

INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO

**Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de
Tamazunchale SLP**

Tamazunchale, San Luis Potosí a 30 de junio de 2025

Título del proyecto de investigación

Diseño y desarrollo de modelos tecnificados de la producción de café para zonas cafetaleras del
Sur del Estado de San Luis Potosí

Cuerpo académico en formación (CAF): **CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD PARA
PROCESOS Y PRODUCTOS (ITESTAM – CA – 8)**

Línea de investigación que alimenta

1. Diseño de mejora de procesos y productos
2. Innovación en Tecnologías Emergentes y Desarrollo Web

Profesores integrantes del CAF

Nombre del Profesor(a)	División al que pertenece
M.I.T. Yoana Díaz Castillo	Ingeniería en Sistemas Computacionales
M.I.I. Bernardino Ávila Martínez	Ingeniería Industrial
M.S.P. Cinthya Mildred Medina Lerma	Ingeniería Ambiental
M.I.I. Gaudencio Antonio Benito	Ingeniería Industrial

Fecha de Inicio del proyecto: **13/08/2024**

Fecha de Término del proyecto: **22/08/2025**

Área: **Ingeniería y Tecnología**

Disciplina: **Producción Agrícola**

Objetivos

General: Establecer modelos tecnificados para la producción de café en las fases de secado, germinación y crecimiento en vivero para zonas cafetaleras del Sur del Estado de San Luis Potosí, mediante la implementación de TRIZ, QFD, Lean Manufacturing, DOE, IoT, y Normas de Calidad; asegurando las condiciones idóneas de la producción de plantas de café para su adaptabilidad en los terrenos de siembra.

Específicos:

- Diagnosticar la situación actual del café a nivel regional para establecer parámetros de producción en términos de la calidad.
- Establecer las condiciones y características adecuadas de la semilla de café, mediante el secado óptimo a través de un protipado.
- Diseñar e implementar modelos tecnificados para el sistema de germinación de la semilla del café tomando en cuenta los factores controlables y no controlables, haciendo uso de tecnologías alternas para la obtención de chapolas de calidad.
- Diseñar y fabricar un sistema de vivero de plantas de café tomando en cuenta los factores controlables y no controlables, haciendo uso de tecnologías alternas.
- Evaluar, analizar y validar la efectividad de la investigación mediante fundamentos estadísticos de los resultados experimentales encontrados derivado del uso de los modelos tecnificados implementados en las diversas fases de la investigación.

Justificación

Los caficultores de la Zona Sur del estado de San Luis Potosí no tienen las posibilidades financieras de adquirir los conocimientos tecnológicos por lo que quedan en desventaja ante el mercado nacional e internacional esto porque el 90% los caficultores realizan sus prácticas de cultivo y producción de café de forma artesanal; dado este fenómeno, es importante realizar investigaciones que coadyuven al mejoramiento en sus diversas fases de germinación, vivero, trasplante, siembra, cosecha y secado del café a fin de mejorar la productividad y calidad del cultivo; por lo anterior el proyecto de investigación se justifica en la generación y aplicación del conocimiento sobre los procesos adecuados en el cultivo de café en sus fases de secado de la semilla, germinación y

producción de plantas en vivero a fin de determinar la mejor técnica para la producción de plantas de café en Zona Sur del estado de San Luis Potosí.

De acuerdo a Arcila (2007), cuando los cafetales se establecen en suelos con condiciones desfavorables para el desarrollo de las plantas, tales como terrenos inclinados, estas adquieren una mala calidad, caracterizado por el amarillento de las hojas, síntomas de deficiencias nutrimentales, alta incidencia de mancha de hierro en hojas y frutos, desarrollo deficiente de los brotes, defoliación, secamiento de ramas y frutos, baja producción y en casos muerte. Actualmente en México se utilizan técnicas sofisticadas y costosas para el cultivo de café (*Coffea Arabica*), sin embargo, para muchos caficultores les es imposible la adquisición de maquinaria y técnicas sofisticadas, por lo que quedan en desventaja económica ante el mercado. En la Zona Sur del estado de San Luis Potosí, llamada Huasteca Potosina se ha observado que el 90% los caficultores realizan sus prácticas de cultivo y producción de café de forma artesanal y que los cultivos están en las regiones altas (sierras) en zonas rurales llamadas comunidades; dado este fenómeno, surge la necesidad de realizar investigaciones que coadyuven al mejoramiento del cultivo en sus diversas fases, germinación, vivero, trasplante, siembra, cosecha y secado del café para semillas madre para germinación o para ser procesadas en los mercados.

La investigación propuesta por el equipo de trabajo se enfocará en el secado de café, la germinación de semillas y crecimiento de las chapolas en viveros, estableciendo que el germinador y el vivero tendrán sistemas tecnificados, siempre respetando ciertos métodos tradicionales de las comunidades Huastecas. La necesidad de enfocar esfuerzos en desarrollar técnicas de fertilización de suelos, elaboración de plaguicidas y fungicidas orgánicos, para los germinadores y viveros, así como también el establecimiento de un sistema de monitoreo automatizado del germinador y el vivero con la implementación de Internet de las Cosas (IoT).

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno de México 2019-2024 en su apartado 3 titulado “Economía”, en el punto 2 titulado “Programa de apoyo a cafetaleros y cañeros del país”, establece la necesidad de establecer programas emergentes orientados a apoyar a los pequeños productores de café, beneficiando doscientos cincuenta mil pequeños productores de café. Sin embargo, siempre es necesario el apoyo de académicos, investigadores y personas que tengan iniciativas para que estos programas de gobierno sean factibles.

Metodología

Por lo tanto, la metodología se desarrolla en las siguientes fases:

- I. Fase 1. Estudio integral de la situación actual de las semillas de café en la zona Sur del estado de San Luis Potosí.
 - i. Actividad 1. Desarrollar un diagnóstico actual de las semillas de café que se producen en la zona sur del estado de San Luis Potosí.
 - ii. Actividad 2. Realizar estudios físico – químicos de las semillas de café recolectado en diversas comunidades que conforman la zona sur del estado de San Luis Potosí.
- II. Fase 2. Diseño, fabricación y elaboración de una máquina secadora de café.
 - iii. Actividad 1. Diseño del prototipo secador de semillas basados en estándares que establece el estado del arte de germinadores en CAD (Computer-Aided Design) también utilizando TRIZ (Tieoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach) y QFD (Quality Function Deployment).
 - iv. Actividad 2. Fabricación y elaboración de una máquina secadora de semillas de café de tal forma que puedan controlarse los factores de temperatura, vibración, humedad y velocidad.
- III. Fase 3. Diseño y desarrollo de un germinador a través de Diseño de Experimentos, muestreo y análisis de datos.
 - v. Actividad 1. Diseño de germinadores basados en estándares que establece el estado del arte de germinadores en CAD (Computer-Aided Design), para manipular los dimensiones.
 - vi. Actividad 2. Implementar Diseño de Experimentos para la elaboración de los sustratos y en los germinadores donde se colocarán las semillas de café y medir la efectividad de los germinadores.
- IV. Fase 4. Diseño y desarrollo de un vivero a través de Diseño de Experimentos, muestreo y análisis de datos.
 - vii. Actividad 1. Diseño de un vivero tecnificado que permita el crecimiento óptimo de las plantas de café y su monitoreo de las variables que influyen en las mismas.

- viii. Actividad 2. Monitoreo – medición de las plantas de café como variables de respuesta y divulgación de los hallazgos obtenidos.

Actividades desarrolladas hasta junio de 2025.

Las actividades que se describen en la tabla 1 están en función de las planteadas en cada fase metodológico del proyecto. Estableciendo que los resultados aún están en proceso, esto debido a que el recurso económico fue ejecutado hasta en el mes de marzo, específicamente el 05 de marzo se nos fue entregado el primer equipo adquirido por la institución lo cual causo retrasos muy significativos en la planeación del proyecto.

Se presentan los resultados de acuerdo a las compras realizadas; los resultados de las fases 1 y 2 fueron realizadas, pero con presupuesto del cuerpo académico, recurso económico de los mismos integrantes, dado que estas se tenían que realizar en tiempo y forma, por lo que en la tabla 1 solo se presentan a partir de la fase 3 y 4.

Tabla 1

Resultados a corto plazo de cada actividad planeada según la fase de desarrollo del proyecto.

Fase de la Metodología	Actividad	Metas/Resultados
Fase 3	Actividad 1. Diseño de germinadores basados en estándares que establece el estado del arte de germinadores en CAD (Computer-Aided Design), para manipular las dimensiones. *Medición del terreno	METAS A CORTO PLAZO 100% del acondicionamiento del lugar para las instalaciones de germinadores. 1 prototipo germinadores de café de acuerdo a las recomendaciones de cafeticultores y técnicas propuestas por los investigadores. 100% de siembra de semillas de café en los germinadores.
	Actividad 2. Implementar Diseño de Experimentos para la elaboración de los	METAS A MEDIANO PLAZO

	sustratos y en los germinadores donde se colocarán las semillas de café y medir la efectividad de los germinadores.	Selección del tipo de Diseño de Experimentos, en su caso la combinación de factores, niveles y las variables de salida (respuestas). Medir los factores controlables mediante técnicas automatizados e informáticos para tener resultados precisos y en corto tiempo. Analizar las variables de respuesta (chapolas germinadas) a través de fundamentos estadísticos, encontrando solo los mejores resultados del diseño experimental.
Fase 4	Actividad 1. Diseño de un vivero tecnificado que permita el crecimiento óptimo de las plantas de café y su monitoreo de las variables que influyen en las mismas.	METAS A MEDIANO PLAZO 1 vivero fabricado de café de acuerdo a las recomendaciones de cafeticultores y técnicas propuestas por los investigadores.
	N/A	N/A

A continuación, se describen las actividades de forma detallada desarrolladas en las fases 3 y 4.

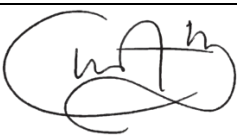
- Continuación de elaboración estructuras que soportan las bolsas de café.
- Nivelación del terreno para la base de las bolsas de café.
- Continuación de preparación de los sustratos de las camas experimentales.
- Continuación de monitoreo y riego de los germinadores y bolsas de café.
- Continuación de llenado de bolsas negras con especificaciones precisas para no generar vacíos en las bolsas.
- Continuación con el acomodo de bolsas en lugares específicos, colocándolos en filas y columnas según sea el diseño.
- Continuación con la extracción e inspección de las chapolas antes de colocarse en bolsas negras, quitando aquellos que no cumplen con las especificaciones de calidad.

- Continuación con la preparación con el enraizador bajos las especificaciones técnicas.
- Continuación con el trasplante de chapolas.
- Asistencia al taller informativo y científico a la UNIDA, Instituto Tecnológico de Veracruz.
- Gestión y puesta de la arena (acuitate) al ITST.

Nota: Los trabajos se han detenido por las condiciones climatológicas.

Atentamente

INTEGRANTES DEL CA

NOMBRE	FIRMA
M.I.I. Gaudencio Antonio Benito	
M.I.T. Yoana Díaz Castillo	Yoana Díaz C.
Dra. Cinthya Mildred Medina Lerma	
M.I.I. Bernardino Ávila Martínez	