*: Enfoque transdisciplinario”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

P R E S E N T A

I.A. Brenda Katherine Franco Colin

DIRECTORES DE TESIS:

Dra. Claudia Hernández Aguilar

Dra. María del Carmen Valderrama Bravo

Ciudad de México, Enero de 2023



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14
REP 2017

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de siendo las horas del día del mes de del se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado de: para examinar la tesis titulada:

de la alumna:

| | | | | | |
|-------------------|--------|-------------------|-------|-------------|------------------|
| Apellido Paterno: | Franco | Apellido Materno: | Colin | Nombre (s): | Brenda Katherine |
|-------------------|--------|-------------------|-------|-------------|------------------|

Número de registro:

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software anti-plagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 16 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI NO SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: Se presenta una aportación original de acuerdo a la revisión de la literatura y la defensa del proyecto

****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

Finalmente, y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR SUSPENDER NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD o MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

Se recomienda mejorar el documento

Dra. Claudia Hernández Aguilar
Director de Tesis

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

Dr. Jaime Reynaldo Santos Reyes
Nombre completo y firma

Dr. Flavio Arturo Domínguez Parra
Nombre completo y firma

Dra. María del Carmen Valderrama Bravo
2º Director de Tesis

Dr. Jorge Armando Rojas Ramírez
Nombre completo y firma

SE

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 01 de Diciembre del año 2022, el que suscribe **Brenda Katherine Franco Colin** alumna del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS** con número de registro **B201087**, como alumno de la **SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN (SEPI)** de la **ESIME Zacatenco**, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la **DRA. CLAUDIA HERNÁNDEZ AGUILAR** y **DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO** y cede los derechos del trabajo titulado *Aplicación de métodos biofísicos en *Fragaria ananassa* y *Lactuca sativa L.*: Enfoque transdisciplinario*, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación. Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección clhernandez@ipn.mx bfranco2000@alumno.ipn.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Brenda Katherine Franco Colin

Índice

| | |
|--|------------|
| Lista de Tablas | I |
| Lista de Figuras | II |
| Lista de acrónimos | III |
| Glosario | III |
| Introducción | IV |
| Capítulo 1. Contexto y fundamento de la investigación | |
| 1.1. Contexto físico | |
| 1.2. Contexto histórico..... | |
| 1.2.1. Visión transdisciplinaria | |
| 1.2.2. Visión sistémica transdisciplinaria | |
| 1.2.3. Contexto histórico de la agricultura..... | |
| 1.2.3.1. Agricultura en México | |
| 1.2.3.2. Agricultura como base de la economía mexicana..... | |
| 1.2.3.3. La fresa y la economía en México | |
| 1.2.3.4. Tendencia de la producción nacional y regional | |
| 1.3. Tabla de congruencia..... | |
| Capítulo 2. Marco teórico y metodológico | |
| 2.1 Marco teórico | |
| 2.1.1. Composición química de la fresa..... | |
| 2.1.2. Morfología de la fresa..... | |
| 2.1.2.1. Raíz..... | |
| 2.1.2.2. Tallo de la corona y estolón..... | |
| 2.1.2.3. Inflorescencias y flores | |
| 2.1.3. Composición química de la lechuga | |
| 2.1.3.1. Morfología de la lechuga | |
| 2.1.3.2. Fases fenólicas de la lechuga | |
| 2.1.3.2.1. Plántula | |
| 2.1.3.2.2. Fase roseta y formación de la cabeza | |
| 2.1.3.2.3. Floración..... | |

| | |
|--|--|
| 2.1.4. Germinación de las semillas..... | |
| 2.1.4.1. Fase | |
| 2.1.4.2. Imbibición | |
| 2.1.4.3. Germinación sensustricta | |
| 2.1.4.4. Fase de crecimiento | |
| 2.1.4.5. Movilización de las reservas..... | |
| 2.1.5. Condiciones ambientales para la germinación de la fresa | |
| 2.1.6. Latencia | |
| 2.1.7. Sostenibilidad..... | |
| 2.1.8. Pérdidas y desperdicio alimentario | |
| 2.2. Marco metodológico | |
| 2.2.1. Fase 1 | |
| 2.2.2. Fase 2..... | |
| 2.2.3. Fase 3..... | |
| Capítulo 3. Aplicación de la metodología..... | |
| 3.1. Fase 1..... | |
| 3.1.1. Investigación contextual, de campo y documenta..... | |
| 3.1.1.1. Introducción..... | |
| 3.1.1.2. Objetivo | |
| 3.1.1.3. Preguntas de investigación y/o hipótesis | |
| 3.1.2. Materiales y métodos | |
| 3.1.2.1. Municipio | |
| 3.1.2.2. Características de sujetos y grupos focales del estudio..... | |
| 3.1.2.2.1. Tamaño de muestra | |
| 3.1.2.2.2. Métodos empleados como instrumentos de evaluación..... | |
| 3.1.2.2.2.1. Métodos de investigación cualitativa con enfoque dialógico | |
| 3.1.2.2.2.2. Investigación etno-ecológica..... | |
| 3.1.2.3. Selección y focalización del problema | |
| 3.1.2.3.1. Método de lluvia de ideas | |
| 3.1.3. Resultados | |
| 3.1.3.1. Investigación cualitativa con enfoque dialógico | |

| | |
|--|--|
| 3.1.3.2. Investigación etno-ecológica | |
| 3.1.3.3. Selección y focalización del problema | |
| 3.1.3.3.1. Lluvia de ideas de Faickney | |
| 3.1.3.3.2. Jerarquía analítica | |
| 3.1.3.3.3. Selección del problema | |
| 3.1.4. Revisión de literatura..... | |
| 3.1.4.1. Introducción..... | |
| 3.1.4.2. Objetivo | |
| 3.1.4.3. Preguntas de investigación..... | |
| 3.1.4.4. Materiales y métodos | |
| 3.1.4.5. Resultado | |
| 3.2. Fase 2..... | |
| 3.2.1. Fase 2. Investigación del sujeto que investiga..... | |
| 3.2.2.1. Introducción..... | |
| 3.2.1.2. Objetivo | |
| 3.2.1.3. Hipótesis | |
| 3.2.1.4. Preguntas de investigación | |
| 3.2.2. Materiales y métodos | |
| 3.2.2.1. Prueba de Gallup | |
| 3.2.2.2. Análisis estratégico..... | |
| 3.2.3. Resultados | |
| 3.2.2.2. Prueba de Gallup y FODA estratégico..... | |
| 3.3. Fase 3..... | |
| 3.3.1.1. Calidad sanitaria y fisiológica de la fresa..... | |
| 3.3.1.1.1. Introducción..... | |
| 3.3.1.1.2. Objetivo | |
| 3.3.1.1.3. Hipótesis | |
| 3.3.1.2. Materiales y métodos | |
| 3.3.1.2.1. Selección de la fresa | |
| 3.3.1.2.2. Calidad fisiológica..... | |
| 3.3.1.2.3. Calidad sanitaria..... | |

| | |
|---|--|
| 3.3.1.2.3.1. Prueba de papel secante..... | |
| 3.3.1.2.3.2. Microbiológica..... | |
| 3.3.1.3. Resultados | |
| 3.3.1.3.1. Calidad fisiológica..... | |
| 3.3.1.3.2. Calidad sanitaria..... | |
| 3.3.2.1. Prueba preliminar del acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: <i>Espirulina (Arthrospira platensis)</i> y luz UV-C.. .. | |
| 3.3.2.1.1. Introducción..... | |
| 3.3.2.1.2. Objetivo | |
| 3.3.2.1.3. Hipótesis | |
| 3.3.2.2. Materiales y métodos | |
| 3.3.2.2.1. Acondicionamiento de la semilla..... | |
| 3.3.2.2.2. Prueba de germinación | |
| 3.3.2.2.3. Bioestimulación con radiación de luz UV-C | |
| 3.3.2.2.4. Caracterización de la semilla | |
| 3.3.2.3. Resultados | |
| 3.3.2.3.1. Acondicionamiento de semilla | |
| 3.3.2.3.2. Caracterización de semilla..... | |
| 3.3.3.1. Acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: <i>Espirulina (Arthrospira platensis)</i> y luz UV-C..... | |
| 3.3.3.1.1. Introducción..... | |
| 3.3.3.1.2. Objetivo | |
| 3.3.3.1.3. Hipótesis | |
| 3.3.3.2. Materiales y métodos | |
| 3.3.3.2.1. Extracción de la semilla de fresa | |
| 3.3.3.2.2. Obtención de la semilla comercial | |
| 3.3.3.2.3. Prueba de germinación | |
| 3.3.3.2.4. Acondicionamiento de semilla mediante espirulina y luz UV-C..... | |
| 3.3.3.3. Resultados | |
| 3.3.2.3.1. Semilla natural..... | |
| 3.3.2.3.2. Semilla comercial | |

| | |
|--|--|
| 3.3.4.1. Acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: Nejayote y luz UV-C..... | |
| 3.3.4.1.1. Introducción..... | |
| 3.3.4.1.2. Objetivo..... | |
| 3.3.4.1.3. Hipótesis..... | |
| 3.3.4.2. Materiales y métodos..... | |
| 3.3.4.2.1. Extracción de la semilla de fresa..... | |
| 3.3.4.2.2. Prueba de germinación..... | |
| 3.3.4.2.3. Acondicionamiento de semilla mediante nejayote y luz UV-C..... | |
| 3.3.4.3. Resultados..... | |
| 3.3.4.1. Acondicionamiento de la semilla de lechuga y fres m ediante sistemas biofísicos: Campo magnético y luz UV-C.. .. | |
| 3.3.5.1.1. Introducción..... | |
| 3.3.5.1.2. Objetivo..... | |
| 3.3.5.1.3. Hipótesis..... | |
| 3.3.5.2. Materiales y métodos..... | |
| 3.3.5.2.1. Acondicionamiento de semilla de lechuga..... | |
| 3.3.5.2.2. Tratamiento al hongo <i>Fusarium oxysporum</i> | |
| 3.3.4.2.3. Acondicionamiento de semilla de fresa..... | |
| 3.3.4.3. Resultados..... | |
| 3.3.5.3.1. Acondicionamiento de semilla de lechuga..... | |
| 3.3.5.3.2. Tratamiento al hongo <i>Fusarium oxysporum</i> | |
| 3.3.4.3.3. Acondicionamiento de semilla de fresa..... | |

Capítulo 4. Discusión, conclusión general y perspectivas futuras

Discusión.....

Conclusión general.....

Perspectivas futuras.....

Referencias.....

Anexo 1 Jerarquización analítica.....

Anexo 2 Resultados de manera gráfica.....

Anexo 3 Cartas.....

Lista de Tablas

| Número | Título |
|--------|---|
| 1.1. | Principales productores de fresa de México |
| 1.2. | Tabla de congruencia |
| 2.1. | Composición química de la fresa |
| 2.2. | Operacionalización de la metodología transdisciplinaria (TD) |
| 3.1. | Método con enfoque dialógico, cuestionario y entrevistas para el Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México |
| 3.2. | Metodología etnoecológica para el Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México |
| 3.3. | Metodología etnoecológica para el Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México |
| 3.4. | Elección del problema mediante jerarquización analítica del cultivo de fresa |
| 3.5. | Buscadores y resultados de la búsqueda |
| 3.6. | Síntesis de revisión de literatura |
| 3.7. | Evaluación del sujeto que investiga |
| 3.8. | Evaluación al sujeto que investiga de acuerdo con cuestionario de talentos de Gallup |
| 3.9. | Evaluación de atributos en diferentes momentos del proceso de la investigación |
| 3.10. | Mínima distancia euclidiana de acuerdo con autoevaluación de talentos Gallup |
| 3.11. | Parámetros $L^*a^*b^*$ en colorimetría aplicadas a la fresa antes y después de la radiación en tiempos de 0,2 y 5 min |
| 3.12. | Prueba de papel secante con dos variaciones de Luz UV-C durante |
| 3.13. | Prueba en medio de cultivo agar con dos variaciones de Luz UV-C |
| 3.14. | Toma de temperatura (°C) y Humedad (%) promedio por día para el acondicionamiento de las semillas de fresa |
| 3.15. | Promedios de la caracterización de la semilla natural |
| 3.16. | Promedios de la caracterización de la semilla comercial |
| 3.17. | Tratamientos |

Lista de Acrónimos

SIAP: Servicio de información agroalimentaria y Pesquera

SADER: Secretaria de agricultura y Desarrollo social

ENA: Encuesta Nacional Agropecuaria

DDT: Dicloro Difenil Tricloroetano

d.C.: Después de Cristo

a.C.: Antes de Cristo

Ton: Toneladas

TD: Transdisciplinaria

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

NMX: Norma Mexicana

ONU: Organización de las naciones unidas

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas

T: Tratamiento

d: días

h: horas

s: segundos

min: minuto

Glosario de términos

Mínima distancia euclidiana: La distancia euclidiana, es la distancia ordinaria entre dos puntos de un espacio euclídeo, la cual se deduce a partir del teorema de Pitágoras.

Sostenibilidad: Consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987)

Transdisciplina: Forma de organización de los conocimientos que trascienden las disciplinas de forma radical. Haciendo énfasis en lo que está entre disciplinas, en lo que las atraviesa a todas y en lo que está más allá de ellas (Basarab, 1998)

Visión Holística: Fenómeno psicológico y social, enraizado en las distintas disciplinas humanas y orientada hacia la búsqueda de una cosmovisión basada en preceptos comunes al género humano (Briceño et al., 2009)

Actimorfa: Que tiene dos planos de simetría al menos (RAE)

Resumen

Dos de los temas de relevancia dentro de la sostenibilidad son en el área agrícola y de la alimentación, involucrando las generaciones del presente y las futuras. Para lograr la mejoría dentro de estos temas se utilizó la metodología transdisciplinaria. Abarcando en la primera fase la investigación de campo, donde se involucraron investigadores, agricultores, comerciantes en el municipio de Villa Guerrero en el Estado de México, obteniendo datos relevantes para la investigación sobre la problemática de la región en los cultivos de fresa, cubriendo aspectos sociales, económicos y ambientales del sistema. Los indicadores se utilizaron para evaluar diferentes aplicaciones de métodos biofísicos para mejorar la germinación, siembra y calidad de la fresa. Entre los resultados más relevantes de la investigación se encontró que la luz UV-C tiene aplicaciones fungistáticas en la calidad sanitaria y fisiológica de la fresa en tiempos de 2 y 5min a una intensidad de luz ($700 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). En la semilla de fresa la aplicación de 60 y 90s de luz UV-C y 0.5g de espirulina disminuye la latencia, obteniendo un aumento en la germinación. Al emplear campo magnético en el hongo *Fusarium Oxysporum* hubo una tendencia a la disminución del crecimiento del hongo con 2.5mT y 30 min. Finalmente, al utilizar nejayote y campo magnético a las semillas cada una en su respectiva actividad, se obtuvo una tendencia de comportamiento mayor en la germinación con 30% de Nejayote y 60s y en campo magnético a una intensidad de campo de 3.7mT con 30 min, sin embargo, se encontraron mayores beneficios al utilizar la combinación luz UV-C y espirulina en la germinación. Los resultados reafirman la idea de la aplicación de sistemas biofísicos a la agricultura y alimentación, como una opción a la sostenibilidad del municipio investigado. El enfoque sistémico permitió integrar el conocimiento de diversas áreas de conocimiento, así como la inclusión de la sociedad, agricultores, investigadores para el crecimiento de esta tendencia, logrando el beneficio social y ambiental y alimentario en el país.

Palabras clave: Sostenibilidad, transdisciplinarietàad, semillas, germinación, sistemas biofísicos.

Abstract

Two of the relevant issues within sustainability are in agriculture and food area, involving present and future generations. The transdisciplinary methodology was used to achieve improvement within these issues. Covering in the first phase the field research, where researchers, farmers, merchants in the town of Villa Guerrero State of Mexico were involved, obtaining relevant data for research on the problems of the region in strawberry crops, covering social aspects, economic and environmental of the system. The indicators were used to evaluate different applications of biophysical methods to improve strawberry germination, planting, and quality. Among the most relevant results of the investigation, it was found that UV-C light has fungistatic applications in the sanitary and physiological quality of the strawberry in times of 2 and 5min at a light intensity ($700 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). In the strawberry seed, the application of 60 and 90s of UV-C light and 0.5g of spirulina decreases dormancy, obtaining an increase in germination. When using a magnetic field in the *Fusarium Oxysporum* fungus, there was a tendency to decrease the growth of the fungus with 2.5mT and 30 min. Finally, using nejayote and a magnetic field to the seeds, each one in its respective activity, a greater behavior trend was obtained in germination with 30% Nejayote and 60s and in a magnetic field at a field intensity of 3.7mT with 30 min., however, greater benefits were found when using the combination of UV-C light and spirulina in germination. The results reaffirm the idea of the application of biophysical systems to agriculture and food, as an option for the sustainability of the investigated town. The systemic approach allowed the integration of knowledge from many areas of knowledge, as well as the inclusion of society, farmers, researchers for the growth of this trend, achieving social, environmental and food benefits in the country.

Keywords: Sustainability, transdisciplinarity, seeds, germination, biophysical systems.

Introducción

En la actualidad no solamente buscamos el beneficio humano, sino que se han logrado unificar diversos sistemas para el apoyo y mejoramiento del mundo donde vivimos por lo que se creó la sostenibilidad. Uno de sus objetivos es mejorar la seguridad alimentaria, reducir el hambre, mejorar la nutrición y la agricultura en determinado tiempo (ONU,2015), garantizando la mejora de cada una al mismo tiempo. Con el fin de satisfacer diversas necesidades tanto para las generaciones presentes y las generaciones futuras. Dentro de esta mejora continua ahora sabemos que cada sistema cuenta con diferentes niveles tomando relevancia la cooperación entre ciencias, la sociedad, leyes, forma de gobernar financiamiento, apoyos agrícolas y a todo personal involucrado en el proceso (Gibbons *et al.*, 1994; Nowotny, Scott y Gibbons, 2003). Es de vital importancia implementar de manera sistémica la investigación hacia estos problemas actuales. Cabe recalcar el estado actual del mundo, donde ha cambiado debido a la pandemia, esto ha involucrado grandes cambios como el aislamiento total de los individuos, el empleo de nuevas técnicas y herramientas para enseñar, trabajar e investigar. Por lo que esta situación más que otras ocasiones, se hace necesario el empleo de diversos métodos para el análisis y mejoría del sujeto investigador, así como de la sociedad y las metodologías con enfoque sistémico transdisciplinario.

La agricultura y alimentación contribuyen considerablemente al cambio climático y son afectadas debido a la degradación y sobre explotación de sus recursos. Investigaciones prevén el agravamiento del clima como el aumento de la temperatura, fenómenos meteorológico e inclusive cambios en los patrones de precipitación extremos (FAO,2022). Uno de los problemas en la agricultura involucra a la fresa desde su siembra hasta el consumo del alimento. Su calidad se ve afectada por hongos y bacterias (Wills *et al.*, 1981). Además, se encuentra la falta de información sobre cultivos a los agricultores de fresa de diversos estados de la república. Dentro de la siembra se exhibe un problema en sus achenios (semillas) que, a menudo, exhiben porcentajes de germinación variables y/o bajos, además,

la emergencia de plántulas es escalonado de manera no homogénea (Henry, 1935; Iyer *et al*, 1979; Scott y Draper, 1967; Wilson, *et al.*, 1973). A este estado se le llama estado de latencia, el cual es considerada una adaptación que contribuye a la supervivencia de la semilla el cual disminuye o restringe la germinación cuando no existen las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la plántula. Se han realizado algunas investigaciones sobre sistemas que ayuden a mejorar dichos problemas, sin embargo, la mayoría emplean tratamientos químicos que ponen en riesgo la salud humana y la ecología. Actualmente se busca el empleo ecológico y seguro para mejorar la productividad de las plantas, la calidad, el rendimiento y también para mejorar la tolerancia de las plantas a diversos estreses bióticos y abióticos (Thomas y Puthur, 2017). El estudio de sistemas biofísicos aplicados en la agricultura y a los alimentos es un tema nuevo, con pocos años de investigación, pero con resultados favorables a la sostenibilidad. En consecuencia, a estos problemas, el propósito central es la integración de conocimientos pretendiendo encontrar, analizar y mejorar tanto al sujeto investigador, como al problema del mundo real, aplicando el conocimiento obtenido a lo largo de esta investigación.

Capítulo 1. Contexto y fundamento de investigación

El presente capítulo muestra la situación actual de la investigación. Dando a conocer en primer lugar el contexto físico, en el cual se expone la descripción del sitio donde fue realizada la investigación de campo y las instituciones que proporcionaron apoyo en la misma. Fundamentando la investigación con bases teóricas sobre el cultivo seleccionado.

1.1. Contexto físico

Con el fin de proporcionar continuidad al proceso de investigación, se señala el contexto físico. Comenzando con una visión a nivel mundial, seguido de la elección de investigación a nivel país (México), enfocando la investigación teórica y experimental en la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas, de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional (ESIME-Zacatenco), focalizando el problema en una zona específica de cultivos del Estado de México, en el municipio de Villa Guerrero en el Ejido la Finca.



Figura 1.1. Contexto físico de la investigación (Elaboración propia, 2021)

1.2. Contexto histórico

1.2.1. Visión transdisciplinaria

Durante la evolución humana han existido acontecimientos históricos los cuales favorecieron la integración a las diversas ciencias en beneficio de soluciones concretas (Pérez y Setien, 2008). La primer y segunda guerra mundial obligó a proporcionar soluciones a los problemas de manera multidisciplinaria, las cuales tenían la característica de la descomposición de problemas, separándolos en subproblemas y a cada uno lograban darle solución (Pérez y Setien, 2008). De esta manera el enfoque sistémico transdisciplinario guio hacia la aparición de investigaciones interdisciplinarias, las cuales, con una mayor amplitud en su visión logran pueden entender los problemas en su totalidad. En este momento se dio la unificación de áreas como económica, política, científica y cultural (Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires, 2007).

La transdisciplinariedad es un concepto más reciente, el estudio comprende las disciplinas, la visión entre ellas y más allá de las mismas (Garrafa, 2004). La situación actual del mundo exige la aplicación de perspectivas más amplias, con una nueva forma de pensar, con la capacidad de interpretar la realidad actual y darle una mejor solución.

La interdisciplina no ha logrado responder a la realidad, el cual integra diversos problemas dentro de su contexto, sin embargo, con la transdisciplinariedad se ha logrado evaluar, analizar y responder bajo nuevas formas de percepciones. Se normalizó el hecho a considerar cada problema de manera aislada, puesto que se deberían analizar como sistemas organizados con relación en su entorno (Edgar Morin, 1984).

1.2.2. Visión sistémica transdisciplinaria

Nos encontramos en un mundo de basto en sistemas, que comprende todos los niveles sean vistos o no. Comenzando en el macrocosmos que incluye al universo, las galaxias y el sistema solar, el cosmos, catalogado como el mundo ordinario en el que vivimos los seres humanos, que comprende desde un árbol, nuestro propio

organismo, hasta cualquier equipo electrónico y finalmente el microcosmos que va desde una célula, una molécula hasta un átomo (Martínez-M, 2011).

La sistémica transdisciplinaria surgió a partir del modo de pensar, razonar y el modo de valorar diversas situaciones. Pripogine (1997) mencionó que, se está llegando al final de la ciencia lineal, y con esto, surge la conciencia no lineal, heterogénea y con la necesidad del diálogo.

Ha existido una larga época que comprende casi tres siglos, en el cual se consideraba que sólo las experiencias visibles, sensoriales eran los únicos fenómenos válidos que existían para la investigación. Solamente lo capaz de ser verificable de manera empírica era aceptado, así como los términos fundamentales en la ciencia se presentaban como entidades tangibles, y verificables. Para poder medir las propiedades inobservables se realizaban modelos matemáticos, basados en datos estrictamente medidos.

A principios del siglo pasado científicos introdujeron los modelos no tangibles como Einstein en 1905, mencionó la relatividad de los conceptos del tiempo y el espacio los cuales no son absolutos, dependen del observador. Heisenberg en 1927, introdujo el principio de indeterminación en el que explica que el observador afecta y cambia la realidad que estudia. Bohr en el mismo año, estableció el principio de complementariedad donde puede el mismo fenómeno físico con dos explicaciones opuestas. Los científicos como Planck y Schrödinger descubren gracias a la intervención de la mecánica cuántica, relaciones en conjunto del mundo subatómico, afirmando que es primordial analizar primero entes inobservables ya que la realidad física va tomando cualidades alejadas de la experiencia directa (Martínez-M, 2011).

Existen otros científicos y estudiosos del área como Ludwig Von Bertalanffy, el cual, publicó la Teoría General de Sistemas en la que plantea una metodología distinta llamada visión holística como parte fundamental para comprensión de la realidad. Peter Checkland, desarrolló la metodología sistémica suave para la solución de problemas complejos en las diversas organizaciones mediante un método, el cual, permite estructurar un problema desde su inicio hasta dar una resolución, dando el

rol al científico de cliente o dueño, encargados de dar una solución al problema, aportando la cibernética (Domínguez, 2010).

El ser humano, como cada ser, es un agregado de elementos integrados que constituye un suprasistema formado por subsistemas como el físico, el químico, el biológico, el social, el cultural, el psicológico, el ético-moral y finalmente el espiritual. La integración de estos constituye la personalidad de cada uno, así como su falta de integración de alguno de ellos da como resultado a procesos patológicos. Por esto el ser humano es considerado un sistema integrado complejo (Martínez-M, 2011).

La transdisciplinariedad tiene como finalidad la comprensión del mundo en el presente donde el conocimiento es pilar (Basarab, 1996), Los sistemas están constituidos por la relación entre cada parte. Promover el enfoque sistémico es primordial al trabajar con sistemas que no están compuestos de elementos homogéneos. La complejidad es una red de elementos heterogéneos asociados que presentan relación (Edgar Morin, 1980).

1.2.3. Contexto histórico de la agricultura

La agricultura se desarrolló de manera independiente en varios puntos del planeta: en Mesopotamia y Egipto, donde se cultivó trigo y cebada; en Mesoamérica, con el maíz y el este de Asia, con el arroz (SIAP, 2020).

- Año 8500 a.C.: En Turquía se domestica por primera vez el centeno, durante los siguientes 1000 años se domesticaron las lentejas, chícharos y trigo, así como animales como el cerdos, cabras, ovejas y burros.
- Año 7500 a.C.: Se inventa la rotación de cultivos en el que se siembre un cultivo en un ciclo, posteriormente se deja reposar la tierra para que logre recuperar sus propiedades.
- Año 7000-6000 a.C.: Se realizó investigación en donde se obtuvo como resultado que en México se domesticó primero la calabaza y la papa en Perú.

En esta época nació el comercio, ya que lo que sobraba de las cosechas se intercambiaba por otros productos. A partir del comercio también inició la división del trabajo, es decir, que las personas se fueron especializando en sus actividades. Poco a poco, la población fue en aumento y cada día se requerían de más y más variados alimentos. La agricultura también hizo que la ciencia y la tecnología avanzaran. El hombre comenzó a utilizar animales y utensilios hechos con madera y piedras para trabajar el campo. Poco a poco se fueron creando herramientas más modernas y poderosas, como los tractores (Henle *et al.*,2007; Gilligan, 2008).

- Año 1000 a.C.: Se da la introducción del hierro como herramientas para la agricultura y se cambian los bueyes por caballos aumentando la velocidad de trabajo
- Año 700-1250 d.C.: La cultura musulmana proporcionó inventos y conocimientos agrícolas, además realizó la función de servir como puente para el intercambio de cultivos entre Asia, Europa y África como el sorgo, mango arroz, algodón y caña de azúcar.
- Año 1300-1400 d.C: Se crean grandes avances en la agricultura por lo cual toma relevancia el comercio y los oficios artesanales
- Año 1500 d.C. La colonización de América aporta nuevos cultivos al comercio mundial como el maíz, papa, cacahuate, jitomate, frijol, tabaco y animales como los guajolotes, en este punto comienza la estandarización de procesos agrícolas de manera global.
- 1600-1850 d.C.: Cambios sociales y políticos provocan la propiedad privada de sitios de cultivo, aumentando la productividad
- Año 1892: Se inventa el tractor de gasolina, se crean máquinas de siembra, fumigación, recolección y limpieza de la cosecha, aumentando a gran escala la producción agrícola.
- Año 1930-1940: Se crea el primer fertilizante artificial en Inglaterra agilizando los procesos de crecimiento.

- Año 1940-1950: Se inventan los pesticidas artificiales para plagas que afectan plantas y animales, destacando el DDT que más adelante se prohíbe por cuestiones de salud pública.
- 1950-1970: Control de plagas, mecanización del campo, fertilización en la agricultura y ganadería logran aumentar la productividad en los países más ricos, llevan la revolución verdes a los demás países de bajos y medios recursos.
- 1994: Se comercializó el primer alimento modificado genéticamente el cual fue el jitomate
- 2000-2010: Durante estos años se debatió mucho sobre el tema de los alimentos transgénicos, además de que se comienzan modelos experimentales de robots para el riego, cosecha y cultivo de alimentos.

1.2.3.1. Agricultura en México

El proceso de domesticación de plantas en Mesoamérica pudo haberse iniciado de diversas maneras: en plantas anuales de reproducción sexual como el maíz y el frijol, el síndrome de domesticación está controlado por pocos genes con grandes efectos, los cuales a su vez muestran ligamiento, esto favorece su fijación en periodos cortos de tiempo a través de la selección y del cultivo (Koinange *et al.*, 1996; Doebley, 2004; Gepts, 2004). La conformación de comunidades de pastos promovidos por el fuego y la fauna pudo posibilitar la selección de individuos con mutaciones nuevas y características fenológicas relevantes para ser cosechados, consumidos y almacenados (Jaenicke y Smith, 2006). Es posible que la germinación eventual de sus semillas durante el almacenamiento mostrara el camino para su siembra.

Los agricultores tuvieron que generar tecnologías para modificar topográficamente los suelos agrícolas, captar lluvia, recrear técnicas de manejo de agua, allí, donde no se podía generar un control hidráulico en zonas de riego intensivo. Inventaron sistemas ingeniosos que subsisten y modificaron el germoplasma mesoamericano y europeo mestizado después de 70 años de manejo, en el centro de la Nueva España.

Los campesinos practicaron sus conocimientos milenarios, ahora conocidos como etnobotánicos, del manejo del uso del suelo, de las plantas transportadas y nativas; pusieron a prueba su poder de adaptación y transformación del nuevo hábitat escaso de humedad, sin subestimar los cambios sufridos en plantas y animales originarios de Mesoamérica, y los hallazgos y aprendizaje de la extraña biota regional. El manejo tecno-ambiental y el desarrollo de sistemas hidráulicos fueron indispensables en el mestizaje agrícola y todavía son visibles en diversos ámbitos nacionales. Son de interés para el estudio botánico y agrícola; evidencias que aportan elementos para la descripción del entorno físico biótico en los diferentes períodos, mediante el análisis del germoplasma disponible, su uso y manejo.



Figura 1.2. Origen de la agricultura (Elaboración propia,2022) a partir de imágenes de Google (2022)

La domesticación de plantas en Mesoamérica se inició de diversas maneras con plantas de reproducción sexual como el maíz y el frijol. La conformación de diversas comunidades de pastos promovidos por el fuego y de la fauna permitió la selección de plantas con características nuevas que tienen relevancia en la cosecha, el consumo y el almacén (Jaenic ke y Smith, 2006).

1.2.3.2. Agricultura como base de la economía mexicana

La economía del país y la agricultura tienen relación ya que complementan el bienestar de los mexicanos. Debido a la variedad de climas del país, se cuenta con una gran variedad de frutas y verduras que se venden y comercializan dentro y fuera del país. México cuenta con aproximadamente 32.4 millones de hectáreas que están destinadas a la cosecha (ENA, 2017), de las cuales el 79% depende de lluvias y solamente el 21% cuenta con riego. La agricultura representa un aproximado del 10% del PIB, como actividad que logra generar mayor valor a la economía con el 70% en el sector primario (SADER, 2018). En México existen un total de 12 Tratados de Libre Comercio con 46 países, con un ingreso aproximado de 1,479 millones de dólares, con presencia en 160 países lo cual nos coloca en el 11vo lugar de la producción de alimentos. Debido a la diversidad y la riqueza de la tierra, el clima y el espacio dedicado al cultivo de alimentos, México ha superado su récord de exportación agrícola e industrial con un total de 35 mil millones de dólares (Soto-M, 2020). SADER (2018) indica que el crecimiento agrícola se mantiene de manera estable durante los últimos 10 años.



Figura 1.2.1. Diversidad de cultivos en México (Elaboración propia, 2022) a partir de imágenes de Google (2022).

1.2.3.3. La fresa y la economía en México

El cultivo de la fresa en México inició a mediados del siglo XX en el estado de Guanajuato a partir de 1950 cobró mayor importancia por la creciente demanda de venta a Estados Unidos, lo que originó que los cultivos se extendieran a diversas regiones como lo es el estado de Michoacán que en la actualidad es el mayor productor de fresa a nivel nacional (Jiménez, 2008).

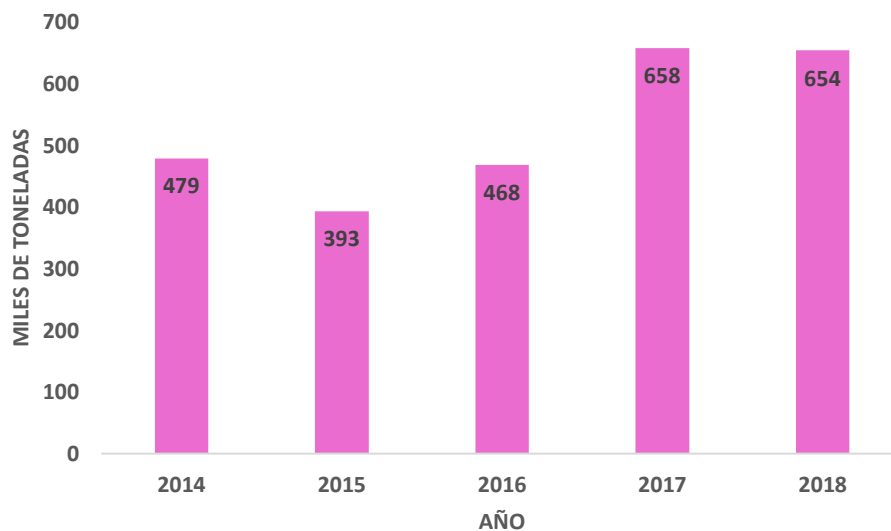


Figura 1.2.2. Producción nacional de fresa 2014-2018. (Elaboración propia, 2021 a partir de SIAP (2020)).

1.2.3.4. Tendencia de la producción nacional y regional

El factor climático es uno de los principales motivos para la siembra de la fresa, en los últimos años cobraron importancia dos regiones, Michoacán mantiene su tendencia al crecimiento en la producción y el valor del fruto y Baja California en el cual ha disminuido la producción como se da a notar en la Tabla 2.1.(SIAP, 2017).

Tabla 1.1. Productores principales de fresa en México (SIAP, 2017)

| Rank | Principales productores de fresa | Volumen (Ton) |
|-------------|---|----------------------|
| 1 | Michoacán | 658,436 |
| 2 | Baja California | 484,314 |
| 3 | Guanajuato | 91,660 |
| 4 | Baja California Sur | 57,667 |
| 5 | Estado de México | 9,985 |
| 6 | Aguascalientes | 7,825 |
| 7 | Jalisco | 3,336 |

1.3. Tabla de congruencia

Se presenta la tabla de la secuencia de la propuesta de la siguiente investigación

Tabla 1.2. Tabla de congruencia de la investigación

| |
|---|
| Problema de la investigación |
| Encontrar una solución sostenible en la germinación de semillas, mejorando la calidad de cultivos y evitar la pérdida alimentaria en un municipio del Estado de México. |
| Justificación |
| Aumentar las soluciones en el área agrícola para mejorar la calidad de sus cultivos, así como disminuir la pérdida alimentaria, es un trabajo estratégico que no solamente tiene beneficio en el área agrícola, sino que también contribuye al área alimentaria logrando obtener alimentos de mejor calidad, con una mayor vida de anaquel, que mejoran la calidad de vida humana, así como a personas con problemas como diabetes. Este trabajo requiere un enfoque sistémico transdisciplinario en el que se logre la sostenibilidad de estas dos áreas, implicando la participación de diferentes áreas de investigación, así como a la población misma de la región afectada para lograr el cambio. |
| Objetivo General |
| Evaluar métodos sostenibles para la germinación de semillas, utilizando métodos transdisciplinarios para mejorar el crecimiento de los cultivos, así como los alimentos. |
| Hipótesis |
| La aplicación de métodos biológicos y físicos a las semillas permitirá producir cultivos y alimentos de mejor calidad |

| | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Objetivo específico fase 1</p> <p>Conocer, describir, seleccionar y focalizar la problemática en los cultivos de fresa mediante una investigación de campo en la región del Ejido la Finca en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, a los agricultores, trabajadores y comerciantes de fresa.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas de la investigación</p> <p>¿Cuál es el sistema de estudio?, ¿En qué localidad se trabajará el sistema de estudio?, ¿Qué sistema específico se desea intervenir?, ¿Cuáles son los problemas que existen en la región?</p> | <p style="text-align: center;">Objetivo específico 2</p> <p>Analizar y mejorar las ventajas y desventajas del sujeto investigador mediante el análisis FODA</p> <p style="text-align: center;">Preguntas de la investigación</p> <p>¿Cuál es el sistema de estudio?, ¿Qué ventajas y desventajas existen en el sujeto investigador?, ¿Qué puntos se deben intervenir para la mejora continua?, ¿Qué ventajas se utilizan para continuar mejorando la investigación?</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis</p> <p>Al realizar el análisis FODA al sujeto investigador, se observarán, trabajarán y mejorarán sus cualidades y desventajas durante la investigación.</p> |
| <p style="text-align: center;">Objetivo específico 3</p> <p>Aumentar, por medio de experimentación, evaluación y aplicación de métodos sostenibles la productividad y calidad de alimentos agrícolas.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas de la investigación</p> <p>¿Qué combinación de variables aportará mejores resultados a los cultivos agrícolas?</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis</p> <p>La producción de cultivos puede ser mejorada mediante propuestas sostenibles en el tratamiento de semillas.</p> | <p style="text-align: center;">Objetivo específico 4</p> <p>Dar a conocer a la comunidad seleccionada la información obtenida con base en los resultados dados en el laboratorio mediante infogramas.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas de la investigación</p> <p>¿Cómo hacer accesible la información a agricultores?</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis</p> <p>Al entregar un infograma sobre la investigación, se darán a conocer nuevos métodos para que logren cultivar alimentos de manera sostenible, a menor costo y con mayor calidad.</p> |
| <p style="text-align: center;">Características de la investigación</p> <p>La investigación se realizará bajo la perspectiva transdisciplinaria dividiéndola en 4 fases. Fase 1. Investigación contextual, de campo y documental, Fase 2. Investigación del sujeto que investiga (autoconocimiento), Fase 3. Investigación experimental y Fase 4. Discusión general, conclusiones, perspectivas futuras y beneficio social.</p> | |

Capítulo 2. Marco teórico y metodológico

2.1. Marco teórico

El siguiente capítulo da a conocer información sobre la composición química la fresa, el desarrollo de crecimiento de la fresa, la latencia y la germinación sobre los temas que se abordan durante la investigación.

2.1.1. Composición química de la fresa

Fragaria ananassa, es un fruto de tipo baya, el cual se encuentra incluido en la familia Rosaceae, con una subfamilia llamada Potentilloideae (Baudilio, 1993). Considerada una planta perenne y leñosa con un tiempo de vida corto, la cual tiene parámetros similares fisiológicos a la de los árboles de hoja caduca (Florez, 2010).

Son una importante fuente de flavonoides como las antocianinas, que son pigmentos que proporcionan colores (rojos, azules y púrpuras) en las frutas. Tienen otras propiedades como ser fuente de vitamina C, ácido fenólico (ácido elágico) (Odriozola, 2009). Contiene 35Kcal/100g, dentro del contenido de carbohidratos se encuentran los azúcares comestibles de 2,6% de glucosa, 2,3% de fructosa y 1,3% de sacarosa (Moreiras et al. 1992).

Tabla 2.1 Composición química de la fresa

| Composición química de la fresa | Porcentaje (%) |
|---------------------------------|----------------|
| Agua | 89,6 |
| Carbohidratos | 7 |
| Proteínas | 0.7 |
| Lípidos | 0.5 |
| Fibra | 2.2 |

La fresa tiene la característica de proveer antioxidantes, que tienen relevancia en la función del cerebro, estimulante estomacal, diurético, depurativo, contra la caries y finalmente sobre la obesidad y la diabetes y gota (Fount, Q., 1962).

2.1.2. Morfología de la fresa

Su estructura es cónica, con variabilidad en el tamaño de acuerdo con la especie que va desde los 15 a 22 mm de diámetro y presenta una coloración roja. La variedad *Fragaria ananassa* es cultivada en distintas regiones a nivel mundial desde el Ártico hasta los Trópicos, con una cantidad aproximada de 75 países (Hancock, 1999).

2.1.2.1. Raíz

Cuenta con un sistema radicular y de aspecto fibroso, se encuentra fasciculado y es originado en la parte de la corona, las raíces presentan divisiones las cuales son las siguientes:

- Raíces primarias: Son las raíces con un mayor grosor de color café oscuro, el objetivo de estas es el soporte de la planta, cuentan con cambium vascular y suberoso y nacen en la base por debajo de las hojas. (Gobierno de Irapuato, 2004).
- Raíces secundarias: También son llamadas raicillas alimenticias, estas carecen de cambium vascular y suberoso, son menos gruesas que las primarias y su coloración es de tonalidades rosadas, con un menor tiempo de vida.

EL sistema radicular y su profundidad es variable, depende de factores externos como lo es el tipo de suelo, el almacenamiento de materiales y la absorción de nutrientes para su supervivencia (Organización Proexant, 2004).

2.1.2.2. Tallo de la corona y estolón

El tallo de la fresa es de tamaño reducido al que también se le denomina corona: En estas se ubican las yemas (axilar) y florales, en ellas nacen las hojas, los estolones y las inflorescencias (Darrow, 1966). De manera interna al hacer un corte transversal, se debe observar el centro de color claro, sin coloración roja ya que este sería un indicador de alguna enfermedad asociada con hongos (Hancock, 1999). Los estolones son tallos delgados, que se forman en las yemas

axilares de la corona con dos nudos. El primer nudo llega a permanecer en latencia o dar origen a otro estolón, en el segundo nudo se origina la planta “hija”, si los estolones se desarrollan de manera radial libremente, la cual es capaz de producir estolones (Hancock, 1999). La planta principal (madre) transfiere agua y nutrientes a las plantas hijas a través del estolón (Alpert, 1996).

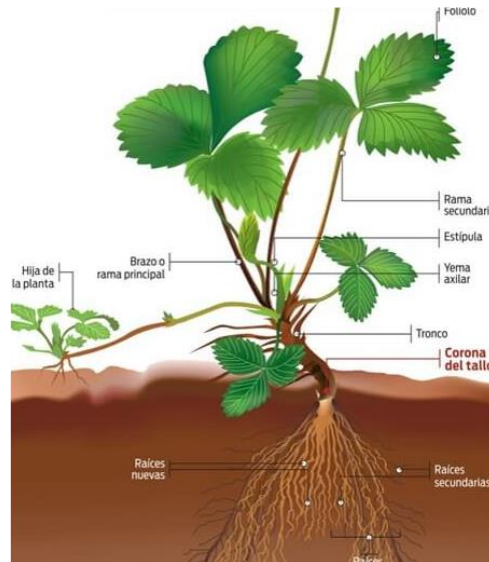


Figura 2.1. Estructura de la planta de fresa (Obtenido a partir de ANTIAGRI, 2018)

2.1.2.3. Inflorescencia y Flores

Se le llama inflorescencia, al tallo compuesto por una flor principal (primaria), dos flores secundarias, cuatro flores terciarias y cuaternarias. Cada flor se desarrolla de manera radial y su simetría es actimorfa, consta de 10 sépalos, con 5 pétalos, cada uno cuenta con 20-30 estambres y de 60 hasta 600 pistilos (Hancock *et al.*,1996). Las flores pueden ser hermafroditas, debido a que consta con órganos femeninos y masculino (estambres y pistilos), aunque pueden constar de un solo órgano (unisexuals) (Florez,2010).

Cada flor provee de un fruto al que llamamos fresa, el cual es un agregado, compuesto por ovarios, cada uno de estos con un solo óvulo (Darrow, 1996). El verdadero fruto es la semilla al cual se le llama aquenio que van incrustadas en receptáculo, que constituye a la parte comestible del fruto. Las flores que se encuentran en el eje central abren primero y proporcionan frutos de mayor tamaño,

las que se encuentran en el eje secundario en adelante tienen menor número de pistilos por lo que dan frutos más pequeños (Florez,2010).

El receptáculo consta de tres capas: epidermis, la corteza y la médula, con hasta 1 cm de diámetro en forma cónica alargada (Moreno, 1984.). Cada uno consta con una gran cantidad de formas, aromas y consistencias características de cada variedad de fresa. Los aquenios varían en sus tonalidades teniendo colores que van desde el amarillo, verde, marrón y rojo. Un fruto de tamaño promedio contiene de 150 a 200 aquenios (Organización Proexant, 2004).

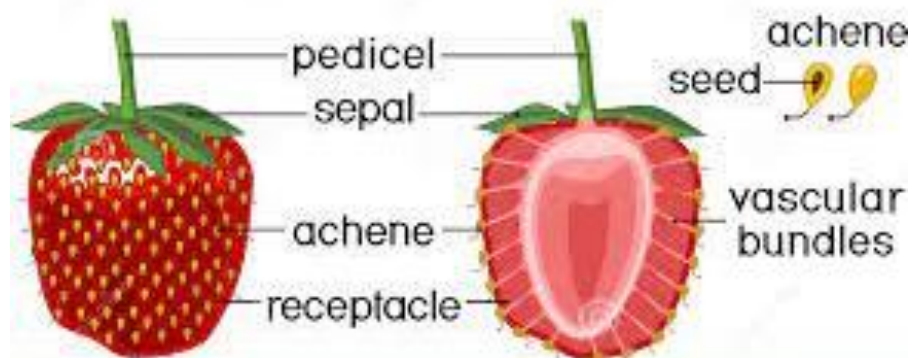


Figura 2.2. Estructura de la fresa (Obtenido a partir de Google images,2022)

2.1.3. Composición química de la lechuga

EL mayor contenido de la lechuga es agua del 90 al 95%, aporta antioxidantes y vitaminas como A, C, E, B1, B2, B3, B9 y K, tiene aportación de minerales como el fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos (Hernández M,2010). Contiene beta-carotenos los cuales tienen la función antioxidantes, ayudando a la prevención de enfermedades como el cáncer y la arterioesclerosis (Mamani, 2010). Finalmente, se le considera como facilitadora de la digestión debido a su contenido de agua y potasio, provocando la regulación de la concentración de la insulina por lo que también es apta y beneficia a los consumidores con problemas de diabetes (Hartmann,2003).

2.1.3.1. Morfología de la lechuga

Lactuca sativa L., pertenece a la familia *Asteraceae*. Es un alimento el cual se planta en todo el mundo y abarca gran importancia dentro de las hortalizas debido al consumo humano.

2.1.3.2. Fases fenológicas de la lechuga

2.1.3.2.1 Plántula

Esta fase dura 3-4 semanas en condiciones de temperatura 18-25°C donde se presentan los siguientes puntos:

- Emergencia de la radícula y los cotiledones
- Crecimiento radicular en profundidad
- Aparición de hojas verdaderas



Figura 2.3. Fase de plántula de lechuga (Obtenido a partir de imágenes de Google, 2022)

2.1.3.2.2. Fase roseta y de formación de la cabeza

En esta fase aparecen nuevas hojas y se forman rosetas (12-14 hojas) (Galván *et al.*, 2008).

- Disminución entre la relación largo y ancho de folíolos
- Pecíolos se acortan
- Anchura mayor que largo de la hoja
- Hojas curvas por la nervadura central del eje
- Hojas erectas

2.1.3.2.3 Floración

Durante la floración la cabeza toma una forma alargada, existe elongación del tallo y existen inflorescencias

- Inflorescencia 15-25 flores cada uno
- Altura de 1 a 1,5 m

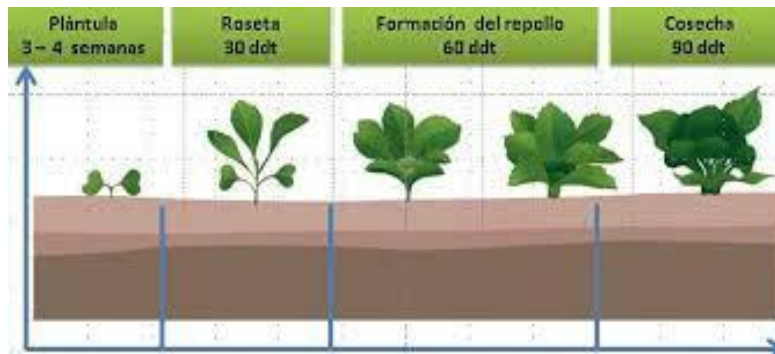


Figura 2.4. Fenología de la lechuga (Obtenida a partir de imágenes de Google, 2022)

2.1.4. Germinación de las semillas

La germinación de la semilla de fresa inicia al entrar agua en la misma, llamada imbibición y finaliza al comenzar en la elongación de la radícula. En el campo no suele considerarse que la germinación finalizó que la plántula emerge. A nivel experimental (de laboratorio), se considera germinación a la posterior rotura de las cubiertas seminales por la radícula debido al criterio fisiológico (Besnier, 1989).

2.1.4.1. Fases

Las fases se dividen en imbibición, germinación sensuscripto, fase de crecimiento y movilización de reservas explicada a continuación.

2.1.4.1.2. Imbibición

El proceso de inicia con la hidratación de los tejidos de la semilla, variando según la especie plantada. Posterior a la hidratación, comienzan los procesos metabólicos esenciales para dar lugar a las siguientes etapas. Durante esta etapa, pueden o no retardar el surgimiento de la plántula dependiendo de las condiciones ambientales, ya que no afecta de manera negativa a las semillas, volviendo al estado de latencia inicial para reiniciar el proceso de hidratación, sin embargo, en algunas especies. Una deshidratación prolongada puede transformar a la semilla en semilla dura, que se caracterizan por imbibir de manera lenta, lo que determina una germinación lenta y heterogénea (Basra, 1995).

Existen otros factores que influyen en esta etapa como: condiciones ambientales como el déficit hídrico o exceso de agua, la velocidad de hidratación y la

temperatura. Algunas especies debido al déficit hídrico desarrollan una capa de mucílago que dificulta la entrada de oxígeno y así impiden la germinación.

2.1.4.1.3. Germinación sensu stricto (en sentido estricto)

Esta es la segunda etapa, se caracteriza por producirse una disminución en la absorción de agua por las semillas. Se activa el metabolismo de la semilla, esencial para el desarrollo de la última fase de la germinación.

2.1.4.1.4. Fase de crecimiento

Al incrementar la actividad metabólica podemos también encontrar el crecimiento y la emergencia de la radícula. Una semilla al lograr la fase de crecimiento no vuelve a sus etapas anteriores. Las condiciones ambientales deben ser las correctas sino la semilla morirá. Cuando la radícula rompe las cubiertas seminales, se inicia el desarrollo de la plántula, implicando un elevado gasto de energía el cual es obtenido mediante la movilización de las reservas nutritivas encontradas en la semilla.

2.1.4.1.5. Movilización de reservas

Glúcidos, proteínas y lípidos, son los compuestos de reserva que existen en una semilla. Este es un proceso esencial para lograr la supervivencia de la semilla hasta que desarrolle la plántula y poder realizar la fotosíntesis. Los glúcidos, principalmente constituido por glucosa es la encargada de producir la energía para la activación del metabolismo de la semilla de fresa, comenzando con la liberación de hormonas vegetales que determinan la síntesis de las enzimas.

2.1.5. Condiciones ambientales para la germinación de la semilla de fresa

- **Agua:** La hidratación de la semilla es un proceso en el que el agua entra a través de las cubiertas seminales. Se ha comprobado que las plantas que se obtienen a partir de las semillas sometidas a procesos de hidratación y deshidratación son más resistentes a sequías. La salinidad del suelo puede impedir o limitar el acceso del agua hacia la semilla, retardando o anulando la germinación.

- **Oxígeno:** Este llega por medio del agua, disuelto en la misma en la imbibición. La oxigenación puede variar de acuerdo con las condiciones de las semillas en las cubiertas seminales como compuestos químicos como los fenoles o capas de mucílago. Además, existen otros factores externos como la temperatura alta que disminuyen la solubilidad del oxígeno en el agua.
- **Temperatura:** Varía de acuerdo a la especie, va desde 5-25°C. Existen especies con la capacidad de germinar a temperaturas superiores a 40 °C o inferiores a 5°C. En condiciones experimentales la germinación se determina no por tener temperaturas constantes sino las variaciones alternas, ya que se simula las condiciones naturales de germinación en el campo.
- **Iluminación:** Este efecto se determina por tres categorías de fotosensibilidad
 - a) Positiva: Germinan bajo iluminación.
 - b) Negativa: Germinan en oscuridad o se deben hallar a cierta distancia de la superficie con un 2% de luz que logre atravesar los dos primeros milímetros en un sustrato arenoso.
 - c) No fotosensibles: Son independientes de las condiciones de iluminación.
- **Factores hormonales:** Las hormonas vegetales se pueden dividir en dos grandes grupos:
 - a) Promotoras de la germinación: Las giberelinas, son capaces de promover la germinación de semillas con y sin latencia.
 - b) Inhibidoras de la germinación: Entre ellas se encuentra el ácido abscísico, que impide la germinación en la semilla y en los embriones aislados.

2.1.6. Latencia

Es la incapacidad de germinación de una semilla bajo las adecuadas condiciones. También es considerada como una adaptación que contribuye a la supervivencia de la semilla, ya que inhibe la germinación cuando no existen las condiciones elementales favorables para el desarrollo de la plántula.

Hartmann y Kester (1988) y Willan (1991) mencionan que existen diferentes niveles de latencia los cuales se exponen a continuación:

- a) La latencia de la cubierta o exógena que esta, a su vez se divide en 3 variaciones:
- Latencia física: La cubierta seminal que contiene al embrión o secciones endurecidas de diferentes cubiertas son impermeables, tiene la característica de poder preservar las semillas con poco contenido de humedad durante varios años.
 - Latencia mecánica: Las cubiertas de las semillas son muy duras como para permitir que el embrión se expanda durante la germinación.
 - Latencia química. En esta, se da la producción y la acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación.
- b) Latencia morfológica o endógena: Se da en las semillas que no se han desarrollado por completo en la época de maduración. En el cual influyen los siguientes factores:
- Embriones rudimentarios. El embrión apenas se desarrolló siendo un proembrión en un endospermo al momento de la maduración del fruto. En el que pueden existir inhibidores químicos que se vuelven activos en altas temperaturas.
 - Embriones no desarrollados: Durante la maduración del fruto hubo poco desarrollo de los embriones., donde se implican dos factores. El primero es la semipermeabilidad de la cubierta y el segundo es un letargo, el cual se puede superar mediante exposición a enfriamiento en húmedo.
- c) Latencia combinada exógena – endógena: Se da debido a la combinación de la latencia de la cubierta o el pericarpio con la latencia fisiológica endógena de la semilla.

2.1.7. Sostenibilidad

Es la capacidad que se tiene en el tiempo presente de satisfacer las necesidades y no arriesgar el futuro de las siguientes generaciones (FAO, 2021). Este concepto busca el equilibrio en los aspectos económicos, el bienestar social y el medio ambiente. Este concepto es relevante al hacer consciencia de los sectores con situación en desventaja respecto a las demás. De esta manera el objetivo central

es la gestión de manera responsable de los recursos y evitar destruir el entorno de las comunidades en donde se realiza. Para garantizar la permanencia de las especies a largo plazo, el estilo de vida y la cultura (FAO,2021).

2.1.8. Agricultura sostenible

En la agricultura sostenible se involucran sistemas políticos, de producción e instituciones que pretenden mejorar la seguridad alimentaria mundial que son cada vez más insuficientes. Con ello se busca garantizar la seguridad alimentaria a nivel mundial y de la mano promover y agregar ecosistemas saludables en la tierra, el agua y los recursos naturales. Debido a esto, es importante mejorar la protección ambiental y la eficiencia del uso de los recursos naturales (FAO,2021).

Uno de los objetivos de la sostenibilidad es la de promover estilos de vida saludables, implantar una agricultura más sostenible y reducir el desperdicio alimentario mundial, al menos, en un 50% (FAO,2021).

2.1.9. Pérdidas y desperdicio alimentario

Se refiere a la disminución de la cantidad de alimentos comestibles en la cadena de suministro específicamente del consumo humano. Estas tienen lugar en diversas etapas como la de producción, postcosecha y procesamiento (Parfitt *et al.*, 2010). A diferencia de las pérdidas alimentarias, el desperdicio de alimentos se da al final de la cadena alimentaria que la determina la venta al por menor y el consumo final (Parfitt *et al.*, 2010). Por ello, los alimentos destinados al consumo humano, pero han salido de la cadena alimentaria humana son considerados pérdidas o desperdicio, incluso cuando posteriormente son utilizados para un uso no alimentario como la bioenergía (FAO,2021).



Figura 2.5. Agricultura sostenible. (Elaboración propia,2022) de acuerdo con imágenes de Google (2022)

2.2. Marco metodológico

La transdisciplina tiene el propósito de trabajar en mejora del desarrollo de diversas actitudes que nos permitan unirnos a otras (Nicolescu Basarab,1998).

De esta manera durante esta investigación se trabaja un proceso transdisciplinario que consta de cuatro fases, propuesto por Hernández (2018). Las cuales incluye Fase I. Etapa de focalización, Fase II. Investigación del sujeto que investiga, Fase III. Etapa de experimentación y Fase IV. Etapa de impactos en el mundo real.

En la Tabla 2.2. se muestra la operacionalización de la metodología transdisciplinaria (TD) que se empleó durante la presente investigación.

Tabla 2.2. Operacionalización de la TD (Elaboración propia, 2022)

| | Fases | Métodos empleados | Referencias |
|---|--|---|---|
| Fase I Investigación contextual de campo y documental | 1.1 Conocimiento de la problemática a nivel global, nacional, regional y local | Investigación Cualitativa con enfoque dialógico Investigación Etnoecológica | Robles, 2011 Da Cruz, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008 |
| | 1.2 Análisis, evaluación y diagnóstico de la situación | Lluvia de ideas Método de Jerarquización analítica | Faickney, 1953 Saaty,1980 |
| | 1.3 Selección y focalización del problema | Visión rica del sistema Prueba en papel secante, papel filtro y medio de cultivo | Checkland, 1999 Neergaard, 1977 |
| | 1.4 Pruebas de calidad sanitaria y fisiológica a la fresa | Parámetros de color L*a*b* | CIE,1976 |
| Fase II Investigación del | 2.1 Investigación del sujeto que investiga | Prueba de Gallup Mínima distancia euclidiana | Gallup,2022 Khaleelulla,1982 |
| | 2.2 Análisis, evaluación y diagnóstico del sujeto que investiga | Análisis FODA estratégico | Humphrey, 2004 |

| | | | |
|--|---|--|------------------------|
| Fase III Investigación experimental | 3.1 Acondicionamiento pre-siembra de la semilla de fresa mediante Luz UV-C | Prueba de germinación UV-C (t:0,1,2,3 y 4 s) prototipo 1 comercial Espirulina (0,0.5,1.0 y 1.5 g) Caracterización de dimensiones físicas de la semilla | AOSA,1983 ISTA,2004 |
| | 3.2 Acondicionamiento pre-siembra de la semilla de fresa mediante Luz UV-C y Espirulina | Prueba de germinación UV-C (t=0,30,60 y 90 s) | AOSA,1983 |
| | 3.3 Acondicionamiento de la semilla de fresa #3 semilla comercial | Prueba de germinación UV-C (t=0,30,60 y 90 s) | AOSA,1983 |
| | 3.4 Acondicionamiento pre-siembra de la semilla de fresa mediante Luz UV-C y nejayote | Prueba de germinación UV-C (t=0,30,60 y 90 s) Nejayote (0, 15, 30 y 60 %) | AOSA,1983 |
| Fase IV | 4.1 Sensibilización a la comunidad productora | | |

La Tabla 2.2. Explica las fases con las cuales se trabajaron y su metodología las cuales se detallarán a continuación

2.2.1. Fase 1

La fase 1 de la investigación tuvo como propósito realizar una investigación de manera transdisciplinaria, realizando una investigación de campo, seleccionando el problema y realizando una revisión de literatura para, así lograr definir los componentes más relevantes.

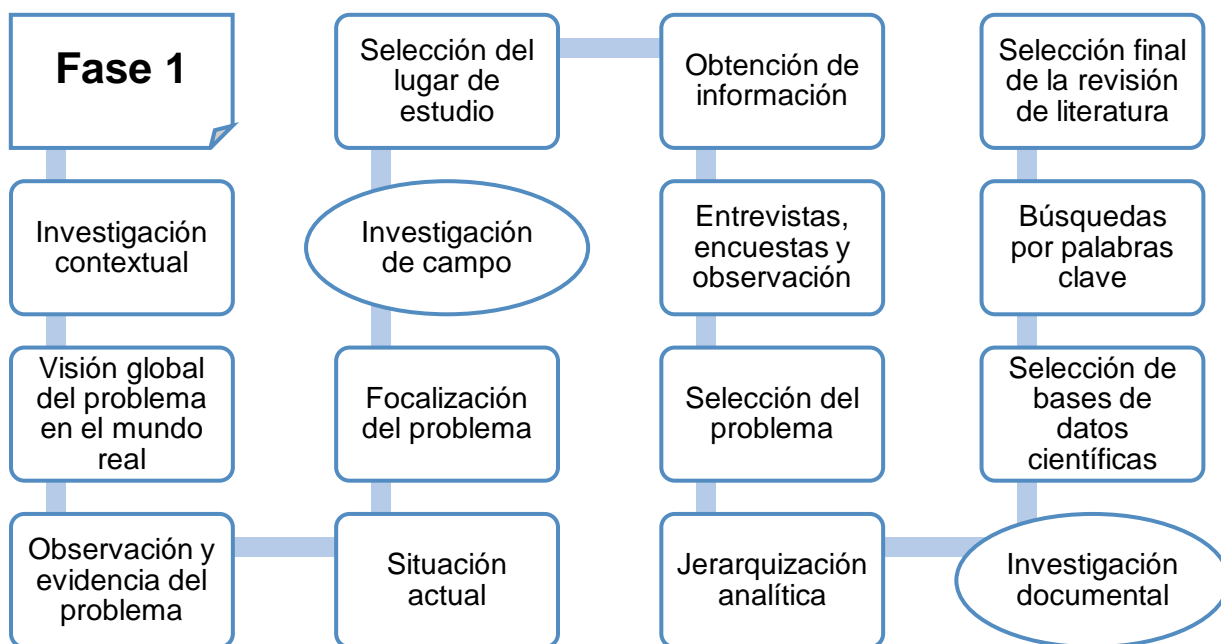


Figura 2.6. Línea del tiempo para el desarrollo la fase experimental 1
(Elaboración propia,2022).

2.2.2. Fase 2

Esta fase representa el desarrollo de manera personal y espiritual necesaria para mejorar el potencial de investigación al sujeto que investiga, lográndose a través de un cuestionario de Gallup y un análisis FODA estratégico. Durante el proceso se logró reflexionar de manera consciente, los problemas por lo cuales se atraviesa en el momento presente para generar una solución y mejorarlos en el futuro. Logrando de esta manera, no sólo mejorar de manera personal sino de manera secundaria lograr realizar un cambio a la sociedad.

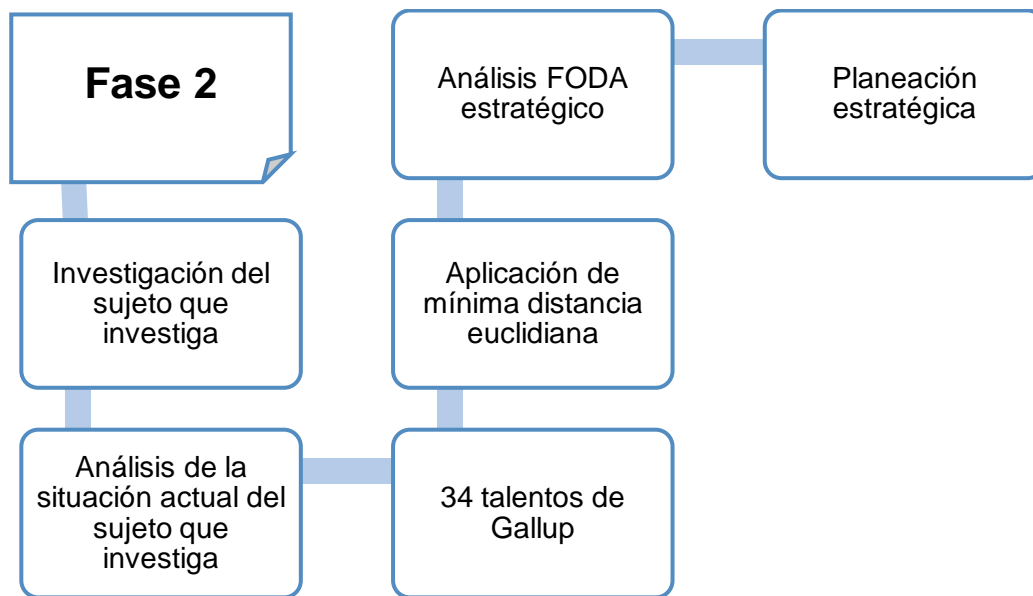


Figura 2.7. Línea del tiempo para el desarrollo la fase experimental 2
(Elaboración propia,2022)

2.2.3. Fase 3

Una vez que ya han sido identificados los problemas de campo por resolver y con base en la investigación de literatura, se procede a resolverse de manera experimental, adoptando, aplicando e incluso adaptando metodologías puesto que, debido a la actual situación de pandemia que vivimos, muchos procedimientos fueron adaptados para lograr trabajarlos en el hogar.

La fase de experimentación se inicia con la planeación de los experimentos para tratar el problema. Definiendo los objetivos, las preguntas de investigación, hipótesis y las variables a medir siguiendo una metodología en cada uno al realizar la experimentación. El análisis de resultados dados durante la experimentación es el siguiente paso, interpretando los resultados y verificándolas con las hipótesis. Finalmente se realiza una discusión y conclusiones de cada experimento en el que se generaliza y verifica el cumplimiento de los objetivos.

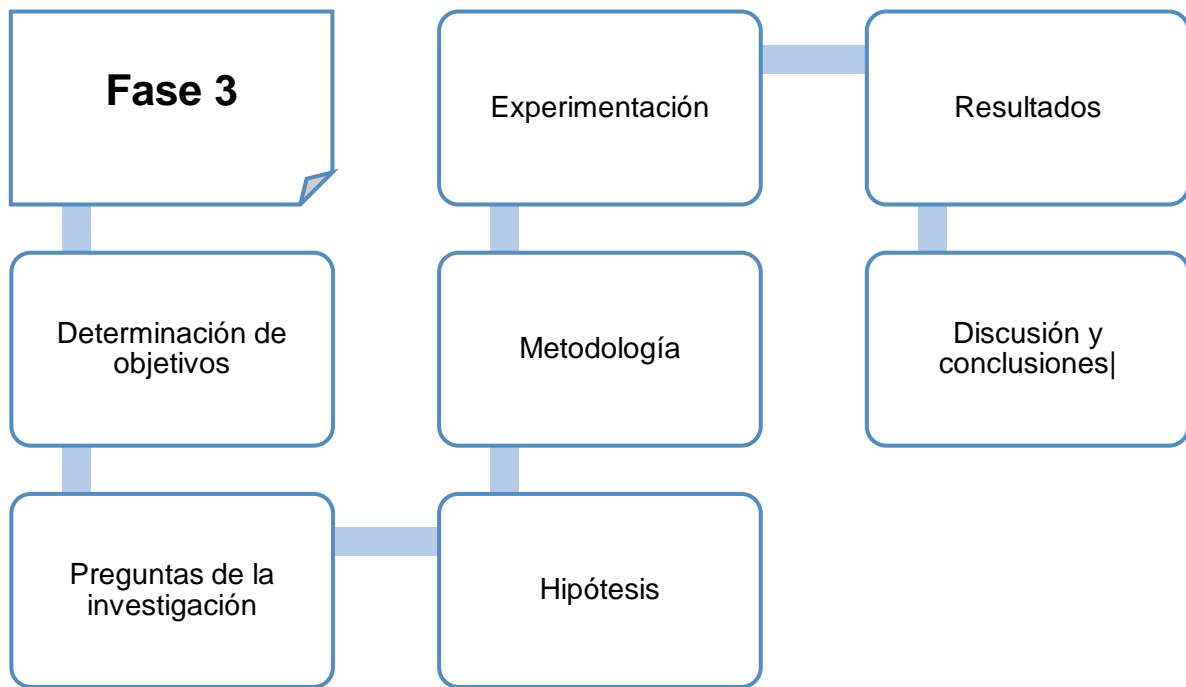


Figura 2.8. Línea del tiempo para el desarrollo la fase experimental 3 (Elaboración propia,2022).

La Figura 2.8. explica a grandes rasgos el desarrollo de la fase 3 en el cual se llevaron a cabo 5 experimentos diferentes para evaluar la calidad sanitaria y fisiológica de la fresa, la caracterización de las semillas de fres y finalmente la germinación de la semilla mediante la variación de sistemas biofísicos.

Capítulo 3. Aplicación de la metodología

3.1. Fase 1

3.1.1. Investigación contextual, de campo y documental

3.1.1.1. Introducción

Vivimos en un mundo de sistemas con diversos niveles. Uno de estos niveles es la ciencia, la cual tiene como meta principal el conocimiento y la mejora de las condiciones humana, así como la mejoría del mundo (Bacon, 1627). Sin embargo, en el siglo XX la mayoría de los investigadores se dedicaba al estudio de problemas sin la visión completa ni aplicación al mundo real, derivado de la falta de comunicación y cooperación entre las ciencias y la sociedad actual (Gibbons *et al.*, 1994; Nowotny, Scott y Gibbons, 2003).

El humano es una mezcla de sistemas complejos, que interaccionan entre sí para su buen funcionamiento. En consecuencia, el propósito central es la integración de conocimientos. Por lo que en la presente investigación se pretende encontrar, analizar y mejorar un problema del mundo real, aplicando el conocimiento obtenido a lo largo de esta investigación.

3.1.1.2. Objetivo

Conocer, describir, seleccionar y focalizar la problemática en los cultivos de fresa mediante una investigación de campo en la región del Ejido la Finca en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, a los agricultores, trabajadores y comerciantes de fresa.

3.1.1.3. Preguntas de investigación y/o hipótesis

- ¿Cuál es el sistema de estudio?
- ¿En qué localidad se trabajará el sistema de estudio?
- ¿Qué sistema específico se desea intervenir?
- ¿Cuáles son los problemas que existen en la región?

3.1.2. Materiales y métodos

La caracterización fue realizada en el municipio, tomándolo como el sistema de estudio, donde se estableció un límite, considerando el lugar de análisis, la productividad, el estado socioeconómico y la información que existe sobre él (Checkland, 2010). Para obtener la información necesaria, se utilizó el método de la investigación cualitativa por medio de entrevistas y encuestas (Robles, 2011). Así mismo, se emplearon herramientas de investigación etno-ecológica, como la observación, el diálogo y la reflexión, con la finalidad de comprender las prácticas usuales, comportamientos e ideología que tienen. De este modo, poder establecer vínculos basados en la empatía por medio de la identificación con los actores que forman parte del mismo municipio (Martínez, 2005). Finalmente, se empleó el método de lluvia de ideas de Faickney (1953) y visión rica de Checkland (1994).

3.1.2.1. Municipio

Villa Guerrero, Estado de México

El municipio de Villa Guerrero, antes llamado Tecualoyán, se encuentra localizado cerca de la sierra nevada de Toluca (Figura 3.1). El asentamiento principal es la de Villa Guerrero, considerada cabecera y sede del gobierno municipal. Colindando hacia el norte con los municipios de Zinacantepec, Toluca, Calimaya y Tenango del Valle, hacia el oriente, con Tenancingo y Zumpahuacán, al sur con Ixtapan de la Sal y al occidente con el mismo Ixtapan de la Sal y con Coatepec de Harinas.

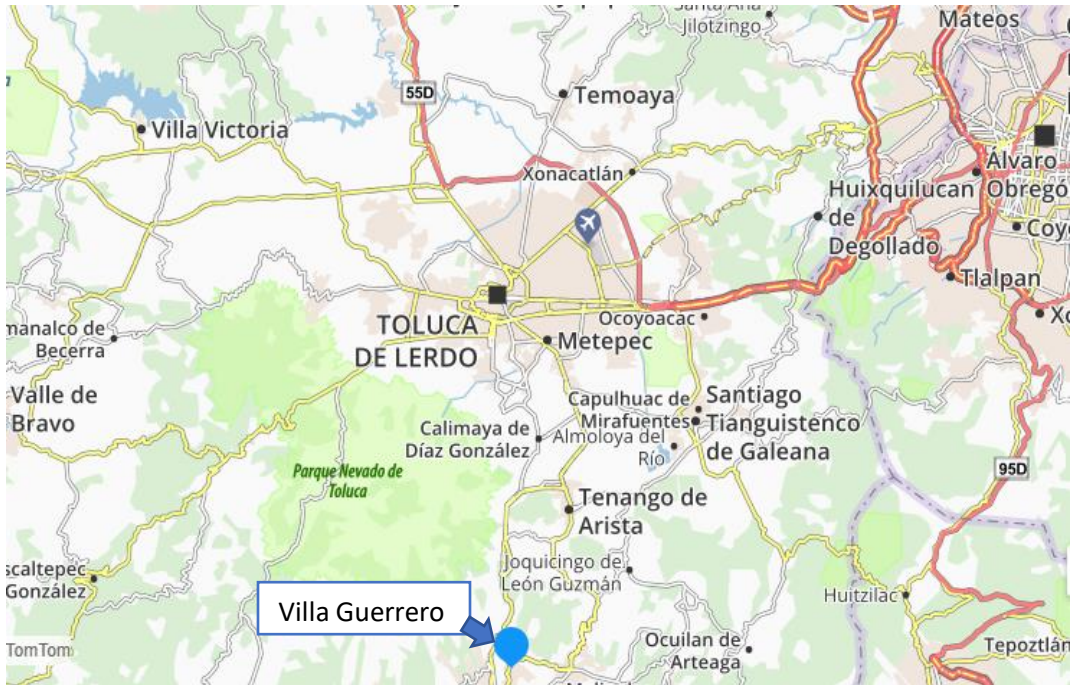


Figura 3.1. Mapa para la localización del municipio Villa Guerrero, Estado de México (Elaboración propia, 2021)

3.1.2.2. Características de sujetos y grupos focales de estudio (Población evaluada)

Este municipio se caracteriza por ser florícola, cuenta con una población 68,000 habitantes. El 70% de las familias de la región se dedica a la floricultura y agricultura. Contiene al mercado de flores más grande de la entidad, además, se produce fresa, el aguacate y durazno (INEGI,2017).

3.1.2.2.1. Tamaño de muestra

En el Ejido la Finca, fueron entrevistadas 4 personas, 2 mujeres recolectoras de fresa de 20-70 años y dos hombres agricultores de entre 30-40 años y hacia el poblado de Villa Guerrero se entrevistaron 2 comerciantes de fresa hombre mayores de 30 años.



Figura 3.2. Entrevista en Ejido la Finca, Villa Guerrero (Elaboración propia, 2021)

3.1.2.2.2. Métodos empleados como Instrumentos de evaluación

Se siguieron las metodologías que se describen a continuación con el propósito de la búsqueda y obtención de información, acercamiento y empatía a la zona seleccionada. Se incluyó la participación, visión y observación de 3 integrantes más los cuales fueron parte fundamental para lograr el objetivo de esta investigación de campo.

3.1.2.2.2.1. Método de investigación cualitativa con enfoque dialógico (Robles, 2011)

Se utilizó el método de la investigación cualitativa por medio de entrevistas y encuestas a los agricultores (con enfoque dialógico) del Ejido la Finca y comerciantes de pueblo de Villa Guerrero. Con el fin de lograr un diálogo, cuidar y cambiar la lógica de las relaciones que necesariamente han de estar basadas en el reconocimiento.

Para lograr el enfoque dialógico durante las entrevistas y encuestas se siguieron los siguientes pasos de Robles (2011) para estructurar las preguntas:

- Confianza
- Igualdad
- Diversidad
- Interés en común
- Corresponsabilidad

Posteriormente, se realizó la entrevista y encuesta clasificada en tres secciones, tal y como se presenta a continuación:

Tabla 3.1. Método con enfoque dialógico, cuestionario y entrevistas para Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México. Elaboración propia (2021)

Preguntas a los trabajadores de los cultivos de fresa

| Sección 1. Datos generales | Sección 2. Datos del cultivo |
|--|---|
| No. Personas encuestadas | ¿Qué tipo de fresa cultiva? |
| Nombre | ¿Qué técnica de cultivo utiliza? |
| Sexo | ¿Con qué tipo de agua riegan los cultivos? |
| Rol de trabajo | ¿Utilizan fertilizantes y plaguicidas en sus cultivos de fresa? |
| Estado civil | |
| Personas en el hogar | |
| Sección 3. Problemas frecuentes | |
| | ¿Qué plagas y enfermedades se desarrollan más en esta zona? |
| | ¿Cuáles consideran, sean los problemas dentro de sus cultivos de fresa? |
| | ¿Qué medio o método saben o han utilizado para mejorar el problema? |
| | ¿Qué recursos tecnológicos hacen falta para mejorar? |
| | ¿De qué manera consiguen la fresa para cultivar? |
| | ¿En caso de conseguir las plántulas de manera externa cuál es el costo de la compra? |
| | ¿Cuál consideran, es el problema o problemas de mayor importancia en la zona para el mejoramiento del cultivo y la venta del mismo? |
| | ¿Considera un problema la venta y comercialización de la fresa y por qué? |

¿Considera factible el mejoramiento de la forma de cultivo de la fresa?

¿Estarían a favor de realizar esa mejora dentro de sus cultivos?

Preguntas para los comerciantes de fresa

Sección 1. Datos generales

No. Personas encuestadas

Nombre

Sexo

Rol de trabajo

Estado civil

Personas en el hogar

Sección 2. Datos del área

¿Venden fresa de la región o la traen de algún otro lugar?

Sección 3. Problemas frecuentes

- ¿Considera que exista algún problema dentro de la venta de la fresa?
 - ¿Tiene algún método para que no se pierda/desperdicie esta fresa?
 - fresa?
 - ¿Considera necesario aplicar algún método para mejorar la calidad y transporte de la fresa?
-

3.1.2.2.2. Investigación Etno-ecológica

Se utilizó el método de la etno-ecología la cual incluye tres puntos importantes: el cosmos, el corpus y la praxis (Da Cruz, 2007; Toledo y Barrera-Bassols, 2008), que proporcionan a la investigación el qué, cómo, por qué se maneja e interpreta el ambiente de determinada manera. El cosmos, el corpus y el praxis, referidos a las creencias el conocimiento y las prácticas productivas son la base de acción, del método para la realización del estudio, siguiendo los puntos de la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Metodología etno-ecológica para Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México. Elaboración propia (2021) a partir de: Vásquez-Gonzalez y Carreño Meléndez (2018).

| Complejo | Preguntas |
|-----------------------------------|---|
| Cosmos (Creencias) | ¿Cuáles son las costumbres y creencias que tienen en la zona? |
| Corpus (Conocimiento) | ¿Qué, cómo y por qué siembran de cierta forma en el Ejido la Finca? |
| Praxis (Prácticas productivas) | ¿Cuáles son sus prácticas y fechas para sembrar? |

3.1.2.3. Selección y focalización de problema

3.1.2.3.1. Método lluvia de ideas de Faickney (1953)

Este método es una herramienta de intercambio de ideas que consta de los siguientes puntos basados en Hernández (2007).

- Se distribuyen tarjetas/ papeles en blanco
- Cada participante anota los distintos problemas
- Los problemas deben ser precisos y de fácil comprensión
- Las tarjetas se obtienen al azar y se distribuyen entre los participantes
- Cada participante debe leer en silencio la tarjeta que recibió, procurando memorizarla
- Si alguno de los participantes considera que posee alguna de sus tarjetas tiene tema similar, pedirá palabra para leerla
- Si todos están de acuerdo la ira agrupando y así sucesivamente agrupando por temas.
- Al término de la organización de las tarjetas se colocarán cada grupo en un sobre.

- Posteriormente se repartirán entre los participantes los sobres, cada uno lo revisara y anotara una palabra que represente el contenido del sobre.
- La síntesis realizada por cada participante se tomará como base para la deliberación final que sea aprobada por todos los participantes.

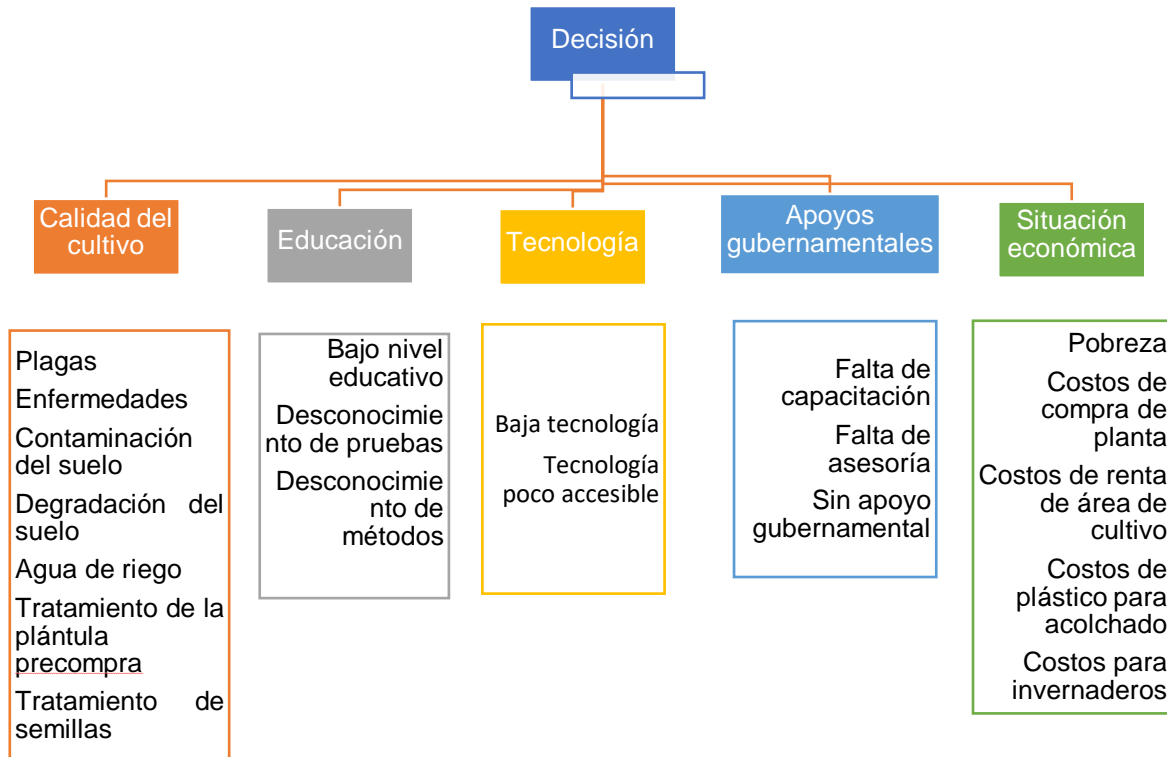


Figura 3.3. Decisión sobre las problemáticas del cultivo de fresa en Ejido la finca (Elaboración propia, 2021)

3.1.3 Resultados

A partir de los métodos y datos anteriores se mencionan los resultados dados durante la investigación de campo en el Ejido la Finca, Villa Guerrero.

3.1.3.1. Investigación Cualitativa con enfoque dialógico

Las presentes encuestas y entrevistas se encuentran en la parte de anexo. En este método se logró observar la forma de cultivo, así como la problemática que tienen en la región, las cuales incluyen la calidad del cultivo, la educación y la situación económica, entre otras.

3.1.3.2. Investigación Etnoecológica

En la Tabla 3.3. se muestran los resultados de la investigación de etnoecológica obtenidos con base en las respuestas dadas por ellos, mediante observación y comunicación del grupo entrevistador.

Tabla 3.3. Metodología etnoecológica para el Ejido la Finca, Villa Guerrero Estado de México. Elaboración propia (2021) basado a partir de: Vásquez-González y Carreño Meléndez (2018).

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Cosmos (Creencias) | ¿Cuáles son las costumbres y creencias que tienen en la zona? | Crean y conocen la siembra tradicional o acolchado Para cada cultivo rentan una zona específica ya que no les pertenecen las tierras El trabajo se pasa de generación en generación |
| Corpus (Conocimiento) | ¿Qué, cómo y por qué siembran de cierta forma en el Ejido la Finca? | El conocimiento que tienen del cultivo lo obtienen mediante experiencia de otros cultivos Desconocen la forma de plantar desde la semilla |
| | ¿Cuáles son sus prácticas y fechas para sembrar? | Plantan 8 meses en una zona que le llaman plantero para que eche raíz la planta y posteriormente plantan en otra zona para cosechar 42 días después Plantan cada cuarta (20 cm) |

Praxis
(Prácticas
productivas)

Cosechan con botes y guardan la fresa en casas

Agregan potasio al cultivo para mejorar la calidad de la fresa

Eligen plantar fresa camino ya que tiene una mejor calidad a la vista, sin embargo carece de color porque el consumidor se basa en la calidad externa

3.1.3.3. Selección y focalización del problema

3.1.3.3.1. Método lluvia de ideas de Faickney (1953)

En la Figura 3.4 se observa el resultado de la lluvia de ideas en la que participaron 3 de los cuatro participantes antes mencionados, en la cual se separaron las ideas obteniendo como resultado los problemas de la zona de Ejido la Finca.

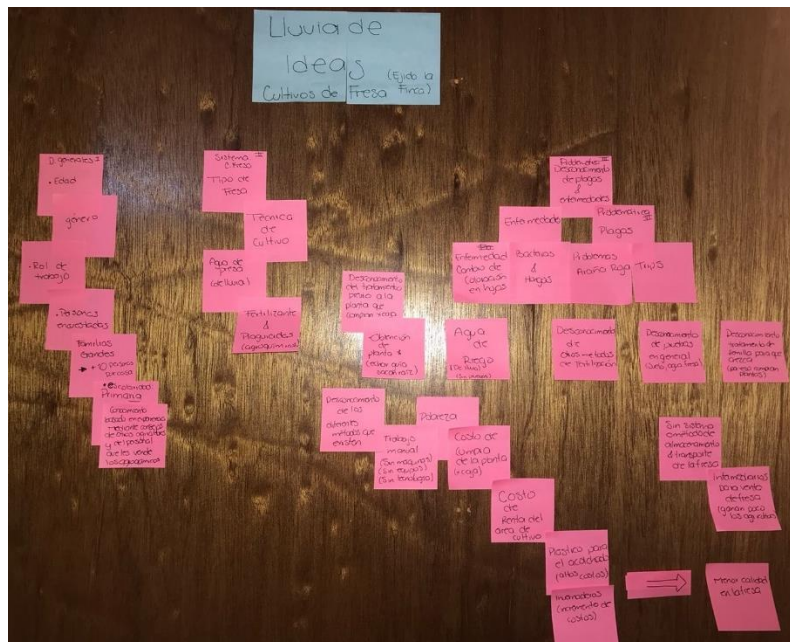


Figura 3.4. Lluvia de ideas del cultivo de fresa del Ejido la Finca (Elaboración propia, 2021)

Se destacaron ciertos problemas como lo fue la enfermedades y plagas, el uso de fertilizantes y agroquímicos, la falta de conocimiento sobre métodos como el tipo de

prueba que se le realiza al suelo, a la planta y al agua, los altos costos de compra de plantas y renta de campo.

3.1.3.3.2. Jerarquización analítica

De acuerdo con el método se obtuvieron los siguientes resultados

Matriz

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 5 & 4 \\ 1/3 & 1 & 7 & 4 & 5 \\ 1/6 & 1/7 & 1 & 4 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/4 & 1/5 & 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 360 \\ 140/3 \\ 20/42 \\ 1/300 \\ 3/80 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.45 * 100 \\ 0.30 * 100 \\ 0.12 * 100 \\ 0.04 * 100 \\ 0.07 * 100 \end{bmatrix} = \begin{matrix} 45\% \\ 30\% \\ 12\% \\ 4\% \\ 7\% \end{matrix}$$

Esta matriz muestra la relevancia relativa de cada problema de la cual se realizará la selección final.

Tabla 3.4. Elección del problema mediante jerarquización analítica del cultivo de fresa (Elaboración propia, 2021).

| Clasificación de problema | Valores de relevancias relativas |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Calidad de cultivo | 45% |
| Educación | 30% |
| Tecnología | 12% |
| Apoyos gubernamentales | 4% |
| Situación económica | 7% |

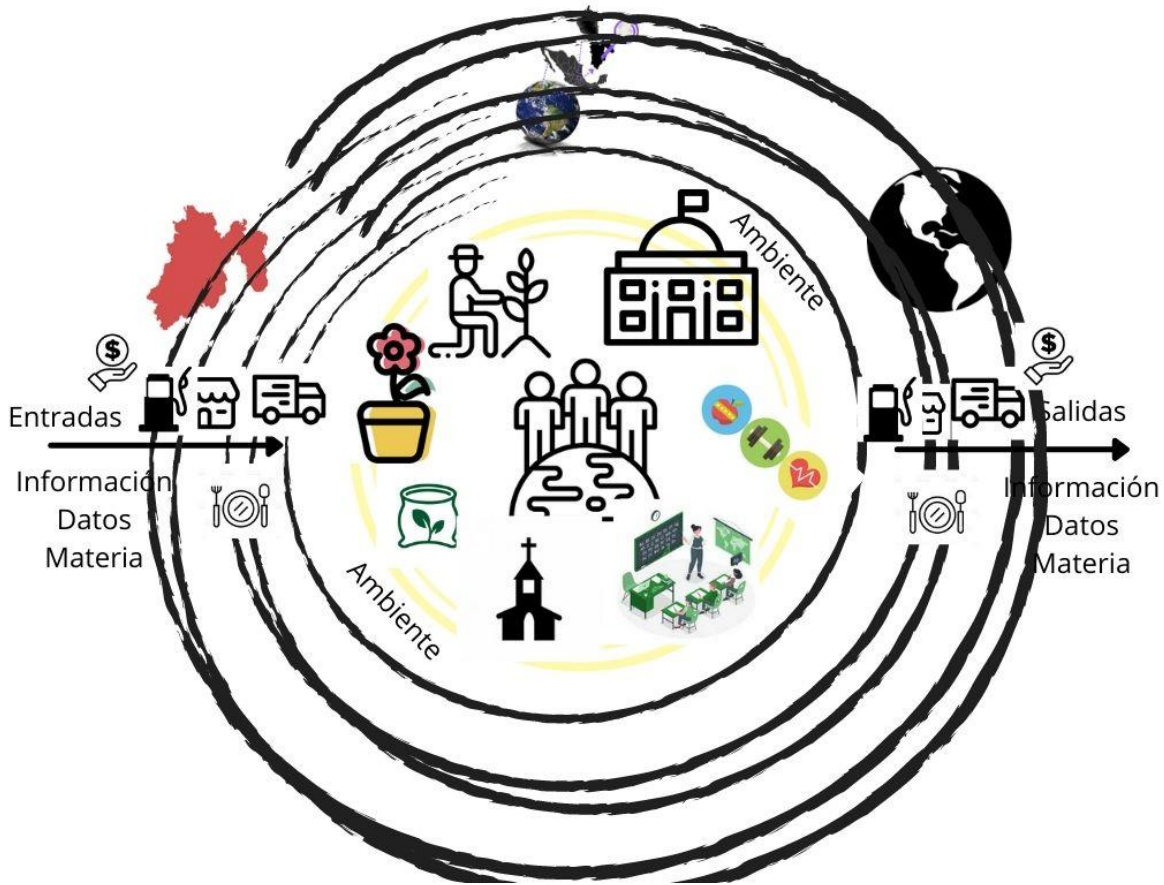


Figura 3.5. Representación del sistema (Elaboración propia,2021)

3.1.3.3.3. Selección del problema

Los datos anteriores nos muestran que de acuerdo con el nivel de importancia dados a cada punto por los evaluadores que lo realizamos tiene mayor relevancia relativa con resultado de 45% la calidad del cultivo, el cual nos proporciona un enfoque de trabajo mayor en esa área, enfocándonos en las enfermedades del cultivo de fresa del Ejido la finca.

3.1.4. Revisión de literatura

3.1.4.1. Introducción

Dentro de los objetivos principales del desarrollo sostenible, se busca mejorar la seguridad alimentaria, además de reducir el hambre, mejorar la nutrición y la agricultura sostenible (ONU,2015), garantizando la mejora de cada una al mismo tiempo. Para lograrlo la agricultura debe satisfacer diversas necesidades tanto para las generaciones presentes y las generaciones futuras, en los productos y servicios, además de garantizar la rentabilidad, la equidad social y económica, así como la salud del medio ambiente.

Mientras que la agricultura contribuye considerablemente al cambio climático, también le afecta el mismo debido a la degradación y sobre explotación de sus recursos. La investigación prevén el agravamiento del clima como el aumento de la temperatura, fenómenos meteorológico e inclusive cambios en los patrones de precipitación extremos (FAO,2022).

Por tal motivo es de suma importancia tomar a la sostenibilidad como un proceso que hay que alcanzar en un determinado tiempo. Por lo que también requiere de mejorar en las leyes y forma de gobernar financiamiento y apoyos agrícolas y a todo personal involucrado en el proceso. Es de vital importancia implementar de manera sistémica la investigación hacia estos problemas actuales. En México, existe un problema en los cultivos de fresa, por lo que mediante la revisión de literatura se pretende buscar, validar y analizar diversas opciones para la mejora de los cultivos de fresa.

3.1.4.2. Objetivo

Revisar literatura relacionada con diversos métodos de acondicionamiento de semilla y cultivos para la frontera del conocimiento sobre el tema en la búsqueda de la mejora de la sostenibilidad en la agricultura.

3.1.4.3. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las estrategias utilizadas durante años pasados para el mejoramiento de la germinación de semillas?
- ¿En qué tipo de cultivos se han aplicado estos métodos?
- ¿Están evaluando la sostenibilidad de la agricultura con los métodos obtenidos?
- ¿Qué resultados obtuvieron?

3.1.2.4. Materiales y métodos

Se realizó una revisión de literatura utilizando bases de datos dedicadas a la investigación (Science direct y Google academic), se utilizaron palabras clave (UV-C in seeds), (UV-C in seeds, and UV-C in strawberry, and UV-C in cereals) y (UV-C en semillas y alimentos). Los resultados de cada búsqueda se seleccionaron primeramente por el título, después por el resumen y finalmente los resultados que obtuvieron en cada investigación. Dando preferencia a artículos con similitudes a la utilización de Luz UV-C, al problema de germinación y latencia de semillas, en el periodo del año 1998-2022 .Esta revisión de literatura fue realizada en los meses de febrero-abril del 2022.

3.1.4.5. Resultados

En la siguiente tabla se dan a conocer los resultados en dos diferentes buscadores para la selección final de los artículos que proporcionen una mayor información al problema deseado.

Tabla 3.5 Buscadores y resultados de las búsquedas (Elaboración propia,2022)

| Buscador | Palabras de búsqueda | Resultados de la búsqueda | Periodo de tiempo | Cantidad de artículos a revisar | Criterio de inclusión Filtraje 1 Filtraje 2 | Cantidad final |
|----------------------|---|----------------------------------|--------------------------|--|---|-----------------------|
| Science Direct | UV-C in seeds | 1478 | 2015-2022 | 200 | Semillas/UV-C/Alimentos Radiación UV-C en semillas | 5 |
| Google academic | UV-C in seeds, and UV-C in strawberry, and uvc in cereals | 17,500 | 1998-2021 | 100 | Semillas/UVC/Alimentos Radiación UV en semillas y/o alimentos | 4 |
| Método bola de nieve | UV-C en semillas y alimentos | 8 | 2000-2020 | 8 | Semillas/UV-C/Alimentos Radiación UV en semillas y/o alimentos | 2 |

Con dos buscadores y el uso del método bola de nieve se encontraron diversos resultados, en el cual se realizaron 2 filtrajes al criterio de inclusión con una cantidad final de 11 artículos.

Al obtener los resultados anteriores se procedió a especificar y sintetizar los hallazgos encontrados en cada objeto de estudio, agregando su condición experimental, la fuente de radiación y tiempos de exposición de cada uno.

Tabla 3.6. Síntesis de revisión de literatura (Elaboración propia,2022)

| Objeto de estudio o tipo de semilla | Condición experimental | Fuente de radiación UVC | Tiempos de exposición | Hallazgo | Cita |
|--|---|--|---|---|-------------------------------|
| Lupino azul | Radiación UV-C Calor seco Calor húmedo (auto clave) | Lámparas germicidas UV-C Osram Puritec HNS libre de ozono 254 nm 500 rpm | (20-60 min) (60 min, 110-140°C) (115 °C, 20 min) | La esterilización resultó inadecuada. Los mejores resultados se obtuvieron con calor seco (130°C) en semilla sin cáscara y hojuelas y mediante radiación UV-C (60 min) para semilla y hojuela entera | Melde <i>et al.</i> , (2016). |
| Pimienta negra | Radiación infrarroja lejana Radiación UV-C | Lámpara germicida Slim line germicidal, G24T6L, Atlantic | 650 Wt superficial 253.7 nm Uvc- 10.5 mW/cm ² -2 h | Las bacterias anaeróbicas mesofílicas de las semillas disminuyeron al nivel objetivo con tratamiento FIR de 3.5 a 300 y 305 °C sin embargo no se encontraron resultados con la radiación UV-C | Belgin, 2012 |

| | | | | | |
|---------------|------------|---|----------------------|--|-----------------|
| Pimiento rojo | Radiación | Lámparas | 6 kJ m ⁻² | No hubo cambios fisicoquímicos por la radiación, los rayos UVB y UVC aumentaron los niveles de carotenoides y flavonoides en un 59% y la luz UVB+UV-C en 94%. Los rayos UV-C son elicitores de biosíntesis y aumentan la concentración de carotenoides y flavonoides | Castillejo,2021 |
| | UV-B | emisoras de UV- | 12.58 min | | |
| | UV-C | B sin filtrar (TL 40 | 3.29 min | | |
| | UV-B +UV-C | W/01 RS; Philips, Eindhoven, Países Bajos) y 9 lámparas emisoras de UV-C sin filtrar (TUV 36W/G36T8; Philips, Eindhoven, Países Bajos). | 12.58+3.29 min | | |

| | | | | | |
|------------------|---------------------------|--|---|--|-----------------------|
| Brócoli y rábano | UV-B UV-C UV-B+UV-C | Lámparas emisoras UV-B sin filtrar (TL 40 W/01 RS; Philips, Eindhoven, Países Bajos) UV-C lámparas emisoras sin filtrar. | 2 aplicaciones poscosecha t=0 y t=24h 15.39 min 7.5kJm ⁻² 2.34 min 4.5kJm ⁻² 15.39+2.34 min 7.5kJm ⁻² +4.5kJm ⁻² | Se encontró que la carga microbiana disminuyó a 1 log CFU g ⁻¹ fw, la radiación UV-B fue con la que se obtuvieron mejores resultados con el aumento de contenido fenólico, capacidad antioxidante, el glicosinolato aumento 5 veces y el isotrocianato fue un 60% mayor | Martínez-Zamora, 2021 |
| Soya | UV-C | Lámpara UV-C (UV Light Sources Inc G64T5L/SL, 254 nm) | 30 o 60 min | Los resultados de la radiación UVC fueron el aumento en genisteína-O-glucósido y genisteína-O-malonato un 122% y 196% respectivamente | Mata-Ramírez, 2019 |
| Tomate | UV-A+UV-B UV-C | Días soleados de verano Lámpara UV-C (PHILIPS UV-C, TUV 15W/G45T8). | 10.30 y 50 min | La luz UV-C tuvo un potente efecto fagocida ya que después de 50 min de exposición no había fagos viables en las muestras. UV-A y UV-B | Kisheva, 2021 |

tuvo un efecto letal para dos de los fagos aislados y ningún efecto letal para el tercero ya que después de 50 min de exposición a la luz solar no hubo disminución en el título inicial de fagos.

La señal fotoacústica que producen las semillas de frijol UV-C en 15 minutos, se reduce de 0.24 a 0.10 mV como resultado de su degradación. Cuando el tiempo de radiación UV-C aumenta, los cambios morfológicos en la superficie de las semillas de frijol presentan micro agujeros y desprendimiento del cotiledón. Los ácidos fenólicos y flavonoides del frijol muestran diferencia significativa tanto en raíces como en follaje.

Conduce a cambios morfológicos y fisiológicos en las etapas posteriores de crecimiento. Niveles bajos de la radiación UV también estimuló la germinación de

| | | | | | |
|----------------------------|------|--|--------------------------------------|--|--|
| Semilla de frijol | UV-C | Sistema de radiación (UV-C/RS33 Homemade) 4 lámparas acomodadas en la parte superior y al fondo de una base cilíndrica de acero inoxidable | UV-C, 254 nm en t= 0,2,5,10 y 15 min | La señal fotoacústica que producen las semillas de frijol UV-C en 15 minutos, se reduce de 0.24 a 0.10 mV como resultado de su degradación. Cuando el tiempo de radiación UV-C aumenta, los cambios morfológicos en la superficie de las semillas de frijol presentan micro agujeros y desprendimiento del cotiledón. Los ácidos fenólicos y flavonoides del frijol muestran diferencia significativa tanto en raíces como en follaje. | Hernandez-Aguilar <i>et al.</i> , (2020) |
| Caupí, Arroz, trigo, pino, | UV-C | Lámpara UV con filtros de diacetato de celulosa | 0.004 - 4Wm ⁻² | Conduce a cambios morfológicos y fisiológicos en las etapas posteriores de crecimiento. Niveles bajos de la radiación UV también estimuló la germinación de | Thomas T.T., Puthur, (2017) |

semillas, el crecimiento, la biomasa, el espesor de la cubierta de la semilla y peso seco de raíces y brotes. Además, el contenido de pigmentos como carotenoides, antocianinas, la clorofila y también la fotosíntesis aumentaron con la exposición a bajos niveles de UV irradiación.

| | | | | | |
|---|-------------|--|--|--|-----------------------------------|
| <p>Lechuga (Lactuca Sativa L.) Xanthomonas campestris pv.</p> | <p>UV-C</p> | <p>(Convicon, PGV40, Manitoba, Canadá) se modificaron instalando un sistema de lámparas UV-C (254 nm, 160 W, Clean Light Inc., Vineland Station, ON, Canadá)</p> | <p>5 ciclos con un total de 8 kJ/m²</p> | <p>Un solo ciclo de tratamiento UV-C resultó en una reducción del 90 %, 30 % o 10 % en la susceptibilidad de las plantas de lechuga en crecimiento a Xcv en comparación con el grupo de control, dependiendo de cuándo se evaluaron los síntomas. La aplicación de un tratamiento adicional. ciclos (0,5, 1,0 y 1,75 ciclos) resultó en una reducción del 30 %, 45 % y 50 % en la susceptibilidad, respectivamente, en</p> | <p>Sidibé <i>et al.</i>, 2021</p> |
|---|-------------|--|--|--|-----------------------------------|

las plantas de lechuga tratadas en relación con los controles.

| | | | | |
|---|---------------|--|--|--------------------------------|
| Tartaria alforfón (Fagopyrum tataricum) | UVB y selenio | Lámpara UV -- filtradas con celulosa filtros de diacetato, que eliminan el rango UV-C y sistema de control | Ligero efecto negativo de selenio en la ramificación primaria y en la producción de semillas. Los tratamientos con UV-B mostraron un efecto significativo en la tartaria. | Breznik <i>et al.</i> , (2004) |
| Arabidopsis thaliana | UV-C | Lámparas de UV-C de 10 ⁵⁰ bulbos de 254- nm UV-C kJ/m2 | En plántulas de <i>Arabidopsis thaliana</i> la radiación UVC induce una fragmentación del ADN oligonucleosómico que es recuerda a la escalera de ADN apoptótica descrita en animales células. Esta fragmentación del ADN también se detectó in situ en núcleos de protoplastos tan pronto como 2 h después del tratamiento UV-C. | Danon y Gallois, (1998) |

Al realizar la síntesis de los 11 artículos seleccionados, se mostró que, en diversos casos la Luz UV-C mejora la germinación, la calidad de los cultivos y sus nutrientes, además, emplean métodos físicos y químicos en su mayoría.

3.2. Fase 2.

3.2.1. Investigación del sujeto que investiga (autoconocimiento)

3.2.1.1. Introducción

Durante el proceso de la investigación se hace presente la colaboración de diversos conocimientos para lograr una mejoría durante el proceso y así lograr los objetivos planteados, además, cabe mencionar que en la actualidad estamos viviendo una situación diferente debido a la pandemia, la cual involucra un gran cambio en la enseñanza como lo es el empleo de nuevas técnicas y herramientas para dar clases, la creatividad para realizar experimentación empleando equipos que se encuentren al alcance, así como el aislamiento total de los individuos, por lo que esta situación más que otras ocasiones, se hace necesario el empleo de diversos métodos para el análisis y mejoría del sujeto investigador y la metodología con enfoque sistémico transdisciplinario tiene una fase la cual involucra el autoconocimiento. Para el autoconocimiento del sujeto investigador se utilizó el análisis estratégico FODA.

Es una herramienta de planificación estratégica, que ha sido diseñada para realizar un análisis tanto interno como externo, basados en la empresa, que también es utilizado de manera personal. (Riquelme, 2016).

- ✓ Debilidades: Son aspectos limitantes o que logran reducir capacidad de desarrollo.
- ✓ Amenazas: Impide la implantación de una estrategia, reduce su efectividad, puede incrementar los riesgos que se quieren para su implementación.
- ✓ Fortalezas: Son los logros, las capacidades y recursos que pueden servir para mejorar las oportunidades.
- ✓ Oportunidades: Todo aquello que pueda promover una ventaja o alguna una posibilidad para mejorar el desempeño del sujeto o empresa (Hill y Westbrook, 1997).

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|-----------------|------------------|------------------|
| INTERNOS | Fortalezas | Debilidades |
| EXTERNOS | Oportunidades | Amenazas |

Figura 3.7. Componentes del análisis FODA

Cabe recalcar la importancia de la conexión entre el sujeto que investiga con las fases de la investigación de manera transdisciplinaria (rigor, apertura y tolerancia) las cuales deben estar en equilibrio con el mismo, dentro de un proceso en todos sus niveles permitiendo la evolución tanto propia como de la investigación.

3.2.1.2. Objetivo

Analizar y mejorar las ventajas y desventajas del sujeto investigador mediante el análisis FODA

3.2.1.3. Hipótesis

Al realizar el análisis FODA al sujeto investigador, se observarán, trabajarán y mejorarán sus cualidades y desventajas durante la investigación.

3.2.1.4. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el sistema de estudio?
- ¿Qué ventajas y desventajas existen en el sujeto investigador?
- ¿Qué puntos se deben intervenir para la mejora continua?
- ¿Qué ventajas se utilizan para continuar mejorando la investigación?

3.2.2. Materiales y Métodos

Para el conocimiento del sujeto investigador se utilizó el cuestionario de Gallup y posteriormente el análisis estratégico FODA, el cual nos permite conocer la situación real en que se encuentra el sujeto.

3.2.2.1. Prueba de Gallup

La prueba de Gallup consiste en un cuestionario de 34 talentos que reflejan la forma natural que tiene una persona de actuar, pensar y sentir. A su vez, se clasifican en

4 temas de dominios: Pensamiento Estratégico, Influencia, formación de relaciones y ejecución (Gallup, 2022) como se observa en la siguiente figura.

| Dominio de pensamiento estratégico | Dominio de formación de relaciones |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Analítico • Contexto • Futurista • Idear • Coleccionador • Intelección • Aprendedor • Estratégico | <ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidad • Conexión • Desarrollador • Empatía • Armonía • Inclusión • Individualización • Positivo • Afinidad |
| Dominio de influencia | Dominio de ejecución |
| <ul style="list-style-type: none"> • Activador • Mando • Comunicación • Competitivo • Maximizador • Auto-confianza • Significación • Sociable | <ul style="list-style-type: none"> • Logrador • Coordinador • Creencia • Consistente • Deliberativo • Disciplina • Enfoque • Responsabilidad • Restaurador |

Figura 3.8. Clasificación de talentos de Gallup en 4 dominios

Para el conocimiento del sujeto investigador primero se realizará el cuestionario de 34 talentos de Gallup realizando los siguientes pasos:

- Realizar una evaluación al sujeto investigador en cada uno de los puntos del cuestionario teniendo como calificación 0 (no está o está poco desarrollado) y 10 (valoración máxima)
- Posteriormente pedir a personas cercanas al sujeto investigador que realicen el mismo cuestionario evaluando sus talentos
- Obtener la puntuación de las valoraciones anteriores mayores y 6 y contrastar los resultados para la obtención de una lista final para el apoyo del llenado del FODA
- Realizar una segunda evaluación al sujeto investigador en los diferentes tiempos (pasado, presente y futuro) teniendo como calificación 0 (no está o está poco desarrollado) y 10 (valoración máxima)
- Obtener la puntuación de la segunda autovaloración utilizando mínima distancia euclidiana

Dada por la siguiente ecuación:

$$d(x, x^i) = \sqrt{(x_1, x_1^i)^2 + (x_2, x_2^i)^2 + (x_3, x_3^i)^2 + \dots + (x_n, x_n^i)^2} \quad (1)$$

- Contrastar resultados y observar los avances

3.2.2.2. Análisis FODA estratégico

Se realizará el análisis FODA, agregando las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas con base en los resultados descritos anteriormente

| | Positivos | Negativos |
|----------|---------------|-------------|
| Internos | Fortalezas | Debilidades |
| Externos | Oportunidades | Amenazas |

Figura 3.9. Componentes del análisis FODA

3.2.3. Resultados

Se realizó una evaluación cualitativa y subjetiva al sujeto investigador con apoyo del cuestionario de talentos de Gallup, realizando posteriormente un análisis FODA con base en los resultados anteriores.

3.2.3.1. Prueba de Gallup y FODA estratégico

Autoevaluación de acuerdo con Talentos de Gallup

Se presentan los siguientes datos, realizando una evaluación al sujeto investigador sobre los principales talentos obtenidos en el cuestionario anterior, agregando los talentos con una calificación mayor a 7 dentro de la escala de Likert.

Tabla 3.7. Evaluación del sujeto investigador de acuerdo con talentos de Gallup
(Elaboración propia 2022).

| Dominio de pensamiento estratégico | Dominio de formación de relaciones |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Analítico/Objetivo• Contexto/Pasado• Futurista/innovador• Creativo/Ideador• Coleccionador/ Input/ Poseer información• Intelectual• Aprendizaje• Estratégico | <ul style="list-style-type: none">• Adaptabilidad/Flexibilidad• Conexión/Creencia• Desarrollador (Hacedor/realizador)• Empatía• Integración/Inclusión• Justicia/Coherencia |

| Dominio de influencia | Dominio de ejecución |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Activador/iniciador • Liderazgo/mando • Convicción/Comunicación • Competitivo • Optimizador/Maximizador • Autoconfianza • Importancia/Significación • Sociable/Relacional | <ul style="list-style-type: none"> • Logrador/ Resolutivo • Organizador/Coordinador • Creencia/Convicciones • Deliberativo/Cauto/Prudente • Disciplina • Enfoque/Focalización • Restaurador |

En la Tabla 3.7. se mencionan los talentos que posee el sujeto investigador en los 4 dominios con una calificación mayor a 7, de esta manera se logran analizar los datos en los cuales se observan cualidades esenciales para la dedicación al trabajo de investigación en el área sistémica; por otra parte, la tabla también nos muestra las deficiencias en ciertos puntos en los cuales hay que realizar un plan de mejora como lo son la armonía, individualización y el ser positivo.

Evaluación al sujeto que investiga

En la siguiente tabla se expone el promedio de calificaciones obtenidas mediante el cuestionario de los talentos de Gallup realizado por 4 personas cercanas al sujeto investigador.

Tabla 3.8. Evaluación al sujeto que investiga de acuerdo con cuestionario de talentos de Gallup (Elaboración propia, 2022)

| Talento | Media | Desv. Est. |
|----------------------------|--------------|-------------------|
| Hacedor/realizador | 7.25 | 0.96 |
| Activador/iniciador | 7.25 | 0.5 |
| Adaptabilidad/flexibilidad | 8.25 | 0.5 |
| Analítico/objetivo | 8.5 | 0.58 |
| Organizador/coordinador | 8.25 | 0.5 |
| Creencia/convicciones | 8 | 0 |
| Liderazgo | 8 | 0 |
| Comunicación | 7.25 | 0.5 |
| Competición | 8 | 0 |
| Creencias | 8.25 | 0.5 |
| Contexto/pasado | 7.25 | 0.5 |
| Cauto/prudente | 8 | 0 |
| Desarrolladora/a | 7.5 | 0.58 |
| Disciplina | 7 | 0.82 |
| Empatía | 8 | 0 |
| Coherencia/justicia | 7.5 | 0.58 |
| Enfoque | 7.5 | 0.58 |
| Futurista/innovador | 7.75 | 0.5 |
| Armonía | 7.25 | 0.5 |
| Creativo | 8 | 0 |
| Integración | 7.75 | 0.5 |
| Individualización | 7.75 | 0.5 |
| Input/poseer información | 7.5 | 0.58 |
| Intelectual | 8 | 0 |
| Aprendizaje | 8 | 0 |
| Optimizador | 7.75 | 0.5 |
| Resolutivo | 7.5 | 0.58 |
| Positivo | 7.25 | 0.97 |
| Relacional | 7.25 | 0.5 |
| Responsabilidad | 7.5 | 0.58 |
| Autoconfianza | 7.5 | 0.58 |
| Importancia | 7.25 | 0.5 |
| Estrategia | 7.25 | 0.5 |
| Poder de convicción | 7.25 | 0.5 |

La Tabla 3.8. arrojó como resultado los promedios más altos y más bajos en los talentos de Gallup que posee el sujeto investigador de acuerdo a personas cercanas al mismo, por lo que se observa que se obtuvo una calificación de 8.5 para el talento analítico/Objetivo y calificación de 7 para disciplina.

Atributos dados por el tiempo al sujeto investigador

Se muestran diversos atributos de relevancia que debe poseer cualquier sujeto investigador en diversos tiempos con el fin de dar continuidad y mejora.

Tabla 3.9. Evaluación de atributos en diferentes momentos del proceso de la investigación (Elaboración propia,2022)

| Atributo | Pasado | Presente | Futuro | Ideal |
|--------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| Trabajo en equipo | 6 | 7 | 8 | 10 |
| Búsqueda de literatura | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Creatividad | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Exposición | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Escritura | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Autocrítica | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Objetividad | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Claridad | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Concisión | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Precisión | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Empatía | 8 | 8 | 9 | 10 |
| Compromiso | 8 | 8 | 9 | 10 |
| Disciplina | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Responsabilidad | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Organización | 6 | 8 | 9 | 10 |
| Tolerancia | 6 | 7 | 8 | 10 |
| Apertura | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Rigor | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Disponibilidad de tiempo | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Liderazgo | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Comunicación | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Coherencia/justicia | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Futurista/innovador | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Integración | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Individualización | 5 | 6 | 8 | 10 |
| Aprendizaje | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resolutivo | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Racional | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Autoconfianza | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Estrategia | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Poder de convicción | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Adaptabilidad | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Creencias/convicciones | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Competición | 7 | 8 | 9 | 10 |

La Tabla 3.9. muestra las calificaciones promedio durante los diferentes procesos de la investigación en la cual se observa una mejora en las habilidades adquiridas, además se dan a conocer puntos clave para seguir mejorando como lo es el trabajo en equipo y tolerancia.

Tabla 3.10. Mínima distancia euclidiana de acuerdo con evaluación al sujeto investigador de talentos de Gallup (Elaboración propia, 2022).

| Momento | Calificación |
|----------------|---------------------|
| Pasado | 18.2482876 |
| Presente | 12.5698051 |
| Futuro | 6.55743852 |
| Ideal | 0 |

De acuerdo con el cuestionario de Gallup y el análisis de mínima distancia euclidiana se determinaron una diversidad de talentos en cada fase con los cuales se realizó análisis FODA estratégico al sujeto investigador, obteniendo los siguientes resultados:

| FODA Estratégico | Positivos | Negativos |
|-----------------------------|---|--|
| Internos | <ul style="list-style-type: none"> • Analítico/Objetivo • Futurista/innovador • Creativo/Ideador • Coleccionador/ Input/ Poseer información • Intelectual • Aprendizaje • Estratégico • Responsabilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Tolerancia • Disciplina • Hacedor/ Realizador |
| Externos | <ul style="list-style-type: none"> • Activador/iniciador • Liderazgo/mando • Competitivo • Optimizador/Maximizador • Autoconfianza • Importancia/Significación • Sociable/Relacional • Conexión/Creencia • Empatía • Positivo | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Convicción/Comunicación • Adaptabilidad/Flexibilidad |

El análisis FODA, permitió un mayor análisis sobre el sujeto investigador determinando sus ventajas y desventajas; con lo que se obtuvo que la falta de trabajo en equipo, paciencia y tolerancia, además de la distracción y tiempo son puntos en los cuales hay que continuar trabajando.

3.3. Fase 3. Investigación experimental

3.3.1. Calidad sanitaria y fisiológica de la fresa

3.3.1.1.1. Introducción

La palabra calidad en la actualidad podría ser definida como el grado de cumplimiento de condiciones que determinan la aceptación dadas por el consumidor (FAO,1995). La calidad se refiere a una percepción de atributos evaluados de forma objetiva y subjetiva, donde el cerebro procesa la información recogida por los sentidos que se asocian con experiencias pasadas almacenados en la memoria (Mendoza, 2010).

La seguridad de los alimentos está definida como la ausencia de sustancias dañinas para la salud encontradas sobre el producto. La mayoría de los problemas que tienen las frutas los generan los hongos y bacterias (Wills *et al.*, 1981). Para este tipo de problemas se han creado diversas normas, en México existe la NMX (Normas Mexicanas), en el caso de la fresa se encuentra la NMX-FF-062-SCFI-2002 referente a productos alimenticios no industrializados para consumo humano fruta fresca- Fresa (*Fragaria x ananassa, Dutch*), la cual establece las especificaciones mínimas de calidad que se deben cumplir para ser comercializada y consumida en estado fresco en territorio nacional, después de su acondicionamiento y envasado. Algunos puntos importantes son que la fresa deberá estar exenta de daños que son causados por plagas, deberán ser libres de pudrición, descomposición y moho causado por microorganismos y además las fresas se deben cosechar cuando presenten como máximo el 50 % de su superficie un color rojo o rosado. Por ello se realizarán pruebas de calidad sanitaria y fisiológica a la fresa, así como la aplicación de Luz UV-C para conocer el efecto de esta en la inhibición de hongos.

3.3.1.1.2. Objetivo

Evaluar la calidad sanitaria y fisiológica a la fresa del municipio de Villa Guerrero, Estado de México y analizar los cambios físicos y microbiológicos mediante luz UV-C.

3.3.1.1.3. Hipótesis

Al utilizar luz UV-C, se observará un cambio antifúngico o fungistático en la fresa dependiendo los tiempos de exposición.

3.3.1.2. Materiales y métodos

La presente investigación experimental fue realizada en las instalaciones de ESIME Zacatenco, Sección de Posgrado el día 8 de abril del 2022 y con el apoyo y aporte de fresa de los agricultores de la región de Villa Guerrero, Estado de México.

3.3.1.2.1. Selección de la fresa

La selección de la fresa se llevó a cabo siguiendo los parámetros de la NMX-FF-062-SCFI-2002 mediante los siguientes pasos:

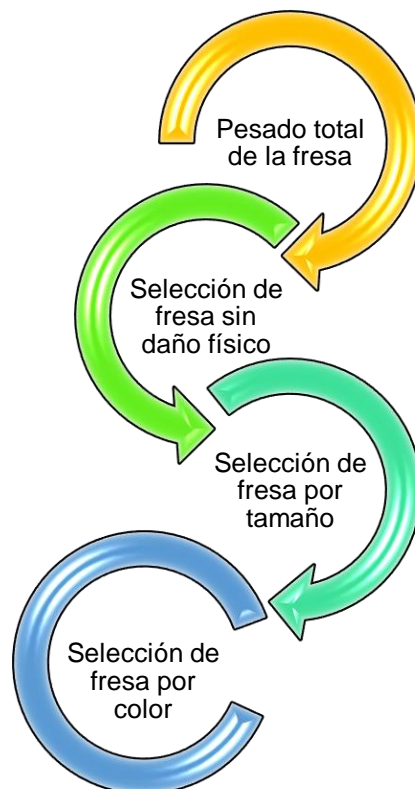


Figura 3.10. Selección de fresa de acuerdo a la norma NMX-FF-062-SCFI (2002)
(Elaboración propia,2022)

En la Figura 3.10. se muestran imágenes del procedimiento para la selección de la fresa.



Figura 3.11. Procedimiento para la selección de fresa cultivada en la zona de El ejidal, Villa Guerrero (Elaboración propia, 2022)

Para que finalmente quedaran seleccionadas los siguientes grupos de fresas



Figura 3.12. Selección final de fresas cultivadas en la zona de El ejidal, Villa Guerrero (Elaboración propia, 2022)

Esta selección se realizó con el propósito de observar el estado en el que se encontraban las fresas para su posterior uso en las siguientes pruebas.

3.3.1.2.2. Calidad fisiológica

Prueba de colorimetría $L^*a^*b^*$

Se realizó la prueba de colorimetría para caracterizar la fresa seleccionada con un colorímetro digital portátil (marca FRU modelo WR10QC) el cual cuantifica tres valores.

- **L^* =luminosidad**
- **a^* = coordenadas rojo/verde** (+a indica rojo, -a indica verde)
- **b^* = coordenadas amarillo/azul** (+b indica amarillo, -b indica azul)

Estas coordenadas determinan el color de un objeto dentro del espacio de color, mostrando valores para cada uno.

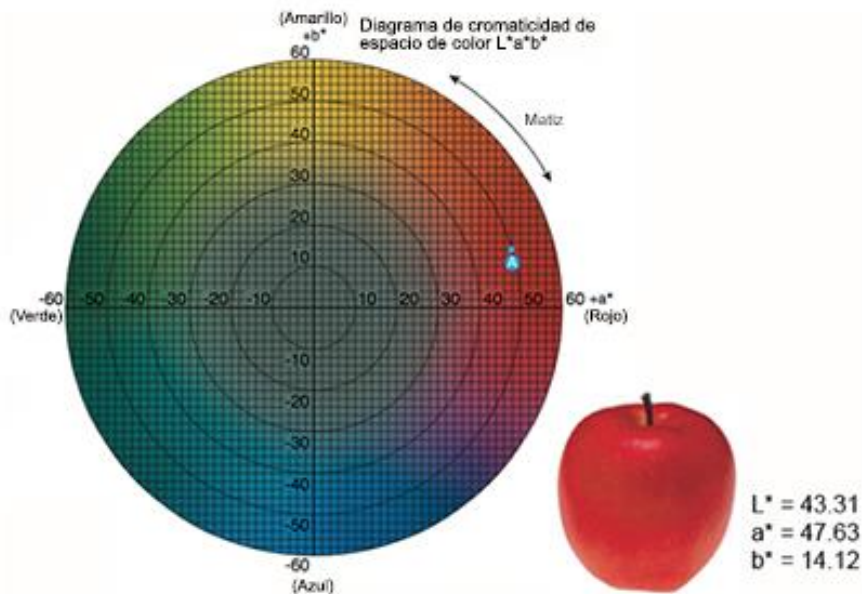


Figura 3.13. Cromaticidad de aspecto de color (Imagen obtenida de Google, 2022)

<https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>

3.3.1.2.3. Calidad sanitaria

3.3.1.2.3.1. Prueba en papel secante

Para esta prueba se realizó un diseño experimental con fresas control y fresas radiadas con luz UV-C en dos diferentes tiempos (2 y 5 min) con dos repeticiones cada una para posteriormente colocarlas en el papel secante y en medio de cultivo papa dextrosa agar realizado por triplicado respectivamente.

- En papel secante se colocaron las muestras de fresa enteras
- Para el medio de cultivo se cortó la parte externa del fruto para después colocar de manera separada 3-4 partes de cada fresa en su respectivo medio de cultivo.

Estas muestras se sellaron y se dejaron a temperatura ambiente (25°C) para observar los cambios que presentaba cada uno en un tiempo de 24h.



Figura 3.14. Prueba en papel secante y medio de cultivo de la fresa de la zona El ejidal, Villa Guerrero (Elaboración propia,2022)

3.3.1.2.3.2. Prueba microbiológica

Esta prueba fue realizada en ESIME Zacatenco y su evaluación con una especialista fitopatóloga en la FES Cuautitlán Campo 3, unidad de semillas y cereales, en el laboratorio de fitopatología. La evaluación se realizó en un ambiente esterilizado, utilizando lactofenol para realizar el montaje, el cual tiene la función de colorear las

paredes del hongo con un color azul, el ácido láctico se encarga de preservar las estructuras fúngicas, el fenol destruye la flora presente y el glicerol previene la desecación en la muestra, para posteriormente observar al hongo en el microscopio.

3.3.1.3. Resultados

3.3.1.3.1. Calidad fisiológica

Prueba de colorimetría

Durante esta prueba se realizó la lectura de color en los parámetros L*a*b* a cada fresa, teniendo fresa control y tratada con luz UV-C 2 y 5 min.

Tabla 3.11. Parámetros L*a*b* en colorimetría aplicadas a la fresa antes y después de la radiación en tiempos de 0, 2 y 5 min (Elaboración propia, 2022).

| Tiempo (min) | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Sin radiación | | | Con radiación | | |
| 0 | 34.62 _c | 26.01 _{BA} | 32.42 ^a | 34.62 _c | 26.01 _{BA} | 32.40 _a |
| 2 | 38.48 _c | 22.90 _{5BA} | 29.90 ^a | 41.17 ^a | 22.26 _B | 35.71 _a |
| 5 | 34.90 _c | 27.30 ^{3a} | 30.63 _a | 45.91 ^a | 17.27 _C | 28.65 _b |
| C.V. | 13.80 | 22.99 | 23.82 | 13.80 | 22.99 | 23.82 |
| Media | 38.28 | 23.63 | 31.62 | 38.28 | 23.63 | 31.62 |
| DMS | 4.7595 | 4.89 | 6.78 | 4.7595 | 4.89 | 6.78 |

Las medias con letra diferente son estadísticamente diferentes a ($p < 0.05$)

C.V. corresponde al coeficiente de variación

DMS es la diferencia mínima significativa

En la Tabla 3.11. se muestran los valores de cada tratamiento antes y después de ser radiados donde podemos encontrar debido a los parámetros cuantificados L*a*b* el color específico de cada fresa dentro del diagrama de cromaticidad. Posteriormente se compararon las fresas no radiadas con las fresas radiadas y se observaron los cambios en las diferentes dimensiones de color que la luz UV-C posiblemente modifica a la fruta. Al contrastar los resultados del antes y después de la radiación se encontró que la luminosidad en la mayoría de los casos aumenta

al tiempo de exposición de 5 min de radiación. Con el parámetro a* y b* se observa una disminución de tonalidad roja por lo que en ambos casos de radiación se evidenció una disminución de color en la fresa que es uno de los problemas de la radiación UV-C en donde se encuentran mejorías en la calidad, pero degrada el color del alimento.

3.3.1.3.2. Calidad sanitaria

Prueba de papel secante

Para realizar el análisis de estas pruebas se mantuvieron en observación constante para verificar el número de hongos que crecía en cada tratamiento.

Tabla 3.12. Prueba de papel secante con dos variaciones de luz UV-C durante 12 días (Elaboración propia, 2022)

| Tratamiento | Día 4 | Día 8 | Día 12 |
|-------------|------------------|-------------------|-------------------|
| TC | 4.0 _a | 6.50 ^a | 8.50 ^a |
| T2 | 0.0 _c | 0.00 _b | 2.50 _b |
| T5 | 2.0 _b | 5.50 ^a | 8.50 ^a |
| C.V. | 0 | 10.20 | 12.56 |
| Media | 2.0 | 4.0 | 6.50 |
| DMS | 0 | 1.75 | 3.51 |

Las medias con letra diferente son estadísticamente diferentes a ($\rho < 0.05$)

C.V. corresponde al coeficiente de variación

DMS es la diferencia mínima significativa

En la Tabla 3.12 se puede observar con la prueba de papel secante que con una radiación de 2 y 5 min hubo un efecto fungistático en los tratamientos, alentando el proceso de crecimiento de los hongos.

Medio de cultivo

De la misma manera que en el papel secante, se mantuvieron en observación durante 12 días los tratamientos, realizando 4 repeticiones de cada uno. Este análisis se realizó en dos partes, primero mediante la observación y conteo de colonias y posteriormente con pruebas microbiológicas para evaluar el tipo de hongo que predominaba en las fresas.

Tabla 3.13. Prueba en medio de cultivo agar con dos variaciones de luz UV-C durante 12 días (Elaboración propia, 2022)

| Tratamiento | Día 4 | Día 8 | Día 12 |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| TC | 1.50 ^a | 5.50 ^a | 7.00 ^a |
| TCII | 1.50 ^a | 7.00 ^a | 10.00 ^a |
| T2I | 1.50 ^a | 5.00 ^a | 6.50 ^a |
| T2II | 1.50 ^a | 3.500 ^a | 5.50 ^a |
| T5I | 0.50 ^a | 3.500 ^a | 6.00 ^a |
| T5II | 1.50 ^a | 4.500 ^a | 9.500 ^a |
| CV | 47.32 | 47.17 | 35.88 |
| Media | 1.25 | 4.83 | 7.41 |
| DMS | 1.52 | 5.86 | 6.84 |

Las medias con letra diferente son estadísticamente diferentes a ($p < 0.05$)

C.V. corresponde al coeficiente de variación

DMS es la diferencia mínima significativa

Contrastando resultados con la prueba de papel secante, se puede observar que, de la misma manera con un tiempo de radiación de 2 min se alentó el proceso de crecimiento de los hongos durante 12 días.

Prueba microbiológica

Se realizaron las pruebas microbiológicas en el tratamiento control, en 2 y 5 minutos de Luz UV-C.



Figura 3.14. Vista de hongo *Alternaria* spp. en microscopio, del tratamiento control (Elaboración propia, 2022).

Se analizaron las diferentes muestras, en donde primero se distinguió que el hongo que contenía la fresa era *Alternaria* spp., este dato se verificó mediante literatura en el que Amaro *et al.* (2017), encontró que uno de los hongos que se encontraba en la fresa en México era *Alternaria* spp. Posteriormente se observó que en la fresa que no estaba radiada Fig 3.15 el hongo llegó a la maduración puesto que se notaba el conidio desarrollado.

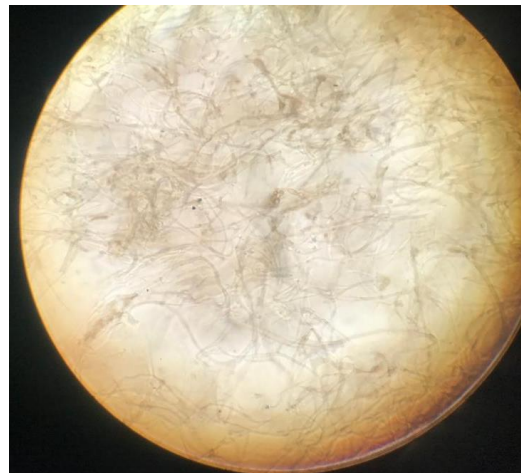
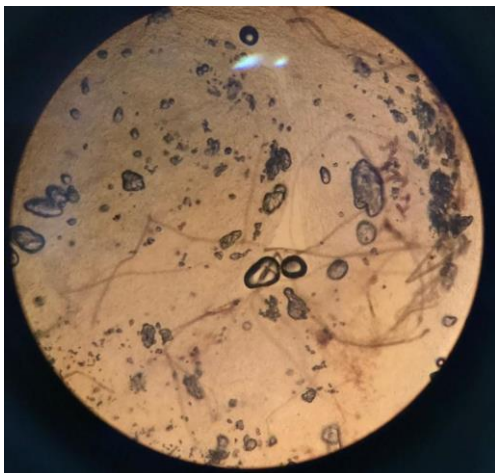


Figura 3.15. Vista de hongo *Alternaria* spp. en microscopio, de los tratamientos con luz UV-C (Elaboración propia, 2022).

En los tratamientos con 2 y 5 min de radiación se dio a notar que el hongo comenzaba a crecer, sin embargo, no se desarrolló por completo debido a la falta de conidios. Por lo que se concluye que la luz UV-C produce un efecto fungistático en la fresa.

3.3.2. Prueba preliminar del efecto del acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: Espirulina (*Arthrospira platensis*) y luz UV-C”

3.3.2.1. Introducción

Los aquenios de las fresas a menudo exhiben porcentajes de germinación variables y/o bajos, además, la emergencia de plántulas puede ser escalonado, ocurre de 2 a 12 semanas después de la siembra (Henry, 1935; Iyer *et al.*, 1979; Scott y Draper, 1967; Wilson, *et al.*, 1973). A este estado se le llama estado de latencia, el cual es considerada una adaptación que contribuye a la supervivencia de la semilla el cual disminuye o restringe la germinación cuando no existen las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la plántula.

Se ha dedicado gran parte de la investigación a los métodos artificiales para la disminución de la latencia y asegurar que las semillas germinen de manera uniforme. Se ha informado que varios tratamientos afectan la germinación de aquenios, incluida la escarificación ácida (Scott y Ink, 1948), tratamiento de frío (Bringinghurst y Voth, 1957; Thompson, 1969), exposición a la luz (Nakamura, 1972; Scott y Draper, 1967), ácido giberélico (Nakamura, 1972; Thompson, 1969) y ethephon (Iyer *et al.*, 1979; Wilson *et al.*, 1973). Además, Gonçalves *et al.*, (2014) menciona la aplicación de escarificaciones químicas, las cuales consistían en inmersiones en H₂SO₄ (98%), HCl (37%) y NaClO (2%) en diferentes tiempos (0, 10, 20, 35 y 50 minutos) observándolas durante 15 días, aumentando la germinación en un 80%. Hasta cierto punto, todos estos tratamientos tuvieron éxito. Sin embargo, los genotipos de fresa exhibieron respuestas variables en el porcentaje máximo de germinación y esta se produjo durante un período

prolongado, además de la existencia de contaminación de suelo con el uso de estos químicos. La escarificación es cualquier método que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases. La hidratación es un proceso donde las semillas son remojadas en agua con la finalidad de remover agentes inhibidores presentes en la cubierta de la semilla (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988). Por lo que el objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de sistemas biofísicos, mediante dos métodos, espirulina y luz UV-C a dos tipos de semillas de fresa (semilla obtenida de natural y comercializada) con el propósito de evaluar la germinación de cada una.

3.3.2.1.2. Objetivo

Evaluar los cambios en la germinación de la semilla de fresa mediante el efecto de estimulantes biofísicos (espirulina y luz UV-C).

3.3.2.1.3. Hipótesis

Al utilizar estimulantes biofísicos en la semilla de fresa, se observará una mayor germinación de la semilla de fresa dependiendo del tratamiento aplicado.

3.3.2.2. Materiales y métodos

La presente investigación experimental fue realizada en el domicilio de la zona metropolitana- Ecatepec de Morelos (19.601347, -98.999318) el 13 de junio del año 2021. Según Inegi (2021), el clima en el Estado de México es templado subhúmedo en mayor parte del territorio con una temperatura media anual de 16°C.

3.3.2.2.1. Acondicionamiento de semilla de fresa

El acondicionamiento de la semilla de fresa se realizó con el propósito de conocer sus efectos aplicando distintas concentraciones de espirulina (0,0.5,1.0 y 1.5 g) y de radiación luz UV-C (0,1,2,3 y 4 min) a dos diferentes tipos de semilla (tipo 1 y 2). El primer tipo de semilla realizado mediante extracción a 1kg de fresa de la marca Driscoll's, de la variedad silvestre *Fragaria Ananassa*, por medio mecánico (licuadora Oster) y posterior filtrado y secado de la mezcla para extracción de semilla. La segunda variedad de semilla, previamente tratada y empaquetada por la marca hortaflores, de la variedad *Fragaria Ananassa*. Se aplicó el tratamiento pre-

siembra mediante luz UV-C a la semilla de fresa de los dos tipos se semilla de fresa mencionados anteriormente.



Figura 3.17. Acondicionamiento de la semilla de fresa, semilla natural y comercial (Elaboración propia, 2021)

3.3.2.2.2. Prueba de germinación

Una vez obtenidas las semillas se contaron 70 semillas de tipo 1 y 2 colocadas en 8 recipientes diferentes, cada grupo de semillas se agregó a una solución de 80 mL de diferente concentración de espirulina (tree essentials), manteniéndose hidratadas durante 2h, continuando con la separación de semilla de la solución y colocando 12 semillas en cada caja petri correspondiente.



Figura 3.17. Siembra de semilla con espirulina (Elaboración propia, 2021)

3.3.2.2.3. Bioestimulación con radiación de luz UV-C

Para realizar la bioestimulación con luz UV-C, se realizó un cubo de cartón forrado con papel celofán para cubrir las muestras de los tratamientos que se introdujeron al equipo. Se procedió a la radiación de luz UV-C mediante el equipo UVC Disinfection Bag (Bright solutions 230-255 nm) a cada tratamiento diferente en los tiempos (0,1, 2, 3 y 4 min) respectivamente de acuerdo con el diseño factorial multinivel. Se mantuvo en observación cada 24h recabando los siguientes datos: temperatura, humedad, cantidad de semillas germinadas y crecimiento de germinación (a partir de 3mm). Pasando los 5 días cada grupo de fresa fue separado en servitoallas para proceder a el secado en estufa (180°C, 40 min) para obtener el peso seco de las plántulas y así el % de humedad de las mismas.



Figura 3.18. Caja con celofán y equipo UV-C Disinfection Bag (Bright solutions 230-255 nm), (Elaboración propia, 2021)

3.3.2.2.4. Caracterización de la semilla de fresa

A la semilla de fresa se le realizaron diversas pruebas para el análisis de calidad de esta, las cuales son: % de humedad, peso de mil granos, dimensiones de la fresa, densidad y porosidad. Estas nos proporcionaron información sobre las características físicas de la misma.

Para evaluar la calidad física se realizó una caracterización de la semilla por sus dimensiones (ancho, largo y espesor), mediante la medición de 8 repeticiones de 10 semillas de fresa. Se consideró el diámetro polar, diámetro ecuatorial para obtener el índice de redondez, además del grosor de cada fresa.

Las siguientes variables consideradas fue el peso de mil semillas (P1000S). El P1000S se obtuvo contando y pesando ocho repeticiones de 100 semillas por cada variedad y tamaño, posteriormente se obtuvo multiplicando 1000 por las 100 semillas pesadas entre 1000 para la obtención total del P1000S en cada repetición (ISTA, 1996).

Para obtener la densidad de las semillas se utilizaron muestras de 10 semillas pesadas previamente, las cuales después fueron agregadas a una probeta con agua (10 mL) y así medir el volumen final, para obtener la densidad se dividía el peso sobre el volumen.

3.3.2.3. Resultados

3.3.2.3.1. Acondicionamiento de semilla

En las siguientes Tablas se muestran la prueba de acondicionamiento de semillas, en la cual, la Tabla 3.14. muestra la temperatura y humedad promedio por día, tomada cada 4h. Por otro lado, la Tabla 3 nos muestra el crecimiento promedio de cada tratamiento por día durante 6 días.

Tabla 3.14. Toma de temperatura (°C) y humedad (%) promedio por día para el acondicionamiento de las semillas de fresa (Elaboración propia, 2021)

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Temperatura | 14°C- | 16°C- | 19°C- | 23°C- | 21°C- | 18°C- |
| y humedad | 80 % | 72% | 60% | 56% | 52% | 58% |

La Figura 3.19. representa la germinación de la semilla de fresa cada 24h durante 6d (días) con la finalidad de comparar el % de germinación para cada condición de semilla.

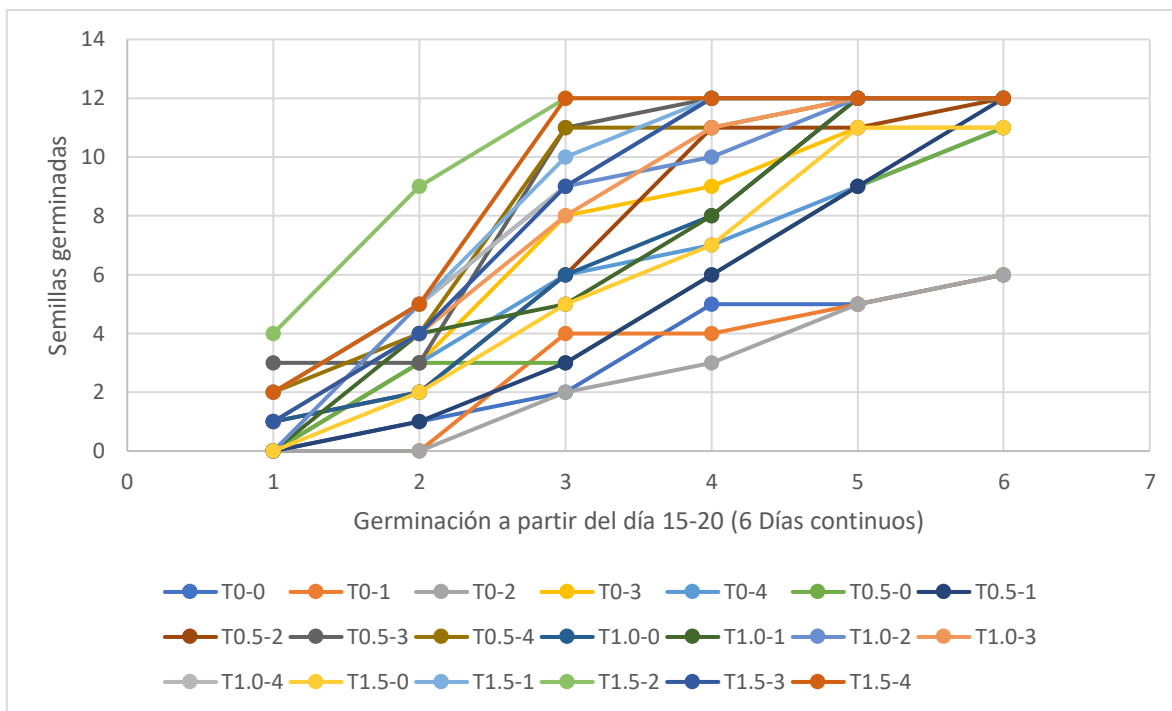


Figura 3.19. Porcentaje de germinación de la semilla de fresa (Elaboración propia, 2021)

De acuerdo con los datos expuestos en la Tabla 3.19, se observa un comportamiento de germinación mayor a partir del día 15 (marcado como 1 en tabla) con el tratamiento con 1.5g de espirulina. Sin embargo, el tratamiento 0.5g de espirulina da a notar una homogeneidad de germinación mayor con respecto a sus repeticiones.

3.3.2.3.2. Caracterización de la semilla de fresa

En las siguientes tablas se simplifican los resultados obtenidos en las pruebas sobre caracterización de la semilla de fresa, exponiendo los promedios de cada una, estos datos son indicadores de la calidad física de la misma.

Tabla 3.15. Promedios de la caracterización de la semilla de fresa extraída de manera natural (Elaboración propia, 2021)

| Índice de redondez | Grosor (mm) | Forma | Peso 1000 granos (g) | Volumen (cm³) | Densidad p/v (g/cm³) |
|---------------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.49 | 1.65 | Ovoide | 0.16 | 10.12 | 0.0016 |

Tabla 3.16. Promedios de la caracterización de la semilla de fresa empaquetada (Elaboración propia, 2021)

| Índice de redondez | Grosor (mm) | Forma | Peso 1000 granos (g) | Volumen (cm³) | Densidad p/v (g/cm³) |
|---------------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 1.46 | 1.64 | Ovoide | 0.16 | 10.12 | 0.0016 |

Las muestras de fresa tienen un rango de índice de redondez de 1.46 (forma ovoide) y grosor de 1.64mm.

En cuanto al peso de 1000 granos de fresa y la densidad fueron de 0.16 g y 0.0016 (g/cm³), estos datos son indicadores de calidad en la que la densidad de la semilla de fresa es de 0.0016 g/cm³ durante el almacenamiento y la densidad obtenida en este trabajo fue de 0.0016 g/cm³, por lo que se deduce que la calidad de la semilla se mantuvo en correcto estado durante su almacenamiento.

3.3.3. Efecto del acondicionamiento de la semilla de fresa natural y comercial mediante sistemas biofísicos: *Espirulina (Arthrospira platensis)* y Luz UVC”

3.3.3.1.1. Introducción

Durante los últimos años se han hecho algunas investigaciones sobre las microalgas útiles para el cultivo de las plantas (Godlewska *et al.*, 2018). Las algas se caracterizan por una mayor productividad que las plantas terrestres y pueden utilizarse para la producción de productos valiosos para las mismas, incluidos los fertilizantes (Wang *et al.*, 2016). Por lo que estas cianobacterias pueden llegar a desempeñar un papel elemental en la agricultura sostenible. Esta contribuye a la fertilidad del suelo, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos y mejora de la calidad ambiental (Singh *et al.*, 2016; Osman *et al.* 2016). Inclusive, existen cianobacterias como la *Nostoc muscorum*, *Nostoc humifusum*, *Anabaena oryzae* y *Wollea sp.* (Hegazi *et al.* 2010) que son capaces de utilizar nitrógeno atmosférico como fuente de nitrógeno (fijación de nitrógeno) (Bhowmik *et al.* 2010; Mishra y Pabbi 2004; Singh *et al.* 2016), las cuales pueden llegar a reducir la cantidad de nitrógeno sintético de los fertilizantes utilizados en la agricultura (Bhowmik *et al.* 2010; Hegazi *et al.* 2010). Una de estas cianobacterias es la *espirulina (Arthrospira platensis)*, la cual se ha demostrado que puede aplicarse como un bioestimulante en el crecimiento vegetal. Utilizada como una fuente de macro y micronutrientes para las plantas como vitaminas, aminoácidos, polipéptidos, fitohormonas (giberelinas, auxinas, citoquininas), antioxidantes y compuestos con propiedades antibacterianas y antifúngicas (Bhowmik *et al.*, 2010; Osman *et al.*, 2016; Narocka *et al.*, 2017). Por otra parte, se han realizado algunos estudios en semillas utilizando métodos físicos como lo es la radiación UV a exposiciones bajas. El cual es un método ecológicamente seguro para mejorar la productividad de la planta, la calidad del rendimiento y también para mejorar la tolerancia de las plantas a diversos estreses bióticos y abióticos (Thomas y Puthur, 2017). Según varios investigadores, las semillas y plántulas de diferentes cultivos (arroz, trigo, maíz, pepino, caupí) cuando se irradian con bajos niveles de radiación UV (0.004 - 4Wm⁻²) dan como resultado diversos cambios morfológicos y fisiológicos en las etapas posteriores de crecimiento, así mismo, niveles bajos de radiación UV han producido el estímulo de

la semilla, el crecimiento, la biomasa, el espesor de la cubierta de la semilla y peso seco de raíces y brotes (Thomas y Puthur, 2017). Los beneficios de las tecnologías de acondicionamiento de semillas como lo es la luz UV-C es que mejoran la emergencia y la uniformizan con un alto vigor que se reflejará en mejores rendimientos (Bruggink *et al.*, 1999; Basora *et al.*, 2005; Kaur *et al.*, 2005; García-Cristóbal *et al.*, 2015; Abraham, 2016). Por otro lado, aún falta información sobre la aplicación de estos métodos sostenibles en la latencia de las semillas por lo que se plantea en esta actividad de investigación evaluar los efectos benéficos en las semillas.

3.3.3.1.2 Objetivo

Evaluar la germinación de la semilla de fresa mediante el efecto de bioestimulantes biofísicos (espirulina y Luz UV-C).

3.3.3.2. Hipótesis

Al utilizar estimulantes biofísicos en la semilla de fresa, se observará una mayor germinación y crecimiento de la plántula de la semilla de fresa dependiendo del tratamiento aplicado.

3.3.3.1.3. Materiales y métodos de semilla de fresa natural

La presente investigación experimental fue realizada en las instalaciones de ESIME Zacatenco, Sección de Posgrado. Estableciéndose la prueba experimental el día 24 de marzo del 2022

3.3.3.1.3.1. Extracción de semilla de fresa natural

La extracción de semilla de fresa natural se llevó a cabo mediante proceso mecánico, filtrado, secado y extracción como se puede observar en la Figura 3.20.



Figura 3.20. Extracción de la semilla de fresa (Elaboración propia, 2022).

En la Tabla 3.17 se exponen los acrónimos utilizados para el tratamiento de la semilla natural

Tabla 3.17. Tratamientos para semilla natural

| Concentración de espirulina (g) | Tiempo de exposición de Radiación UV-C (s) | | | |
|---------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 |
| 0 | T0C1 | T1C1 | T2C1 | T3C1 |
| 0.5 | T0C2 | T1C2 | T2C2 | T3C2 |

3.3.3.1.3.2. Obtención de semilla comercial

Se realizó la compra de semilla comercial marca Hortaflo, se separó y se realizó el conteo de 20 semillas por tratamiento.



Figura 3.24. Semilla de fresa comercial (Elaboración propia, 2022)

3.3.3.1.3.3. Prueba de germinación

3.3.3.1.3.3.1. Acondicionamiento de la semilla con Radiación UV-C y espirulina

El acondicionamiento de la semilla de fresa se realizó con el propósito de conocer sus efectos aplicando una concentración de espirulina (0, 0.5 g), variando el tiempo de radiación de luz UV-C (0, 30, 60 y 90s), con 4 repeticiones en cada tratamiento. Una vez obtenidas las semillas fueron radiadas durante los diferentes tiempos de exposición con un sistema de radiación UV-C (UV-C/ SRE (SRE: Seed Radiator Equipment)- Homemade Esime, Zacatenco) con intensidad de luz de (700 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) basado en Hernández *et al.* (2022) de acuerdo con el diseño de experimentos. Posteriormente se agregó a una solución de 40 mL de agua con 0.5 g de espirulina

(marca tree essentials), manteniéndolas en constante absorción durante 1 h, continuando con un filtrado colocando estas 20 semillas en su caja Petri correspondiente. La secuencia de actividades realizadas puede ser observada con más detalle en la Figura 3.21.

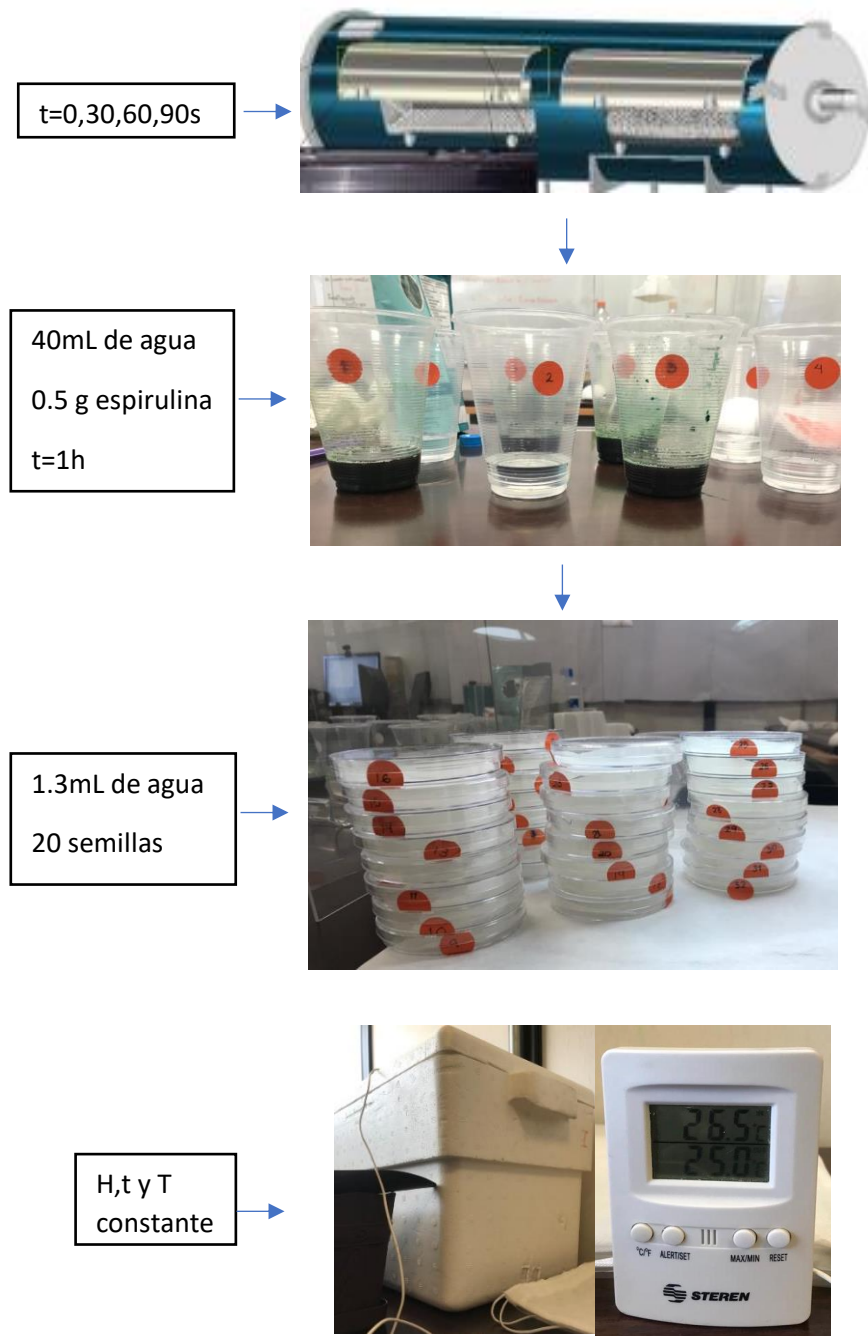


Figura 3.21. Diagrama de proceso para el acondicionamiento y siembra de la semilla de fresa (Elaboración propia, 2022)

Las cajas petri se mantuvieron en observación cada 24h manteniendo la temperatura, cantidad de agua y humedad constantes, obteniendo los datos de cantidad de semillas germinadas.

3.3.3.1.3.1. Resultados de la semilla natural

Los resultados obtenidos mediante la observación continua a condiciones constantes de cada tratamiento, mediante la evaluación diaria durante 35 días se muestra en la Figura 3.22. en donde se observó la cantidad de semillas germinadas.

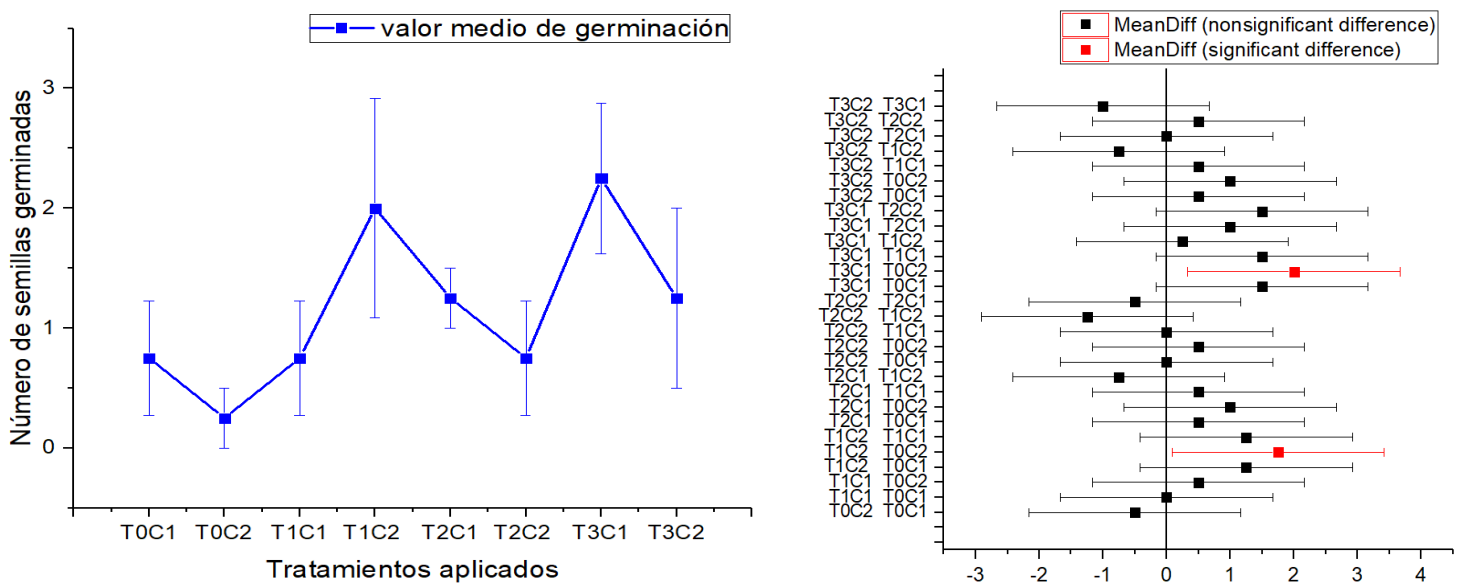


Figura 3.22. Germinación de semilla natural a) Valores medios de número de semillas germinadas entre tratamientos aplicados. b) Comparación de medias entre los tratamientos

Se observó una tendencia de comportamiento entre los tratamientos al día 25, con una media máxima de 2.25 siendo el mejor tratamiento T3C1 que corresponde una concentración de 0.5g de espirulina y 90s de radiación UV-C. Existen diferencias significativas al comparar valores de medias entre los tratamientos T3C1-T1C1 y T1C2-T0C2.

3.3.3.1.3.2. Resultados de la semilla comercial

En la Figura 3.23. se muestran los resultados de las semillas germinadas en un periodo de 30 días de la semilla de fresa comercial.

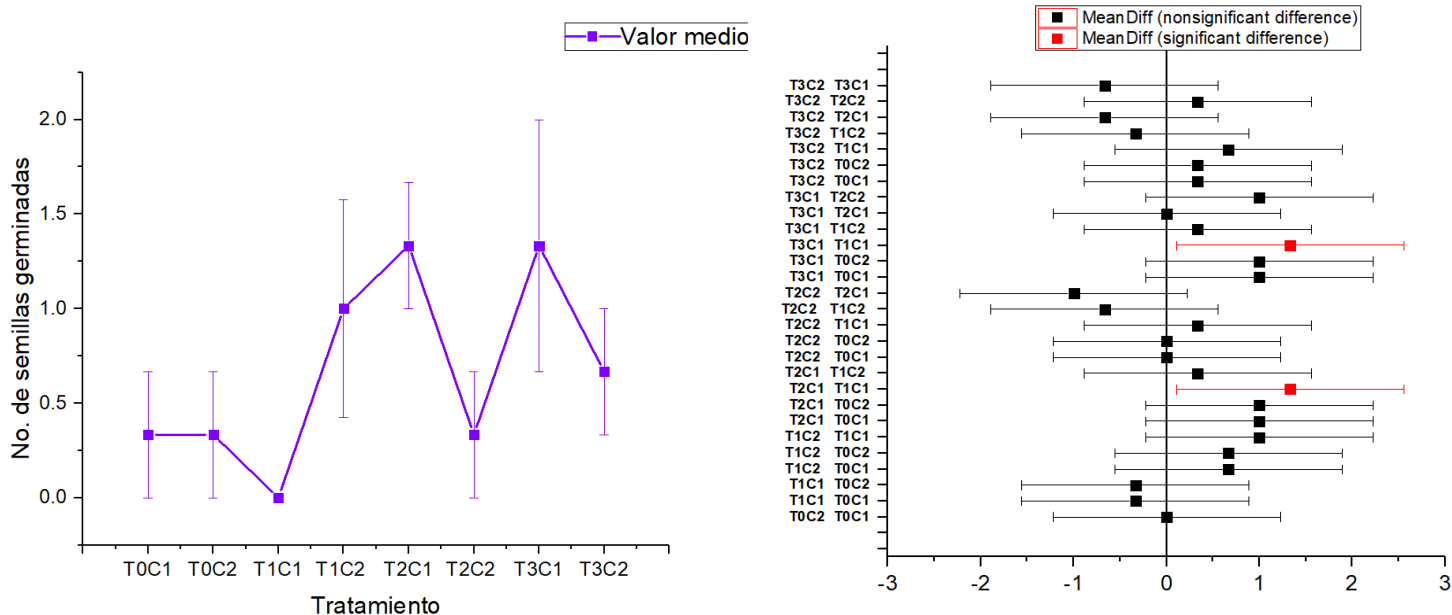


Figura 3.23. Germinación de semilla comercial a) Valores medios de número de semillas germinadas entre tratamientos aplicados. b) Comparación de medias entre los tratamientos.

Se observó una tendencia de comportamiento entre los tratamientos al mismo día que el anterior al día 25, con una media máxima de 1.33 siendo los mejores tratamientos T2C1 y T3C1 que corresponden a una concentración de 0.5g de espirulina y 60 y 90s de radiación UV-C. Existen diferencias significativas al comparar valores de medias entre los tratamientos T3C1-T1C1 y T2C1-T1C1.

3.3.4. Efecto del acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: *Nejayote* y Luz UVC”

3.3.3.1.1. Introducción

El nejayote es un subproducto del proceso de la nixtamalización del maíz, el cual se desecha en forma de aguas residuales en la red de drenaje local ya que contiene 2% de sólidos (pericarpio, proteínas, almidón, calcio, germen, entre otros) (Valderrama-Bravo *et al.*, 2012) por lo que se considera un agua residual altamente contaminante. El problema de la emisión de residuos se da en todas las comunidades y su solución requiere un enfoque sostenible (Zárate, 2013), por lo que es de vital importancia darle un tratamiento adecuado a este subproducto. Mediante la comprobación con varios autores se observa que algunos subproductos y residuos orgánicos de la industria agroalimentaria que se utilizan como sustratos para aumentar la materia orgánica del suelo, así como el rendimiento de los cultivos (Singh y Agrawal, 2008; Papamichalaki *et al.*, 2014; Sharma *et al.*, 2017). Una de sus principales funciones es la de dar soporte físico a las plantas para enraizarse y mantenerse erguidas, obtener nutrientes y propiciar las condiciones que logren el equilibrio del metabolismo y la fisiología vegetal (Díaz-Eliseche y Brassel, 2008). El nejayote es considerado un sustrato ideal el cual mantiene una estructura física estable, posee una alta retención de agua y debido a su pH está libre de organismos patógenos, facilitando el ahorro de agua y de fertilizantes. Es un producto con constitución homogénea, rico en nutrientes, renovable y biodegradable (Pinto *et al.*, 2012, Nath 2014, Papamichalaki *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2015). Finalmente, se ha reportado que las aguas residuales pueden aprovecharse en la agricultura (Ippolito *et al.*, 2010) siempre que se encuentren dentro de los límites contaminantes permisibles (SEMARNAT, 2002). Por lo que en esta actividad se utilizará el nejayote y un método físico (luz UV-C) para observar el comportamiento en la germinación de las semillas de fresa.

3.3.3.1.2. Objetivo

Evaluar los cambios físicos en la germinación de la semilla de fresa mediante el efecto de estimulantes biofísicos (nejayote y luz UV-C).

3.3.3.1.3. Hipótesis

Al utilizar estimulantes biofísicos en la semilla de fresa, se observarán cambios en la germinación de la semilla.

3.3.3.2. Materiales y métodos

La presente investigación experimental fue realizada en las instalaciones de ESIME Zacatenco, Sección de Posgrado el día 13 de abril del 2022, con el apoyo y aporte de fresa de los agricultores de la región de Villa Guerrero, Estado de México.

3.3.3.2.1. Extracción de semilla de fresa

La extracción de semilla de fresa natural se llevó a cabo mediante un proceso mecánico, filtrado, secado y extracción como se ilustra en el apartado anterior en la Figura 3.20.

3.3.3.2.2. Prueba de germinación

3.3.3.2.3. Acondicionamiento de la semilla con Radiación UV-C y espirulina

El acondicionamiento de la semilla de fresa se realizó con el propósito de conocer sus efectos aplicando diferentes concentraciones de nejayote (0, 15, 30 y 60%) respectivamente, variando el tiempo de radiación de luz UV-C (0, 30, 60 y 90 s), cada tratamiento fue realizado por triplicado. Se procedió a seguir el diagrama de la siguiente Figura 3.24.

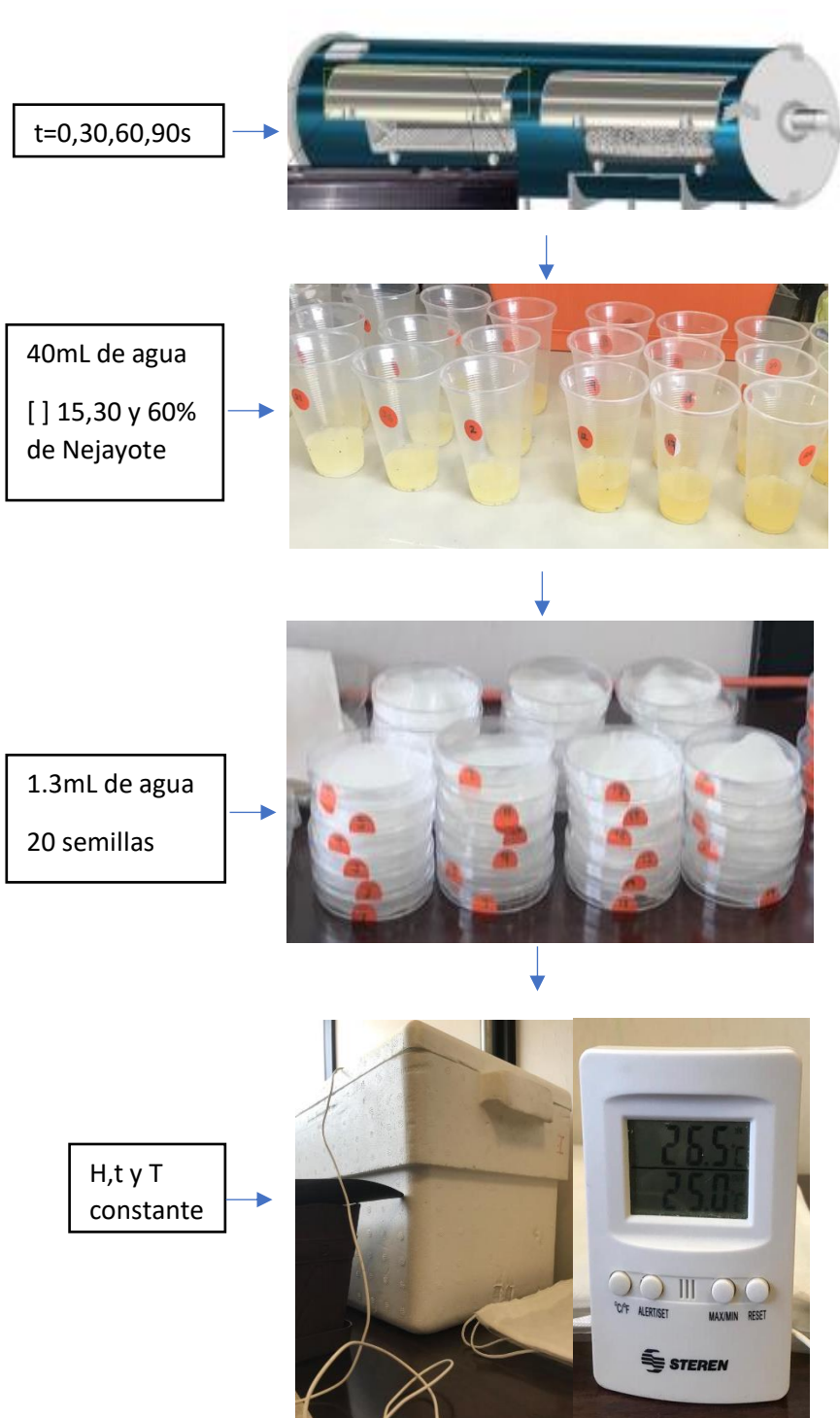


Figura 3.24. Diagrama de proceso para el acondicionamiento y siembra de la semilla de fresa con nejayote (Elaboración propia, 2022)

El experimento se mantuvo en observación (cada 24 h) manteniendo la temperatura, cantidad de agua y humedad constantes, para obtener los datos de cantidad de semillas germinadas.

3.3.3.3. Resultados

El resultado de 30 días de observación de la germinación de las semillas de fresa con las variables Nejayote y UV-C se dan a conocer en la Figura...

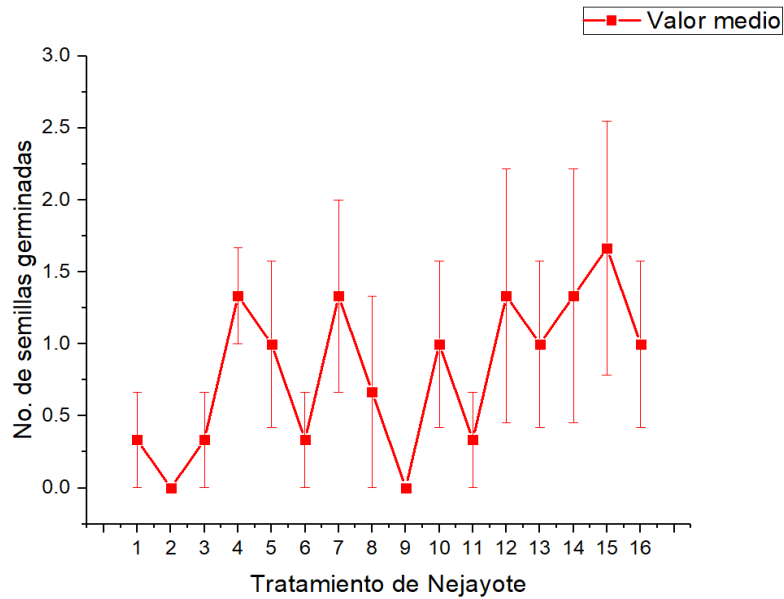


Figura 3.25. Germinación de semillas en tratamiento con nejayote

Se observó una tendencia de comportamiento entre los tratamientos al día 30, con una media máxima de 1.66 siendo los mejores tratamientos T3C3 que corresponden a una concentración de 30% de Nejayote y 60s de radiación UV-C.

3.3.5. Campo magnético en calidad sanitaria y fisiológica de la Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) y Fresa (*Fragaria ananassa*).

3.3.5.1.1. Introducción

El magnetismo es un fenómeno físico en el cual materiales como el hierro, acero, y objetos magnéticos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales (Sears,1999). La aplicación de campo magnético en plantas es un método ya utilizado con anterioridad. Se comenzó a investigar a mediados del siglo XIX por Reinke en el año 1876 en el que no logró obtener resultados entre esta interacción. Investigaciones a finales del siglo XIX e inicios del XX retomaron el estudio obteniendo cambios en la germinación de las semillas, acelerando el crecimiento y aumentando la permeabilidad de las membranas (Tolomei,1893 y Sawostin,1930). Durante los siguientes años se ha revelado que estos tratamientos magnéticos aplicados a las semillas logran aumentar la germinación (Vincze et al., 2003; Kobayashi et al., 2004). En la actualidad se promueve la sostenibilidad, investigando y aplicando métodos no invasivos a la semilla los cuales favorezcan al medio ambiente (Madukakkuzhyil, 2011). Por lo que el propósito de este experimento fue el conocer los efectos que se tienen al aplicar a las semillas de lechuga y fresa diferentes métodos físicos como lo es el campo magnético para evaluar el comportamiento durante su germinación y calidad sanitaria.

3.3.5.1.2. Objetivo

Evaluar la calidad sanitaria y la germinación de la semilla de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y Fresa (*Fragaria ananassa*) mediante la aplicación de campo magnético.

3.3.5.1.3. Hipótesis

Al variar la intensidad de campo magnético y tiempo de exposición en la semilla y al hongo *Fusarium Oxysporum* de la lechuga y semilla fresa, se observarán cambios en la germinación.

3.3.5.2. Materiales y métodos

La presente investigación experimental fue realizada en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid España en noviembre-diciembre del año 2022.

3.3.5.2.1. Acondicionamiento de la semilla de Lechuga

El acondicionamiento de la semilla de lechuga se realizó hidratando las semillas durante 1h. Posteriormente se aplicaron diferentes intensidades de campo magnético (0, 2.5 y 3.7 mT) en tiempos de exposición de (0, 15, 30 y 45 min) con 25 semillas en cada placa petri y dos repeticiones cada una mediante una bobina Helmholtz con una separación de 15 cm, 124 espiras de alambre de cobre en cada bobina y un radio $R=15\text{cm}$.

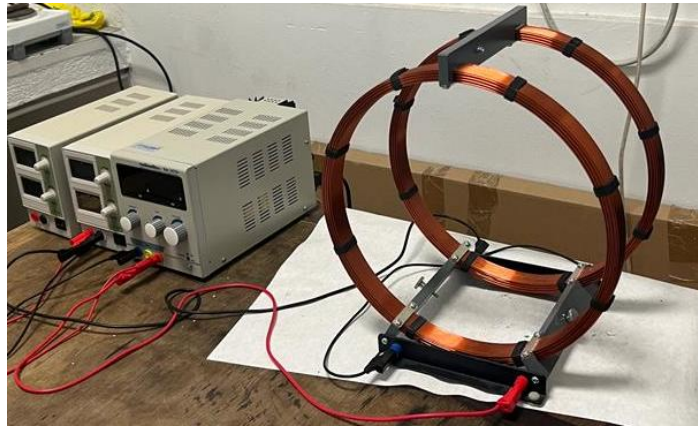


Figura 3.26. Bobina de campo magnético estático Helmholtz
(Elaboración propia, 2023)

3.3.5.2.2. Tratamiento del Hongo *Fusarium Oxysporum*

Para el tratamiento del hongo primero se realizó el medio de cultivo de papa dextrosa agar. Previamente en una placa petri se dejó crecer el hongo *Fusarium Oxysporum* durante 7 días para la posterior inoculación, toda la experimentación se realizó en un ambiente esterilizado en una campana de flujo laminar (Optimair). El hongo se extrajo mediante un sacabocados de diámetro interior $D_{in}=5\text{mm}$, colocándolos en el centro de cada placa petri previamente etiquetada a la cual se le dibujaron líneas de ejes coordenados, con cuatro cuadrantes cada uno para tomar las medidas del crecimiento formando círculos concéntricos. Posteriormente se aplicaron diferentes intensidades de campo magnético (0, 2.5 y 3.7 mT) en tiempos

de exposición de (0, 15, 30 y 45 min) mediante una bobina Helmholtz con 4 repeticiones cada una. Las placas se dejaron en observación, tomando medidas los días después de la siembra (DDS) 4,6,8 y 11 en una cámara incubadora termostatzada (Ibersex) a 25°C durante 11 días.

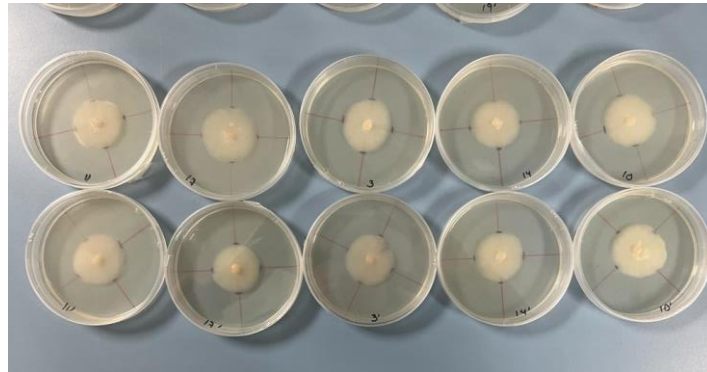


Figura 3.27. Inoculación de *Fusarium Oxysporum* (Elaboración propia, 2023)

3.3.5.2.3. Acondicionamiento de la semilla de Fresa

El acondicionamiento de la semilla de fresa se realizó aplicando una intensidad de campo de 5.9mT en tiempos de (0,15 y 30 min) mediante una bobina Helmholtz. Posteriormente se hidrataron las semillas durante 1h en soluciones con 50mL agua y variaciones de espirulina (0,0.5 y 1.0g). Finalmente se colocaron 25 semillas en cada placa petri, cada tratamiento se realizó por triplicado.

Cada experimento se mantuvo en observación, tomando los datos dos veces por día manteniendo la temperatura, cantidad de agua y humedad constantes, para obtener los datos de cantidad de semillas germinadas.



Figura 3.333. Acondicionamiento de semilla de fresa (Elaboración propia, 2023)

3.3.5.3.1. Resultados germinación de semillas de lechuga

Los siguientes resultados muestran las semillas germinadas en un tiempo de 4 días, la variación de sus datos y la diferencia significativa entre ellos.

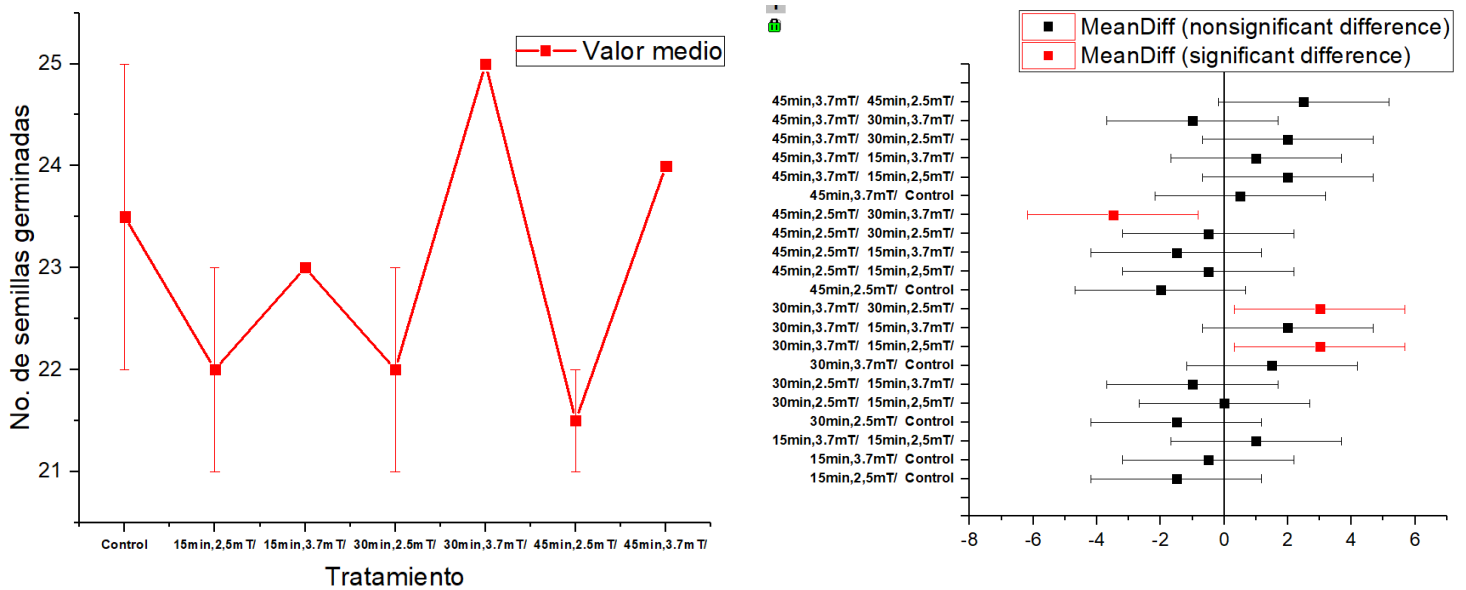


Figura 3.28. Germinación de semilla de lechuga mantecosa a) Valores medios de número de semillas germinadas entre tratamientos aplicados. b) Comparación de medias entre los tratamientos.

En la Figura 3.28 se observó una tendencia de crecimiento al día 4, en el tratamiento a una intensidad de campo de 3.7mT con 30 min continuos de exposición al campo magnético. Existen diferencias significativas al comparar valores de medias entre los tratamientos con 3.7mT 30 min-2.5mT 45 min, 3.7mT 30 min-2.5mT 30 min, 3.7mT 15min.

3.3.5.3.2. Resultados del tratamiento del hongo *Fusarium Oxysporum*

Se exponen los resultados obtenidos del crecimiento del hongo en los diferentes tratamientos, además de las diferencias significativas entre ellos.

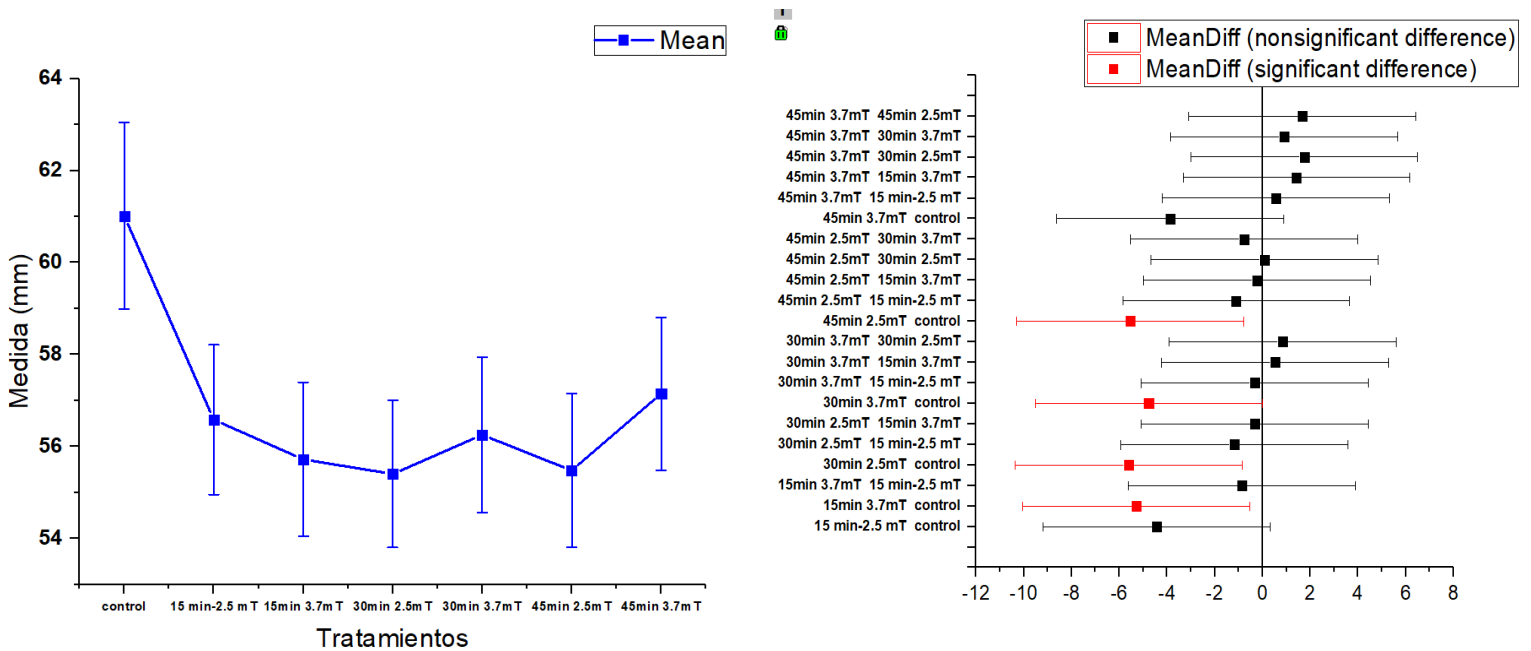


Figura 3.29. Tratamiento de *Fusarium Oxysporum* a) Valores medios de medida (mm) entre tratamientos aplicados. b) Comparación de medias entre los tratamientos.

En la Figura 3.29. se observó una tendencia a la disminución del crecimiento del hongo, teniendo a 2.5mT y 30 min de exposición el menor crecimiento en comparación con el control y los demás tratamientos. Además, se da a notar que diferencias significativas al comparar valores de medias entre los tratamientos con 45 min-2.5mT, 30 min-3.7mT, 30 min-2.5 mT y 15 min-2.5mT frente al control.

3.3.5.3.3. Resultados germinación de semillas de fresa

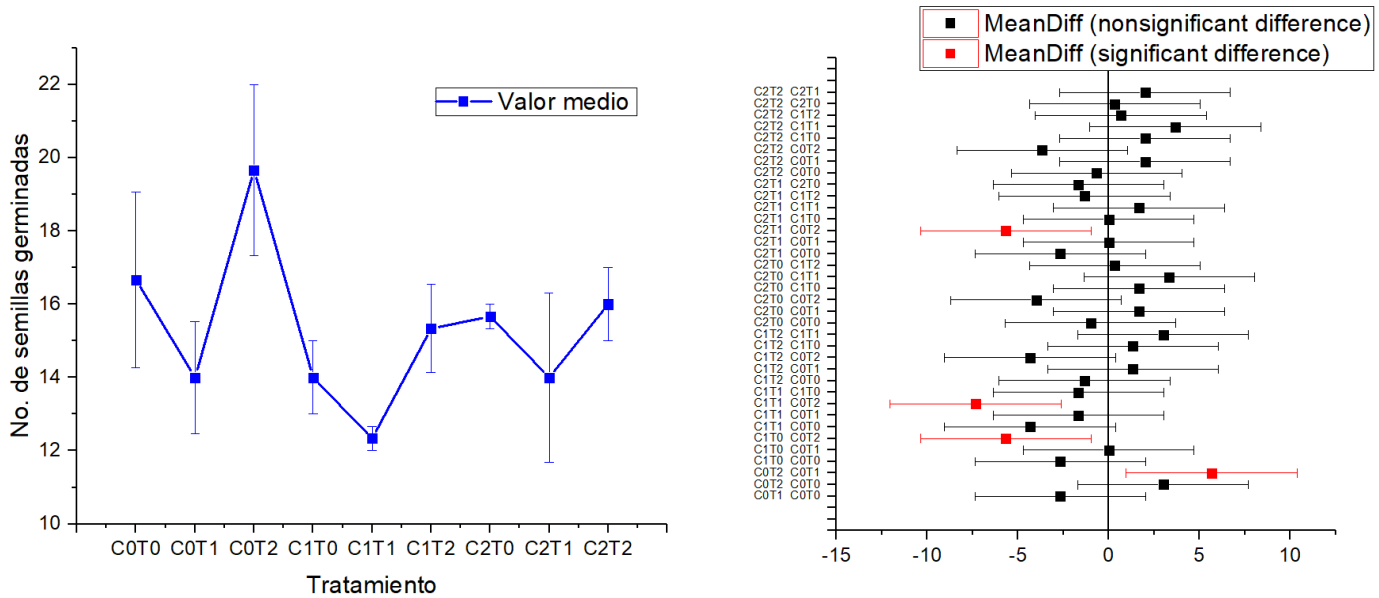


Figura 3.30. Germinación de semilla de fresa a) Valores medios de número de semillas germinadas entre tratamientos aplicados. b) Comparación de medias entre los tratamientos.

En la Figura 3.30. se observó una tendencia de crecimiento mayor en el tratamiento C0T2, a una intensidad de campo de 3.7mT con 30 min continuos de exposición al campo magnético. Existen diferencias significativas al comparar valores de medias entre los tratamientos con 3.7mT 30 min-2.5mT 45 min, 3.7mT 30 min-2.5mT 30 min, 3.7mT 15min.

Capítulo 4. Discusión general, conclusiones, perspectivas futuras y beneficio social

4.1 Discusión general

Durante la presente investigación se trabajó con la propuesta de una metodología transdisciplinaria de acuerdo con Hernández (2018), la cual constó de 4 fases. En la fase 1 se utilizó una visión holística, con diversos recursos que ayudaron al correcto empleo y respuesta de la población investigada, de esta manera se seleccionó y definió la situación actual del sistema con el que se iba a trabajar, definiendo el problema principal de la región y obteniendo variables específicas con las que posteriormente se iba a trabajar. Para continuar mejorando diversos puntos de la investigación se procedió a trabajar con la Fase 2, una investigación hecha hacia el sujeto que investiga con el propósito de analizar su ventajas y desventajas a trabajar para desarrollar más su potencial como investigador. Teniendo las bases de la investigación en la Fase 1 y reconociendo los problemas a mejorar del sujeto que investiga en la Fase 2 se prosiguió a la fase experimental Fase 3 en la que el problema seleccionado se evaluó y se logró obtener una solución factible de manera académica y en apoyo a la sociedad.

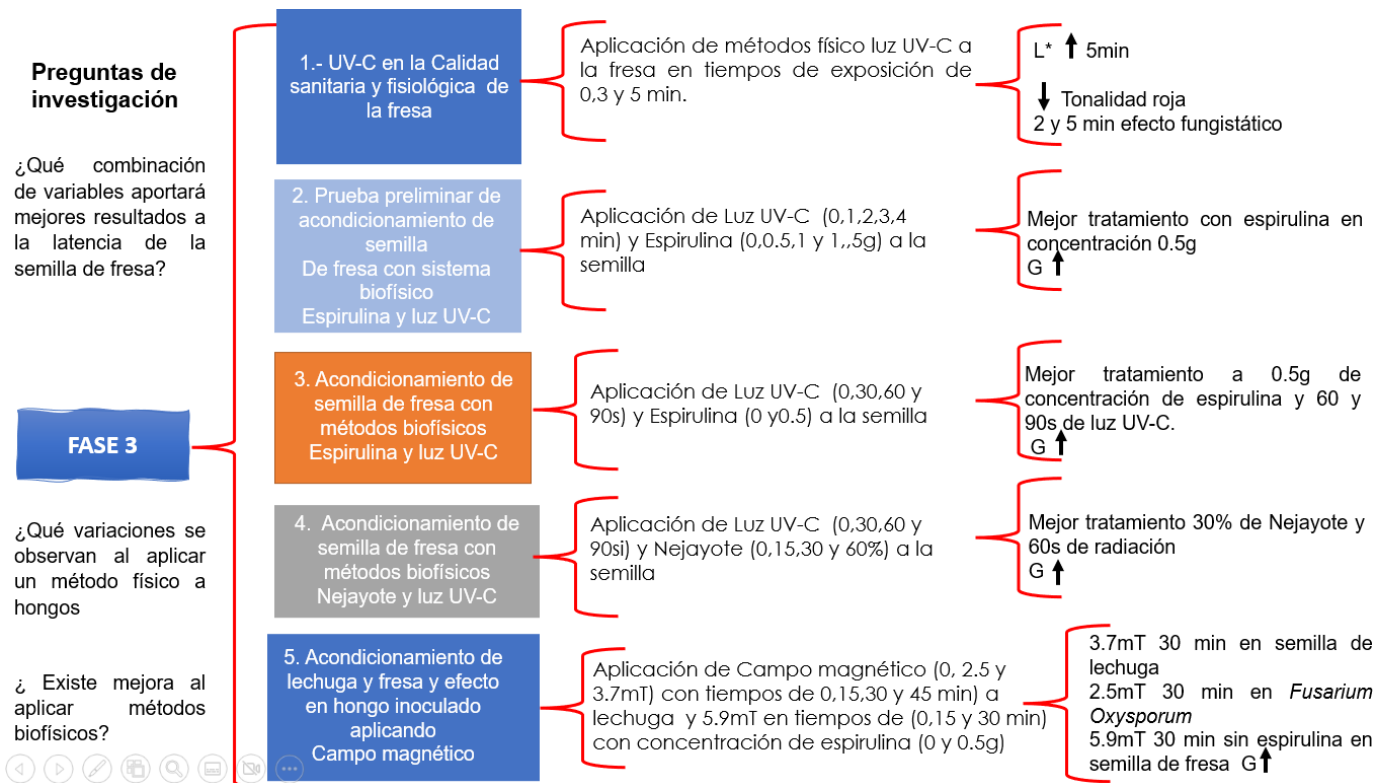
En la Fase 1 se desarrollaron actividades de investigación, la primera actividad fue una investigación de campo, en la que se analizó, evaluó diagnosticó y finalmente se eligió el principal problema a trabajar en el municipio de Villa Guerrero, Edo. Méx., se determinó que uno de los mayores problemas a tratar en la región era lograr una mejora en la calidad de cultivo, basándonos principalmente en el problema de germinación y crecimiento de la semilla de fresa al cual se la llama latencia. Por consiguiente, dicho problema también repercute en la situación económica de la región. La siguiente actividad incluyó una revisión de literatura sobre métodos aplicados al problema, en el que se incluyeron diversas bases de datos, dicha revisión permitió conocer que no existen muchos métodos biofísicos

aplicados a las semillas. Además, se hizo evidente el uso de una gran variedad de agroquímicos y sustancias dañinas al medio ambiente por lo que existen pocas investigaciones dirigidas hacia la latencia de la fresa y la sostenibilidad de este sector, además, estos problemas ambientales pueden dar lugar a efectos negativos en la salud debido a la exposición de agroquímicos.

La Fase 2 fue una investigación realizada al sujeto que investiga, con la finalidad de realizar una evaluación de las ventajas y desventajas a trabajar para lograr una mejoría enfocada sobre todo a la investigación, que de manera secundaria también mejora la visión general de la vida. Esta fase incluyó un cuestionario de 34 preguntas de Gallup en el que de manera tanto individual como las personas cercanas al investigador lo realizan, calificando las cualidades que se poseen. Con esto se logró dar una visión más amplia sobre el problema, ya que, cada persona da su perspectiva de acuerdo con las vivencias que ha tenido con el sujeto investigador, así como también la evaluación en diferentes tiempos logró ampliar la visión sobre la persona que se era antes, durante la investigación y que se pretendía ser en el futuro. Finalmente, estos resultados se unieron en un análisis FODA estratégico, sintetizando los puntos prioritarios a trabajar y los que ya se tienen para realizar una investigación. El investigador no es un ser omnisciente, ya que tiene diversas características, entre ellas el ser humilde, ser capaz de transgredir y abrirse a la idea del cambio constante, manteniendo bases, moral y valores fuertes.

Durante la Fase 3, se fue incorporando el conocimiento previo adquirido sobre el problema a trabajar de la región seleccionada, conociendo la calidad sanitaria y fisiológica de la fresa. Estos resultados nos dan una idea sobre la cantidad y tipo de hongo que contiene esta fruta en la región, así como el efecto fungistático que tiene la Luz UV-C en el alimento. Posteriormente se evaluó la germinación de la semilla utilizando estimulantes biofísicos, variando el tiempo y/o la cantidad de cada estimulante, para esto se utilizó Luz UV-C, Espirulina y Nejayote, además se varió el tipo de semilla utilizada, teniendo semilla extraída por medio mecánico, comprada en el mercado, semilla comercial y semilla de la región de Villa Guerrero. Cada experimento proporcionó diversos resultados, debido a las variaciones hechas en

cada uno, así se pudo conocer que la germinación varía de acuerdo con el tiempo de almacenamiento de la semilla, el tiempo de radiación y la cantidad de bioestimulantes agregada. Se debe tener en cuenta que un sistema biológico tiene muchas variantes de acuerdo con el clima, el tipo de suelo, las enfermedades, el año, la forma de siembra, incluso con el mismo agricultor, estas pequeñas variantes determinan el crecimiento y calidad final del alimento.



Actividad 1, fase 3. Luz UV-C en la calidad sanitaria y fisiológica de la fresa.

Los productos alimentarios mínimamente procesados son mayormente susceptibles a microorganismos y una corta vida de anaquel, haciéndolos más susceptibles a perder su calidad higiénico-sanitaria (Lobo y González 2006). El alto carácter perecedero de las frutas, el mal manejo postcosecha y uso de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento inadecuadas, se traduce en elevadas pérdidas alimentarias durante su comercialización y distribución en los mercados (Rivera Pastrana *et al.* 2007). Estos problemas nos llevaron a realizar la actividad 1 donde se aplicó radiación de UV-C a la fresa para evaluar el efecto que tenía en su

calidad sanitaria. De acuerdo con los resultados dados, obtuvimos que al aplicar luz UV-C disminuía la tonalidad roja del alimento, ya que la fresa es fácilmente penetrable por las longitudes de onda de la luz UV-C varios milímetros debido a su alta cantidad de agua (± 89.6) debido a su transparencia (Choudhary y Bandla, 2012). Estudios afirman que el color o la turbidez de un alimento determina el coeficiente de absorción óptica de manera directamente proporcional (Guerrero y Barbosa, 2004). También se observó el hongo *Alternaria* ssp., que, en tiempos de 2 y 5 min de exposición a luz UV-C hubo un efecto fungistático en la fresa, logrando disminuir la cantidad microbiológica al no madurar los conidios. Activando directamente la respuesta de defensa del tejido del alimento, atribuyendo una progresión más lenta de la enfermedad (Nigro F *et al.*, 2000). Los rayos UV-C activan la respuesta de defensa de la fresa a lo largo de inducción de la expresión de genes de proteínas que se relacionan con la patogénesis (Jin *et al.*, 2017).

Actividad 2 y 3, fase 3. Acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos luz UV-C y espirulina.

De acuerdo con los datos expuestos sobre los sistemas biofísicos en la latencia de la semilla de fresa, se observó un comportamiento de germinación mayor con la cantidad de 0.5g de espirulina durante la prueba preliminar. Durante la fase de acondicionamiento se obtuvieron resultados en donde 0.5g de espirulina, 60 y 90s de exposición a luz UV-C disminuye la latencia y aumenta la germinación de las semillas. Uno de estos beneficios lo proporciona la cianobacteria (espirulina), debido a los compuestos activos de contiene el alga, como las hormonas de crecimiento, auxinas, citoquininas, betaínas y giberelinas (Hamed *et al.*, 2018; Khan *et al.*, 2009; Hernández Herrera *et al.*, 2014; Hernández Herrera *et al.*, 2016; Tuhy *et al.*, 2013; Gebser *et al.*, 2013; Al- Maliki *et al.*, 2019). La espirulina, puede servir como una fuente de defensa de plantas ya que contienen una serie de sustancias que permiten realizar esta actividad (Das *et al.*, 2019; Hamed *et al.*, 2018; Khan *et al.*, 2009). Se ha demostrados que la presencia de algunos compuestos en los extractos de algas puede estimular e inhibir la germinación de las semillas dependiendo de la saturación de los compuestos del alga dentro de la célula de la

semilla y de esta manera explicar esta diferencia (Hernández-Herrera *et al.*, 2019). En cuanto a la radiación de luz UV-C, el tiempo de exposición en el que germinaron, comprende las longitudes de onda de 200 a 280 nm. Aplicada en semillas de fresa demostró ayudar al rompimiento de la latencia ya que las plantas utilizan la radiación electromagnética para ajustar su crecimiento y desarrollo (Kami *et al.*, 2010), utilizando proteínas para crear una conexión entre el estímulo ambiental y las respuestas fisiológicas como el rompimiento de la latencia y la velocidad de germinación (Magliano y Casal, 2004).

4.2. Conclusiones

Se presentan las conclusiones obtenidas en el presente trabajo, de acuerdo con los resultados obtenidos durante el proceso de la investigación, con un enfoque transdisciplinario.

Conclusiones por objetivo

Objetivo específico 1.

Durante la actividad 1 se logró describir, seleccionar y focalizar el problema de la región en el municipio de Villa Guerrero, Edo. Méx., esto requirió la participación de los interesados, en la que se utilizaron métodos como el enfoque dialógico, cuidando y modificando la lógica de las relaciones que necesariamente estuvieron basadas en el reconocimiento por medio de distintos valores como la confianza, la igualdad, y diversidad, en el cual conocimos la manera, el tiempo y el espacio de sembrar y cosechar la fresa. La selección y focalización del problema se realizó mediante lluvia de ideas y jerarquización analítica en el que con un 45% de relevancia se concluyó que la calidad del cultivo era uno de los principales problemas de la región. Basándonos en la respuesta anterior se comenzó con la revisión de literatura, con un total de dos buscadores utilizados y dos filtros un total de 11 artículos, mostrando que, en diversos casos la Luz UV-C mejora la germinación, la calidad de los cultivos y sus nutrientes, además, emplean métodos físicos y químicos en su mayoría.

Objetivo específico 2.

Al analizar al sujeto investigador mediante el cuestionario de Gallup y el análisis FODA estratégico se concluyó que, existen valores internos y externos como el ser analítico, el liderazgo, las creencias, ser estratégico que han sido más trabajados por lo que son un fuerte impulso para lograr los objetivos esperados, sin embargo, también existen valores negativos que hay que seguir trabajando para mejorar como lo son la tolerancia, paciencia y el trabajo en equipo, en el que se obtuvo menor calificación y se espera que, mediante el trabajo continuo en un futuro se logre la mejoría de cada punto analizado tanto como para la investigación, como de manera personal.

Objetivo específico 3

Al evaluar la calidad sanitaria y fisiológica a la fresa del municipio de Villa Guerrero, Estado de México y analizar los cambios físicos y microbiológicos mediante Luz UV-C, mediante diferentes parámetros se dio a notar que, el hongo encontrado durante la prueba fue *Alternaria spp.*, además la Luz UV-C fue un parámetro que nos indicó el nivel de madurez de la fresa mediante el color, así como presentar la observación de que al aumentar el tiempo de radiación existen cambios en el color de la fresa lo que indica cambios estructurales internos. En un tiempo de radiación de 2 min presentó un efecto fungistático de los hongos de la fresa, ya que retarda el crecimiento del hongo, así como evita su total madurez.

Objetivo específico 4.

Siendo este objetivo el más estudiado durante este proceso de investigación, se evaluaron los cambios en la germinación de la semilla de fresa mediante el efecto de bioestimulantes biofísicos (espirulina, nejayote y Luz UV-C). Exponiendo a partir del experimento 1, que 0.5g de espirulina actuaba como estimulante en la germinación de la fresa. Determinando el nivel de espirulina se continuó con los siguientes experimentos obteniendo una similitud en los resultados con un tiempo de radiación de 30s en el que encontramos una mayor cantidad y constante crecimiento durante los experimentos. En el experimento donde se varió el nivel de

radiación y nejayote, la variación de 90s de Luz UV-C obtuvo mejores resultados, con el 43.83 % de germinación, menor que al utilizar espirulina, se ha notado una mejoría en la calidad del crecimiento de la plántula y un bajo crecimiento de hongos en cada repetición. Finalmente se observó que, la germinación de las semillas depende del método y el tiempo de almacenamiento de la semilla, a mayor almacenamiento, la latencia aumenta y existe menor cantidad de germinación, además, al utilizar bioestimulantes existe una mayor germinación y calidad en las plántulas, ya que, en los tratamientos control donde no hubo ninguna estimulación externa las germinaciones fueron muy pocas y de mala calidad ya que en días siguientes la plántula no logró mantenerse viva.

Beneficio Social

Como parte del beneficio social se realizó un infograma en el cual los agricultores de la región, o cualquier persona interesada en el tema logre cultivar fresas a partir de la germinación de la semilla, este infograma apoya el conocimiento de nuevo métodos de aplicación y beneficia las regiones de escasos recursos donde una caja de plántulas tiene un costo muy elevado.

CULTIVAR FRESA A PARTIR DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS

¿QUÉ SE NECESITA?

Para lograr el cultivo a partir de la germinación de las semillas se necesita lo siguiente:

1.- Extracción de las semillas de fresa a partir de su propia cosecha

- Se separa la capa externa de la fresa cortándola con un cuchillo, la cual contiene a la semilla.
- Estas capas se agregan en la licuadora, en la que, a velocidad baja en tiempo de 10 segundos se logra separar las semillas de la parte carnosa del fruto.
- Las semillas se filtran en un colador colocando papel de cocina dentro del colador, retirando el exceso de agua y restos de fresa.
- Posteriormente se deja secar la semilla, cuidando que no se exponga a insectos como las moscas que pueden afectar el trabajo.



2.- Aplicación de métodos ecológicos para mejorar la germinación de la semilla de fresa

¿ QUÉ ES LA ESPIRULINA?

La espirulina es un alga unicelular de tonalidades azules, la cual tiene propiedades benéficas tanto para la salud humana como para la germinación de la semilla de fresa.

¿ CÓMO LA PUEDO OBTENER?

Esta se puede encontrar en venta en forma de polvo o cápsulas en los supermercados o comercios naturistas.

¿ QUÉ ES LA LUZ UV-C?

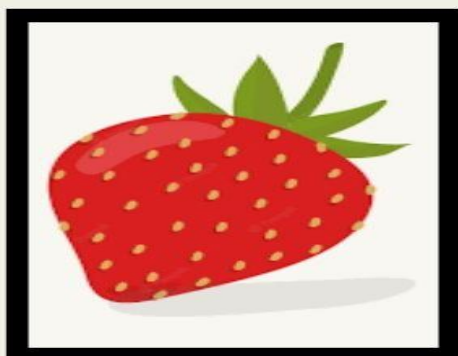
La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación emitida por el sol las cuales no nos llegan a nosotros gracias a la capas protectoras que tiene el planeta. también se encuentra de manera artificial como en lámparas o camas bronceadoras. Esta luz nos permitirá ayudar a germinar en menor tiempo la semilla de fresa.

¿ CÓMO LA PUEDO OBTENER?

Las lámparas UV-C se pueden comprar en supermercados, ferreterías e incluso de venta por internet.

Sabiendo que es lo que vamos a utilizar y donde los podemos obtener.

- Se continua con el proceso en el que las semillas se van a colocar debajo de la lámpara UV-C durante 60-90 segundos, terminando este periodo se sacan las semillas y se colocan con la lámpara de luz UV-C se van a colocar en un vaso con 50 mL de agua preferentemente purificada 0.5g de espirulina se van en esa solución durante 1 hora.
- Al terminar este tiempo finalmente se siembran las semillas esperando un tiempo de 15-20 días para su germinación y crecimiento de la plántula.



Referencias

- Alpert P. (1996). Nutrient sharing in natural clonal fragments of *Fragaria chiloensis*. *Journal of Ecology* 84:395-406.
- Alsina L. (1984). Cultivo de fresas y fresones. SINTES. Barcelona
- Al-Maliki S, Adnan A, AL-Mammory KAAH, Almoslimawi AA.(2019). Effect of Ascophyllum Extract and Water Stress on Soil Biological Properties and Growth of Onion Allium Cepa L. *Indian Journal of Ecology.*;46(4):796–802.
- AOSA.(1983). Seed Vigor Testing Handbook. 1st Edition, AOSA, East Lansing, 88.
- Amaro *et al.*(2017). Situación actual de hongos asociados a la secadera de la fresa (*Fragaria×ananassa* Duch.) en Guanajuato, México. *Agrociencia.* 51(6):673-681
- Bacon, F.(1627). The New Atlantis. 11° ed. Editado por W. Fishburne. Project Gutenberg
- Barreiro Mallón. (2012). Familia y evolución demográfica en Asturias. *Ohm : Obradoiro De Historia Moderna*
- Basra, A. (1995). Seed quality; basic mechanisms and agricultural implications. Basra, A. S. (ed.) Food Products Press. Preface. New York, USA
- Belgin E., Ibrahim E. (2013). Far infrared and ultraviolet radiation as a combined method for Surface pasteurization of black pepper seeds. *Journal of Food Engineering, Elsevier.*310-314 pp.
- BERTALANFFY, Ludwig von, 1987 Teoría general de sistemas. Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- Besnier, R. F. (1989). Semillas: biología y tecnología. MundiPrensa. Madrid, España. 637 p
- Bhowmik *et al.* (2010). A potential medicinal importance of zinc in human health and chronic disease. *Int J Pharm Biomed Sci.* 1. 5-11.
- Branzanti E.(1989). La Fresa. Mundi- Prensa. Pp. 64- 76, 83- 89, 94-99, 123, 136- 143, 261- 265.

- Breznik B. *et al.*(2004). The combined effects of elevated UV-B radiation and selenium on Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) habitus. *Fagopyrum* 21:59-64
- Briceño J. *et al.* (2009). *Holism and articulation eith theory generation. Investigación Arbitraria. Venezuela.*
- Bringhurst, R.S. and V. Voth. (1957). Effect of stratification on strawberry seed germination. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70:144-149. Corm, E.E. 1980. Cyanogenic compounds. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31:433-451.
- Bruggink, G.T. *et al.* 1999. Induction of longevity in primed seeds. *Seed Sci. Res.* 9:49
- Castillejo N.,Martínez-Zamora y Artés-Hernández.(2022) Postharvest UV radiation enhances biosynthesis of flavonoids and carotenes in bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 184. Elsevier.
- Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires.(2007).
- Checkland, P. & Scholes, J.. (1999). *Soft Systems Methodology in Action: Including a 30-Year Retrospective.* *The Journal of the Operational Research Society.* 51. 648.
- Da Cruz. (2007). *Etnoecología y desarrollo sostenible. ECODESARROLLO, Bogotá.* Pp: 5-173
- Danon A. y Gallois P.(1998). UV-C radiation induces apoptotic-like changes in *Arabidopsis thaliana*. *boratoire de Physiologie et Biologie Moleculaire des Plante.* 131-136 pp.
- Darrow G. (1996). *The strawberry. History, Breeding and phusiology.* The New England Institue for Medical Research U.S.A. 447 pp.
- Das P, Khan S, Chaudhary AK, AbdulQuadir M, Thaher MI, Al-Jabri H. (2019) Potential Applications of Algae-Based Bio-fertilizer. In: *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment.* Springer. p. 41–65.
- Díaz-Eliseche C. y Brassel R.O. (2008). Diferentes proporciones de mezcla de un sustrato comercial con un sustrato casero sobre la germinación de tomate (*Lycopersicum sculentum* Mill) híbrido «KOMBAT» y maíz (*Zea mays*) tipo chipa. *Investig. Agrar.* 10 (1), 65-69.

- Doebley J. (2004). The genetics of maize evolution. *Annu Rev Genet* 38: 37-59. Annual review of genetics. 38. 37-59.
- Domínguez, M. (2010), “La comunicación no verbal como herramienta fundamental en los discursos orales de los profesores”
- ENA. Encuesta Nacional Agropecuaria (2017).
- Escriva M.(2006). Huerta orgánica. Albatros SACI, Buenos Aires.
- FAO (2021). The state of food security and nutrition in the world. Safeguard against economic slowdowns.
- Faickney A.(1953). Brainstorming
- Flores y Mora. (2010). Fresa (*Fragaria X ananassa* Duch.) Producción, manejo y poscosecha. Corredor Tecnológico Agroindustrial Bogotá y Cundinamarca y Cámara de Comercio de Bogotá. Pp. 114.
- Garcia Cristobal *et al.* (2015). Priming of pathogenesis related-proteins and enzymes related to oxidative stress by plant growth promoting rhizobacteria on rice plants upon abiotic and biotic stress challenge. *Journal of Plant Physiology*. 188
- Gallup.(2022). Clifton Strengths Solutions
- Galván G *et al.*, (2008) *Lechuga, Cultivos de hoja. Facultad de agronomía*
- Garrafa V. Multi-inter-transdisciplinarietà, complejidad y totalidad concreta en bioética. (2004).
- Gebser B, Pohnert G. (2013). Synchronized regulation of different zwitterionic metabolites in the osmoadaptation of phytoplankton. *Marine drugs*. ;11(6):2168–82.
- Gepts P.(2004) Crop domestication as a long-term selection experiment. In: *Plant Breeding Reviews*. J Janick (ed). Vol 24 Part 2. John Wiley & Sons. New York. pp:1-44.
- Gibbons, M.*et al.*(1994). The new production of knowledge: The dynamics of science and researchs in contemporary societies, *Contemporary Sociology*.
- Gilligan, C. A. 2008. Sustainable agriculture and plant diseases: an epidemiological perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society*

B 363:741–759. Glen, M., A. C. Alfenas, E. A. V. Zauza, M. J. Wingfield, and C. Mohammed. 2007.

- Gorbea, S. y Russell, J. (2015). Conceptualización, tratamiento y representación de la información y los datos en la metría de la información y del conocimiento científico. En J.O., Ríos, y C.A.V Ramírez (Eds.), *La información: perspectivas bibliotecológicas y distinciones interdisciplinarias* (pp.185-204). México: México: UNAM, Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información
- Godlewska B.R., Harmer C.J.(2021). Cognitive neuropsychological theory of antidepressant action: a modern-day approach to depression and its treatment. *Psychopharmacology* 238, 1265–1278
- Hamed SM, El-Rhman AAA, Abdel-Raouf N, Ibraheem IB. (2018) Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. ;7(1):104–10.
- Hancock J.(1999) Strawberries. *Crop Production Science in Horticulture* 11. CABI Publishing/CAB International, New York.237pp.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1988). *Propagación de Plantas*. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 760 pp. Kemp, 1975.
- Hegazi, M.,Attia, Z., Ashou. (2010). Oxidative stress and antioxidant enzymes in liver and white muscle of Nile tilapia juveniles in chronic ammonia exposure. *Aquat. Toxicol.* 99 (2), 118–125.
- Hemphill R, Martin LH. (1991). Microwave oven-drying method for determining soluble solids in strawberries. *HortScience* 27: 1326.
- Henle, K., D. Alard, J. Clitherow, P. Cobb, L. Firbank, T. Kull, D. McCracken et al. 2007. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe – a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 124:60–71.
- Henry, E.M. (1935). The germination of strawberry seeds and the technique of handling the seedlings. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 32431- 433.

- Hernández-Aguilar *et al.* (2020). Characterization of Bean Seeds, Germination, and Phenolic Compounds of Seedlings by UV-C Radiation. *Journal of Plant Growth Regulation*, Springer Verlag, 2021
- Hernández C *et al.*(2013). Biophysical methods and engineering: transdisciplinary systemic perspective, *Ingeniare.Revista chilena de ingeniería* 3,21,pp308-310.
- Hernández-Herrera RM, Santacruz-Ruvalcaba F, Hernández-Carmona G.(2019). Germination and seedling growth responses of tomato *Solanum lycopersicum* L. to seaweed extracts applied on seeds. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal.*;10(1):28–44.
- Hernández-Herrera RM, Santacruz-Ruvalcaba F, Zañudo-Hernández J, HernándezCarmona G.(2016). Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of applied phycology.* ;28(4):2549–60.
- Hernández-Herrera RM, Santacruz-Ruvalcaba F, Briceño-Domínguez DR, Di FilippoHerrera DA, Hernández-Carmona G.(2018) Seaweed as potential plant growth stimulants for agriculture in Mexico. *Hidrobiológica.*;28(1):129–40.
- Hill, T. and Westbrook, R. (1997) SWOT Analysis: It's Time for a Product Recal. *Long Range Planning*, 30, 46-52.
- Humphrey A. (2004). Entrevista personal con Albert Humphrey, creador del modelo FODA. EE.UU. August
- International Seed Testing Association (ISTA). (1996). International rules for seed testing. *Seed Sci. Tech.* 24 (suppl): 243 pp.
- Ippolito J.A., Barbarick K.A., Paschke M.W. y Brobst R.B. (2010). Infrequent composted biosolids applications affect semi-arid grassland soils and vegetation. *J. Environ. Manage.* 91 (5), 1123-1130.
- ISTA. (2004). International Seed Testing Association. *Técnicas para evaluar la germinación, vigor y calidad de la semilla.* Zurich, Switzerland. 243 p.

- Jaenicke D. y Smith B. (2006). "An cient ADN and integration of archaeological and genetic approaches to study of maize domesticaction". In: Staller J, Tykot R, Benz B (eds.). Histories of maize. Academic Press, San Diego. pp 83-95.
- Jiménez-Y. (2008). Integración de los Mercados Hortofrutícolas entre México y los Estados Unidos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California.
- Jin, P., Wang, H., Zhang, Y., Huang, Y., Wang, L., & Zheng, Y. (2017). UV-C enhances resistance against gray mold decay caused by *Botrytis cinerea* in strawberry fruit. *Scientia Horticulturae*, 225, 106-111.
- Kaur *et al.* (2005). Flotation-cum-sedimentation system for skin and seed separation from tomato pomace. *J. Food Eng.*, 71 (4): 341-344
- Khaleelulla S.(1982) Counterexamples in Topological Vector Spaces, Springer Berlin, Heidelberg. 184pp.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, et al. (2009) Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation.*;28(4):386–399.
- Kizheva *et al.*(2021). Broad host range bacteriophages foun in rhizosphere soil of a healthy tomato plant in Bulgaria, Heliyon,Cell Press.
- Koinange EMS, Singh SP, Gepts P. (1996).Genetic control of the domestication syndrome in common bean. *Crop Sci* 36:1037–1045
- Lyer, C. P. A., E.K. Chacko y M.D. Subramaniam. (1979). Ethrel for breaking dormancy of strawberry seeds. *Curr. Sci.* 39:271-272
- López-A., Pliego-A., López-N.,Barceló-M. (1994). Micropropagation of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Effect of mineral salts, benzyladenine levels and number of subcultures on the in vitro and field behavior of the obtained microplants and the fruiting capacity of their progeny. *Journal of Horticultural Science* 69: 625-637
- Magliano, T. A. and J. J. Casal. (2004). Pre-germination seed-phytochrome signals control stem extension in dark-grown *Arabidopsis* seedlings. *Photochem. Photobiol. Sci.* 3(6):612-616.

- Mata-Ramirez, Serna-Saldivar y Antunes-Ricardo. (2019). Enhancement of anti-inflammatory and antioxidant metabolites in soybean (*Glycine max*) calluses subjected to selenium or UV-light stresses. *Scientia Horticulturae* 257, Elsevier.
- Martínez M. (2009). Hacia una Epistemología de la Complejidad y Transdisciplinariedad. *Utopía Y Praxis Latinoamericana*, 14(46). pp.11-31
- Melde, Wiacek y Braun. (2016). Physical decontamination of lupin (*Lupinus angustifolius*) protein isolates, seed and flakes: Effects on microbiological status and micellar protein yield. *Food Science and Technology*. 651-656 pp.
- Mexicana, N. NMX-FF-062-SCFI-2002. (2002). *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Fruta fresca. Fresa (Fragaria x ananassa, Dutch). Especificaciones y método de prueba.*
- Mishra, U., & Pabbi, S. (2004). Cyanobacteria: A potential biofertilizer for rice. *Resonance*, 9 (6), 6- 10.
- Moreno Nancy P. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. Primera edición. Editorial Continental, pp. 151, 152.
- Morin, E. (1980). *El Método II. La vida de la vida*. Paris: Seuil.
- Morin E. (1992). From de concept of sustem to the paradigm of complexity, *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 15(4), pp.371-385
- Nakamura, S. (1972). Germination of strawberry seeds. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 41:367-375.
- Nath T.N. (2014). Soil texture and total organic matter content and its influences on soil water holding capacity of some selected tea growing soils in Sivasagar, District of Assam, India. *Int. J. Chem. Sci.* 12 (4), 1419-1429.
- Nawkar, G. M.; Maibam, P.; Park, J. H.; Sahi, V. P.; Lee, S. Y. and Kang, C. H. (2013). UV-induced cell death in plants. *Int. J. Mol. Sci.* 14(1):1608-1628.
- Nawrocka J., Szczech M., Małolepsza U. (2017). *Trichoderma atroviride* enhances phenolic synthesis and cucumber protection against *Rhizoctonia solani*. *Plant Prot. Sci.* 54, 1–7.
- Neergaard, P. *Seed pathology*. New York: John Wiley, 1977. 839p.

- Nicolescu B., Morin E. y de Freitas, L. (1994). Character of transdisciplinarity, in First World Congress on transdisciplinarity, Convento De Arrabida, Portugal.
- Nicolescu, B. (1996). La transdisciplinariedad. Manifiesto. Mónaco: Rocher
- Nigro, F., Ippolito, A., Lattanzio, V., Di Venere, D., & Salerno, M. (2000). Effect of ultraviolet-C light on postharvest decay of strawberry. *Journal of Plant Pathology*, 29-37.
- Nowotny, H., Scott, P. y Gibbons, Kami M. (2003). The new production of knowledge, pp179-194
- Oliveira A.K.M., Alves S., Santos J. y Braga J.M. (2015). Temperature and substrate influences on seed germination and seedling formation in *Callisthene fasciculata* Mart. (Vochysiaceae) in the laboratory. *Rev. Árvore* 39 (3), 487-495.
- Osman M., et al., (2016). Donor efficacy in fecal microbiota transplantation for recurrent *Clostridium difficile*: evidence from a 1,999-Patient Cohort. In *Open Forum Infectious Diseases* (Vol. 3, No. suppl_1). Oxford University Press
- Papamichalaki M., Papadaki A. y Tzortzakis N. (2014). Substitution of peat with municipal solid waste compost in watermelon seedling production combined with fertigation. *Chilean J. Agric. Res.* 74 (4), 452-459
- Patiño, F *et al.ista* (1983). Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 pp.
- Parfitt J., Barthel, Macnaughton. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Phil Trans. R. Soc. Biological Sciences*. Pp: 3065-3081.
- Pérez y Setién. (2008) The interdisciplinarity and transdisciplinarity in sciences; A glance to bibliologic-informative theory. ECIMED. Habana, Cuba 8 8 pp.
- Pinto A., Freitas G., Gonçalves N., Flávio de Freitas Ramos H. y Silva I. (2012). Test germination of corn seeds in different environments. *Applied Research and Agrotechnology* 5 (3), 17-26.

- Prigogine, I. y Stengers, I. (1997). La nueva alianza, metamorfosis de la ciencia. Madrid: Alianza. Wallerstein, I. 2005. Las incertidumbres del saber. Barcelona: Gedisa
- PROEXANT (Promoción de Exportadores no Tradicionales, EC). (2004). Manual de frutilla (en línea). Ecuador.
- Riquelme M.(2016). FODA: Matriz o Análisis FODA- Una herramienta esencial para el estudio de la empresa
- Robles.(2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico, Cuicuilco vol.18. INAH. pp-39-49
- Varela S.A., Arana V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. INTA EEA Bariloche. Varela S.A y Aparicio, A(eds.). 1-10
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018).
- Saaty, T. L. (1980). Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process. New York: McGraw Hill
- Scott, D.H. and A.D. Draper. (1967). Light in relation to seed germination of blueberries, strawberries, and Rubus. HortScience 2: 107– 108.
- Scott, D.H. and D.P. Ink. (1948). Germination of strawberry seed as affected by scarification treatments with sulfuric acid. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51:299-300.
- Sears, Zemansky, Young, Freedman. Física Universitaria, Vol. I y II, Pearson, 1999.
- SEMARNAT (2002). Norma Oficial Mexicana NOM004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 15 de agosto de 2003.
- Sharma B., Sarkar A., Singh P. y Pratap R. (2017). Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant grown. Waste Manag. 64, 117-132.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020).

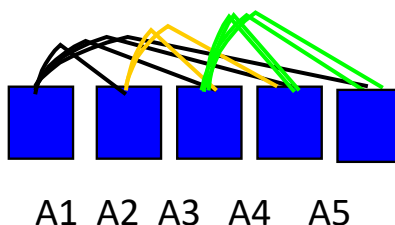
- Sidibé A *et al.*(2021). Preharvest UV-C affects lettuce resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *Vitians* and quality. *Scientia Horticulturae*.Elsevier.
- Singh, D *et al.* (2016). Recent amplification of the North American winter temperature dipole. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, no. 17, 9911-9928,
- Singh R.P. y Agrawal M. (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Manag.* 28 (2), 347-358.
- Soto-M.(2020). La agricultura: el motor de nuestra economía.Transferencia Tec.
- Toledo, V.M. y Barrera-Bassols. (2008). La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de los saberes tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial.
- Thomas T.T. y Puthur J.(2017). UV radiation priming: A means of amplifying the inherent potencial for abiotic stress tolerance in crop plants.*Environmental and Experimental Botany*.
- Thompson, P.A. (1969). The use of chilling and chemical treatments to promote rapid germination of strawberry achenes. *J. Hort. Sci.* 44:201- 210.
- Tuhy L, Chowańska J, Chojnacka K. (2013). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review. *Chemik.*;67(7):636–4
- Valderrama-Bravo, C., Gutiérrez-Cortez, E., Contreras-Padilla, M., Rojas-Molina, I., Mosquera, J. C., Rojas-Molina, A., Beristain, F., & Rodríguez-García, M. E. (2012). Constant pressure filtration of lime water (nejayote) used to cook kernels in maize processing. *Journal of Food Engineering*, 110(3), 478–486.
- Willan, R. L. (1991). Guía de Manipulación de Semillas Forestales con especial referencia a los Trópicos. Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Estudio FAO MONTES 20/2. 510 pp.
- Wills R. *et al.* (1981). Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. New South Wales University Press Limited, Kensington, Australia. 150 pp.

- Wilson, D., A. Goodall, and J. Reeves. (1973). An improved technique for the germination of strawberry seeds. *Euphytica* 12:362-366
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED) (1987). Our common future. The Brundtland Report. Oxford: Oxford University Press.
- Wang, Y., Zhang, T., Hu, Q. y Tan, C. (2016). Phosphorus source coefficient determination for quantifying phosphorus loss risk of various animal manures. *Geoderma*. 278: 23-31.
- Zárate B.H. (2013). Valorización de subproductos agrícolas y forestales como sustratos de cultivo en e estado de Oaxaca (México). Tesis de Doctorado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España, 405 pp.

Anexo 1.

Pasos para realizar la Jerarquización analítica para la toma de decisiones

A partir de esta decisión se utilizó la siguiente escala para clasificar la importancia, en la cual hubo la participación propia y la de mi asesora. En la que se obtuvieron los siguientes resultados:



Evaluadores (2)

| | | | | | |
|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|
| A1 vs A2 | (3, 3) ; 3 | A2 vs A3 | (7, 7); 7 | A3 vs A4 | (5, 5); 5 |
| A1 vs A3 | (7, 5); 6 | A2 vs A4 | (3, 5); 4 | A3 vs A5 | (5, 3); 4 |
| A1 vs A4 | (7, 3); 5 | A2 vs A5 | (5, 5); 5 | | |
| A1 vs A5 | (3, 5) ; 4 | | | | |

Se continua con el paso 3, tabla de comparación para la jerarquización analítica.

Tabla 1. Tabla de comparación para la jerarquización analítica (Elaboración propia 2021).

| ----- | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A1 | 1 | 3 | 6 | 5 | 4 |
| A2 | 1/3 | 1 | 7 | 4 | 5 |
| A3 | 1/6 | 1/7 | 1 | 5 | 4 |
| A4 | 1/5 | ¼ | 1/5 | 1 | 1/3 |
| A5 | ¼ | 1/5 | ¼ | 3 | 1 |

Se continua con el paso 4 donde los valores anteriores se colocan en una matriz, para posteriormente multiplica los valores de la misma columna en el paso 5 y se sumen entre sí para obtener el valor que los dividirá a cada uno, en el paso 6 se multiplican los valores dados en el paso anterior *100 para finalmente obtener el porcentaje de importancia.

Anexo 2.

Gráficas de la experimentación 3 semilla natural y comercial expuestas a luz UV-C y Espirulina

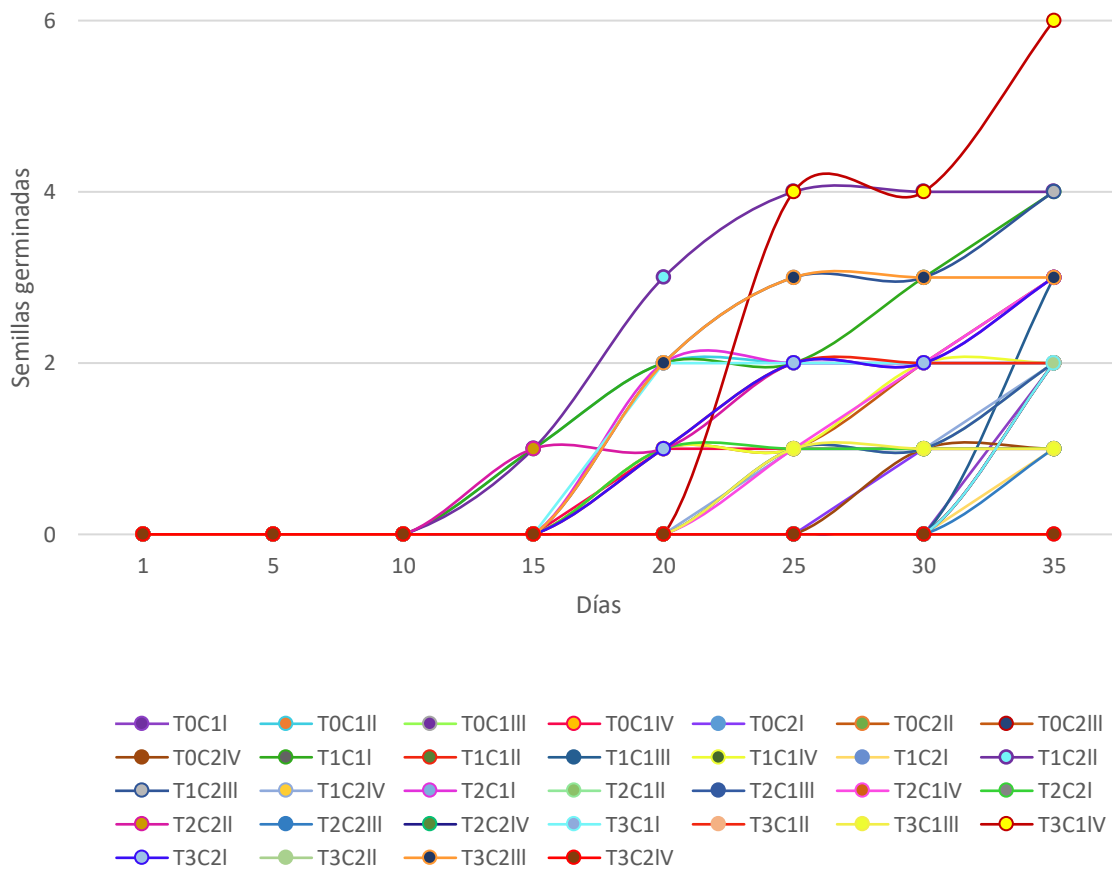


Figura 1. Cantidad de semillas germinadas durante 35 días continuos (Semilla natural) (Elaboración propia,2022)

Gráficas de la experimentación 3 semilla natural y comercial expuestas a luz UV-C y Espirulina

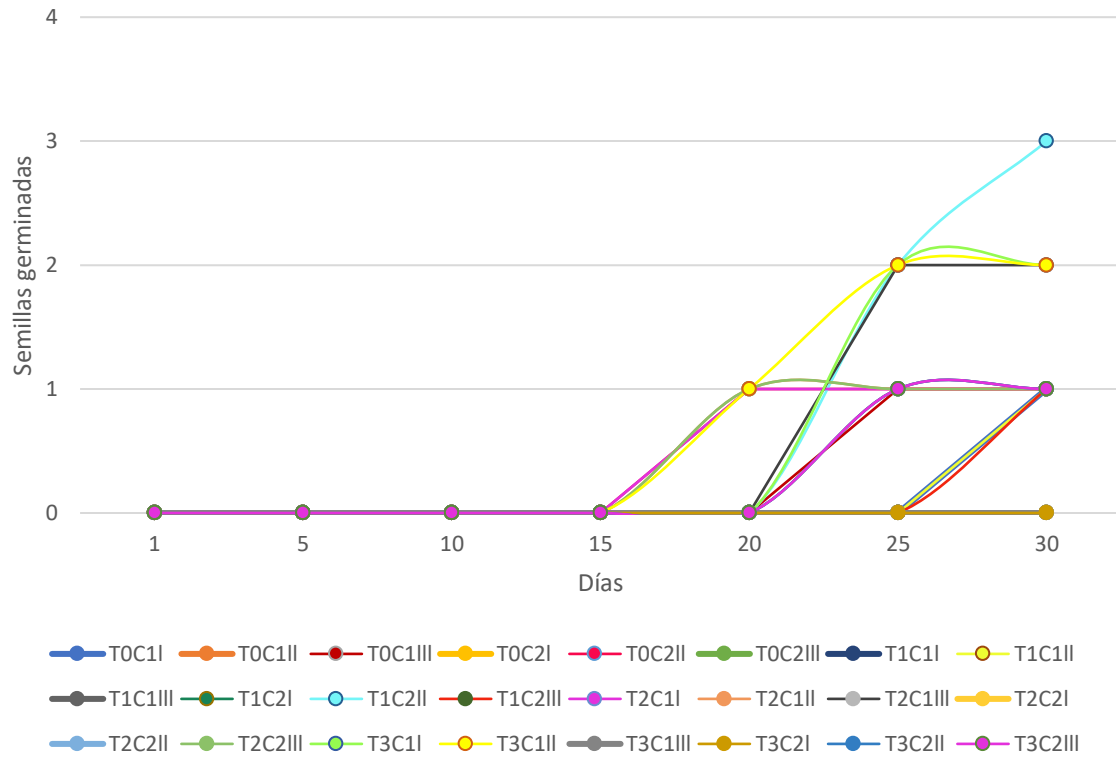


Figura 2. Cantidad de semillas germinadas durante 30 días continuos (Semilla comercial) (Elaboración propia,2022)

Gráfica de la experimentación 4. Nejayote y Luz UV-C aplicada a semilla de fresa

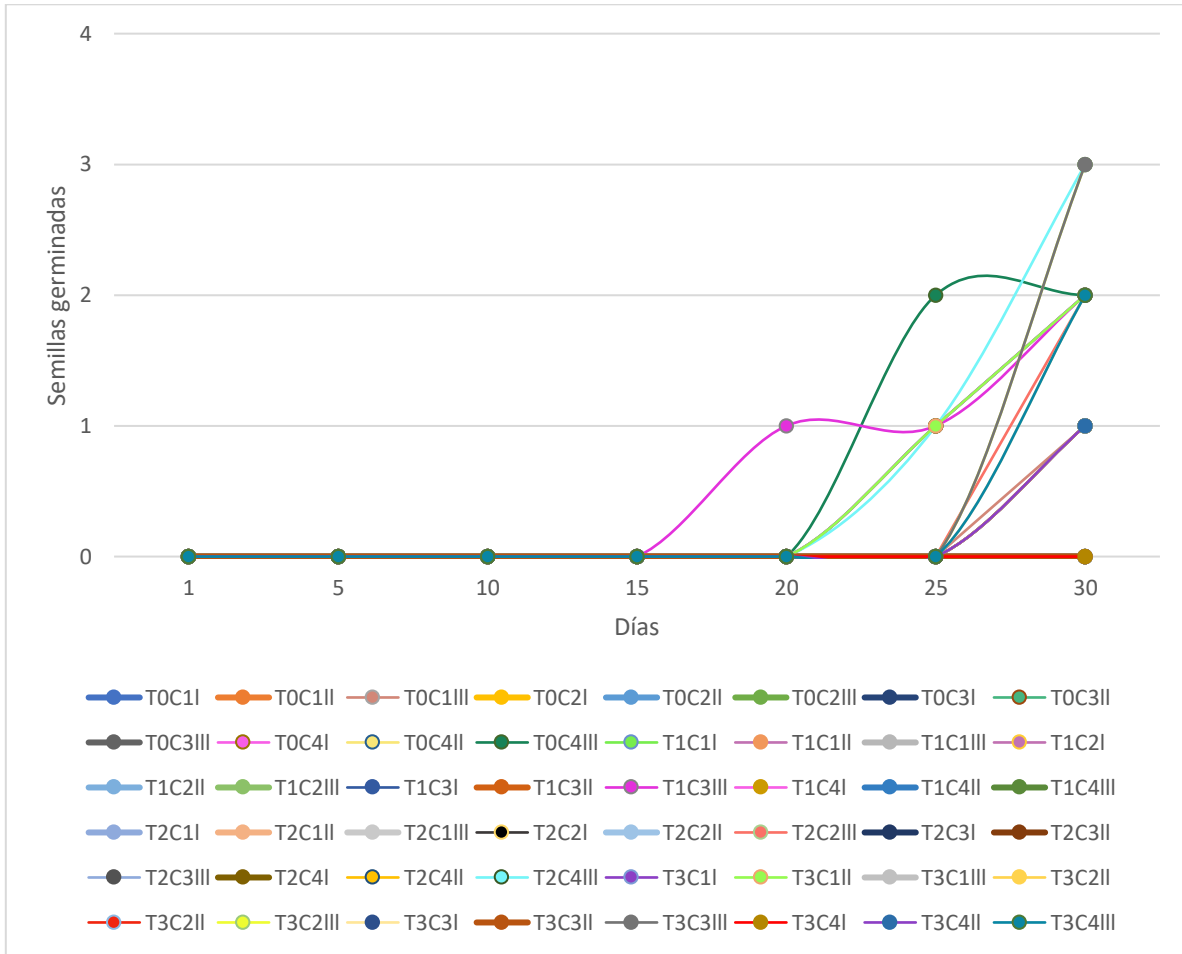


Figura 3. Cantidad de semillas germinadas con Nejayote y Luz UV-C durante 30 días (Elaboración propia, 2022).

Anexo 3. Trabajos de investigación y beneficios sociales, se anexa constancia de congreso. movilidad académica y carta de los agricultores de la zona El ejidal en Villa Guerrero Estado de México

Certificado de participación

Se reconoce a:

D.ª BRENDA K. FRANCO COLIN

La asistencia como **PONENTE (Póster)** en el 4º Congreso Iberoamericano de Magnetobiología, celebrado en la Universidad Politécnica de Madrid los días 2, 3 y 4 de noviembre de 2022

Firma _____ Firma _____

M.ª Victoria Carbonell
Comité Científico-Técnico

Ceferino Maestú
Comité Científico-Técnico

4º Congreso Iberoamericano de **MAGNETO BIOLOGIA**

CTB center for biomedical technology

VICERRECTORÍA DE PROTECCIÓN UNIVERSITARIA

POLITECNICA

INTERNATIONAL CAMPUS OF EXCELLENCE

Ribero ABIOEM

**Carta de aceptación
Movilidad Académica**

Ing. Brenda Katherine Franco Collin
Estudiante de 5to. Semestre
Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas
SEPI-ESIME, ZACATENCO.

Estimada Brenda

Por medio de la presente, me permito informar a usted que ha sido **ACEPTADO** para desarrollar Movilidad Académica, dentro del periodo del 24° de Octubre – 22° de diciembre del 2022. Esta movilidad académica será llevada a cabo en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Esta contribuirá al desarrollo de distintas actividades de investigación de su trabajo de tesis titulado: "Efecto del pre-acondicionamiento de la semilla de fresa mediante sistemas biofísicos: *Arthrospira platensis* y Luz UV-C". Así mismo se espera fortalecer a su formación como investigador. El programa de actividades con los cuales ha sido aceptado se anexa.

Sin más por el momento me despido de usted, para cualquier pregunta o aclaración, esperando se cumplan sus expectativas.

Dra. María Victoria Carbonell Padrino
Universidad Politécnica de Madrid

**CARBONELL
PADRINO MARIA
VICTORIA -
05380551T**

Firmado digitalmente por CARBONELL
PADRINO MARIA VICTORIA - 05380551T
Número de reconocimiento (DN): c=ES,
serialNumber=0CES-05380551T,
givenName=MARIA VICTORIA,
sn=CARBONELL PADRINO,
o=CARBONELL PADRINO MARIA
VICTORIA - 05380551T
Fecha: 2022.09.28 10:15:35 +02'00'

Noviembre de 2021

Constancia de investigación en campo

A quien corresponda.

Mediante esta carta hacemos constar que la señorita Brenda Katherine Franco Colín asistió a la zona de El ejidal en el municipio de Villa Guerrero en el Estado de México.

Realizó una investigación mediante, preguntas y entrevistas a los agricultores de la zona, así como a los comerciantes de fresa sobre la problemática que existe al cultivar fresa, en distintos ámbitos como el social y económico.

Sarahí M.D.

Atte: Sarahí Millán Domínguez