

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EXTRACCIÓN DE SEMILLA DEL CULTIVO DE *Eryngium foetidum* L.
(SACHACULANTRO) EN TINGO MARÍA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

HENRY ALBERTO RAMOS AVILA

ASESOR:

MANUEL TITO, VIERA HUIMAN

Tingo María – Perú.

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 006-2023-FA-UNAS

BACHILLER : HENRY ALBERTO RAMOS AVILA

TÍTULO : "EXTRACCIÓN DE SEMILLA DEL CULTIVO *Eryngium foetidum* L. (SACHA CULANTRO) EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL : M. Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
VOCAL : Ing. JORGE CERON CHAVEZ

ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 17/03/2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 17 DE MARZO DE 2023


M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
PRESIDENTE


M. Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
VOCAL


Ing. JORGE CERON CHAVEZ
VOCAL


Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 029 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

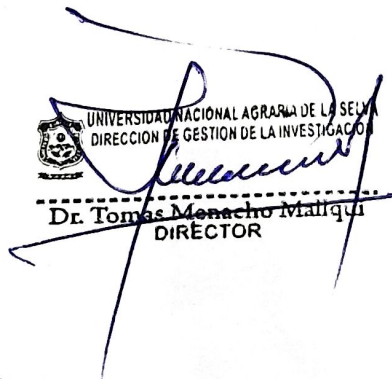
Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EXTRACCIÓN DE SEMILLA DEL CULTIVO DE <i>Eryngium foetidum</i> L. (SACHACULANTRO) EN TINGO MARÍA	HENRY ALBERTO RAMOS AVILA	15 % Quince

Tingo María, 22 de enero de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Monacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EXTRACCIÓN DE SEMILLA DEL CULTIVO DE *Eryngium foetidum* L.
(SACHACULANTRO) EN TINGO MARÍA”**

Autor	: Henry Alberto RAMOS AVILA
Asesor	: Ing. Manuel Tito, VIERA HUIMAN
Programa de investigación	: Plantas Agrícolas, Medicinales, Ornamentales y Florísticos
Línea de investigación	: Gestión de la Producción Vegetal, Valor Agregado de la Cosecha, Agronegocios, Riego y Construcciones Agropecuarias.
Eje temático	: Extracción de Semillas de Sachaculantro
Lugar de ejecución	: Fundo Agrícola-Facultad de Agronomía
Duración	: 07 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María – Perú, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: “Extracción de Semilla del Cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> L. (Sachaculantro) en Tingo María”
Autor	: Henry Alberto RAMOS AVILA
DNI	: 46989917
Correo electrónico	: Henry.ramos@unas.edu.pe
Asesor	: Ing. Manuel Tito, VIERA HUIMAN
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Plantas Agrícolas, Medicinales, Ornamentales y Florísticos
Línea (s) de Investigación	: Gestión de la Producción Vegetal, Valor Agregado de la Cosecha, Agronegocios, Riego y Construcciones Agropecuarias.
Eje temático de investigación	: Extracción de Semillas de Sachaculantro
Lugar de Ejecución	: Fundo Agrícola-Facultad de Agronomía
Duración del trabajo	: 07 meses
Fecha de Inicio	: Abril
Término	: Octubre
Financiamiento	:
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

Tingo María - Perú - Enero, 2024

DEDICATORIA

A Dios: por bendecirme e iluminarme siempre,
y por su amor incondicional.

A mi querida madre: Eva Benita Avila Nieves;
quien siempre me brinda su amor, atención y
apoyo en todo momento de mi vida.

A mi querido Padre: Henry Alberto Ramos
León; quién me brindo los consejos para
afrentar la vida, y desde el cielo me ilumina y
protege cada día de mi vida.

A mi querida hermana: Carolina Enith Bravo
Avila; por brindarme su amor y apoyarme en
todo momento de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en especial, a los docentes de la Facultad de Agronomía por transmitirme sus enseñanzas y experiencia para mi formación profesional como futuro Ingeniero Agrónomo.
- A mi asesor Ing. Manuel Tito Viera Huiman; por sus sugerencias y recomendaciones en este trabajo de investigación y, sobre todo, en la elaboración del informe de la presente tesis.
- A mis jurados de tesis: al presidente Ing. M. Sc. Giannfranco Egoavil Jump, y a los vocales Ing. M. Sc. Jaime Chávez Matías e Ing. Jorge Luis Cerón Chávez por la orientación y recomendaciones durante la investigación; pero, sobre todo, por las recomendaciones y sugerencias para mejorar el informe final de tesis.
- A la DEVIDA-OZP, Oficina de Coordinación Codo del Pozuzo, al personal que laboro en los años 2020; 2021 y 2022 brindando asesoramiento técnico en el cultivo de cacao y con gran aprecio al Ing. Roberto K. del castillo Meza, que me brindaron su apoyo emocional en la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Erick C. Romero Carrion por su desempeño profesional como guía de asesoramiento personalizado del cultivo de sachaculantro; pero, sobre todo, por las recomendaciones y sugerencias para mejorar el informe final de tesis hasta su publicación.
- A mis familiares, amigos y a aquellas personas que colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general:.....	2
1.2. Objetivos específicos:.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. <i>Eryngium foetidum</i> L.....	3
2.1.1. Origen, distribución y adaptabilidad.....	3
2.1.2. Taxonomía.....	3
2.1.3. Descripción botánica.....	4
2.1.4. Fenología.....	4
2.1.5. Factores edafoclimáticos.....	5
2.1.6. Producción de <i>E. foetidum</i> L.....	5
2.1.6.1. Siembra.....	5
2.1.6.2. Manejo del cultivo.....	6
2.1.6.3. Producción de semillas.....	8
2.2. Extracción y obtención de semillas en inflorescencia.....	9
2.2.1. Definición.....	9
2.2.2. Pasos para la extracción de semillas.....	9
2.2.3. Métodos de extracción de semillas.....	9
2.2.4. Especies productoras de semillas en inflorescencia.....	10
2.2.4.1. Generalidades.....	10
2.2.4.2. Selección de semillas de <i>Coriandrum sativum</i> (culantro).....	10
2.2.5. Estudios relacionados con la presente investigación.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	12
3.1.2. Mapa satelital.....	12
3.1.3. Zona de vida.....	12
3.1.4. Clima.....	13
3.2. Diseño estadístico.....	13
3.2.1. Componentes en estudio.....	13
3.2.1.1. Cultivo en estudio.....	13

3.2.1.2. Manejos en pos cosecha.....	13
3.2.2. Tratamientos en estudio.....	14
3.2.3. Diseño experimental.....	14
3.2.4. Características del área de producción de inflorescencia.....	15
3.2.4.1. Área total.....	15
3.2.4.2. Área de cada parcela (tratamiento).....	15
3.2.4.3. Área de la parcela neta.....	15
3.2.4.4. Croquis.....	15
3.2.4.5. Análisis de variancia.....	16
3.2.4.6. Coeficiente de correlación lineal simple (r).....	17
3.2.4.7. Regresión lineal.....	17
3.2.5. Variables en estudio.....	17
3.2.5.1. Variables dependientes (parámetros a evaluar).....	17
3.2.5.2. Variables independientes.....	18
3.2.5.3. Frecuencia de evaluación.....	18
3.3. Metodología.....	18
3.3.1. Manejo de pos cosecha de las infrutescencias de <i>E. foetidum</i>	18
3.3.1.1. Temperaturas de manejos en pos cosecha de las infrutescencias de <i>E. foetidum</i>	18
3.3.1.2. Días de manejo en pos cosecha y porcentaje de desgrane de semillas de <i>E. foetidum</i>	19
3.3.1.3. Porcentaje de germinación de las semillas de <i>E. foetidum</i>	21
3.3.2. Producción de las semillas de <i>E. foetidum</i>	21
3.3.2.1. Número y peso de semillas por 1.00 m ²	21
3.3.2.2. Estimación de la producción de las semillas (kg/ha).....	22
3.4. Ejecución del experimento.....	23
3.4.1. Preparación del campo experimental.....	23
3.4.1.1. Instalación.....	23
3.4.1.2. Limpieza del terreno.....	23
3.4.1.3. Análisis físico-químico del suelo del área de producción.....	23
3.4.1.4. Demarcación del terreno.....	24
3.4.2. Adquisición de plántulas de <i>E. foetidum</i>	24
3.4.2.1. Trasplante de plántulas de <i>E. foetidum</i>	24
3.4.3. Prácticas culturales.....	25

3.4.3.1. Fertilización.....	25
3.4.3.2. Control manual de malezas.....	25
3.4.3.3. Control preventivo de plagas y enfermedades.....	25
3.4.3.4. Cosecha de las infrutescencias.....	25
3.4.4. Fotografías de ejecución del experimento.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. Extracción de las semillas de <i>Eryngium foetidum</i>	27
4.1.1. Temperatura de los manejos en pos cosecha de las infrutescencias de <i>E. foetidum</i>	27
4.1.1.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$).....	27
4.1.1.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$).....	27
4.1.2. Días de extracción y porcentaje de desgrane de las semillas de <i>E. foetidum</i>	29
4.1.2.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$).....	29
4.1.2.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$).....	30
4.1.2.3. Análisis de correlación lineal simple.....	31
4.1.3. Germinación de las semillas de <i>E. foetidum</i>	33
4.1.3.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$).....	33
4.1.3.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$).....	34
4.1.3.3. Análisis regresión lineal y correlación lineal simple.....	36
4.2. Producción de semillas de <i>E. foetidum</i>	39
4.2.1. Número y peso de semillas por 1,00 m ²	39
4.2.1.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$).....	39
4.2.1.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$).....	40
4.2.1.3. Correlación lineal simple.....	42
4.2.2. Producción de las semillas (kg/ha).....	43
4.2.2.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$).....	43
4.2.2.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$).....	44
4.2.2.3. Correlación lineal simple.....	46
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	49
VII. REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Fenología del cultivo de <i>E. foetidum</i> (Linares, 2000 citado por Loarte, 2021).....	4
2. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de abril a octubre del año 2021.	13
3. Tratamientos en estudio.	14
4. Modelo del análisis de variancia.	16
5. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para la temperatura de manejo en pos cosecha de las infrutescencias de <i>E. foetidum</i>	27
6. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para la temperatura de extracción de las semillas de <i>E. foetidum</i>	28
7. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para el número de días de extracción de las semillas y porcentaje de desgrane de las semillas de <i>E. foetidum</i>	29
8. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) del número de días del manejo en pos cosecha de infrutescencia y porcentaje de desgrane de las semillas de <i>E. foetidum</i>	30
9. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) de la germinación al inicio la extracción y a los 60 y 120 días después de la extracción (dde) de las semillas de <i>E. foetidum</i>	33
10. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de germinación de las semillas de <i>E. foetidum</i> al inicio de la extracción, y a los 60 y 120 días después de la extracción (dde).	35
11. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para el número de semillas y peso de semillas <i>E. foetidum</i> por 1,00 m ²	40
12. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) del número de semillas y peso de semillas de <i>E. foetidum</i> por 1,00 m ²	41
13. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para los rendimientos de las semillas de <i>E. foetidum</i> sin prueba de germinación y con prueba de germinación.	44
14. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para los rendimientos de las semillas de <i>E. foetidum</i> sin prueba de germinación y con prueba de germinación.....	45
15. Resultados del promedio de infrutescencias por planta.	55
16. Resultados del promedio de infrutescencias fértiles (35 %) por planta.	55
17. Resultados del promedio de flores por infrutescencias por planta.....	55
18. Resultados del promedio de semillas por infrutescencia por planta.	56
19. Resultados del promedio de semillas por planta.	56

20. Resultados del promedio de semillas/parcela sin desgrane.	57
21. Resultados del promedio del porcentaje de desgrane de la infrutescencia.	57
22. Resultados del promedio de semillas/parcela con desgrane.	57
23. Resultados del promedio de semillas por 1,00 m ² con desgrane.....	58
24. Resultados del promedio del número de semillas por 1,00 g.....	58
25. Resultados del promedio de la producción bruta de semillas (kg/ha).....	59
26. Resultados del promedio de la producción germinable de semillas (kg/ha).....	59
27. Resultados del promedio de la germinación de semillas al inicio de la extracción.	59
28. Resultados del promedio de la germinación de las semillas a los 60 días.	60
29. Resultados promedio de la germinación de las semillas a los 120 días.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa satelital del campo experimental (Google Earth, 2022).....	12
2. Croquis del área de producción.....	16
3. a. Cosecha de las infrutescencias (color amarillo) de <i>E. foetidum</i> , b. Seleccionando a las infrutescencias, c. Encostalado de las infrutescencias, d. Fase de laboratorio.	26
4. Correlación lineal simple para: a. Desgrane con los días de extracción, b. Desgrane con la temperatura de extracción, c. Temperatura de extracción con el número de días de extracción, d. Temperatura con los días de encostalado de infrutescencias.	32
5. Regresión lineal del porcentaje de germinación de semillas de <i>E. foetidum</i> (variable dependiente) con los días después de la extracción (variable independiente).....	37
6. Correlación lineal simple para: a. Germinación de las semillas de <i>E. foetidum</i> con la temperatura de extracción, b. Germinación de las semillas de <i>E. foetidum</i> con los días a la extracción de las semillas.	39
7. Correlación lineal simple para: a. Peso de semillas de <i>E. foetidum</i> por 1,00 m ² con el número de semillas por 1,00 m ² , b. Peso de semillas de <i>E. foetidum</i> por 1,00 m ² con el porcentaje de desgrane de las infrutescencias.	43
8. Correlación lineal simple para: a. Rendimiento de semillas germinables de <i>E. foetidum</i> con la temperatura de extracción, b. Rendimiento de semillas germinables de <i>E. foetidum</i> con el porcentaje de desgrane, c. Rendimiento de semillas germinables de <i>E. foetidum</i> con el peso de semillas por 1,00 m ² , d. Rendimiento de semillas germinables de <i>E. foetidum</i> con el porcentaje de germinación de las semillas.	47
9. Lugar de ejecución de la producción de <i>E. foetidum</i>	61
10. Visualizando las semillas de <i>E. foetidum</i>	61
11. Regresión lineal del porcentaje de germinación de semillas de <i>E. foetidum</i> (variable dependiente) con los días después de la extracción (variable independiente) de los tratamientos en estudio.	62
12. Correlación lineal simple para: a. Peso de semillas de <i>E. foetidum</i> por 1.00 m ² con la temperatura de extracción, b. Número de semillas de <i>E. foetidum</i> por 1.00 m ² con la temperatura de extracción.	62

RESUMEN

En Tingo María entre los meses de abril a octubre del año 2021, se hizo la investigación sobre diferentes métodos de extracción de semillas de infrutescencias de *E. foetidum*. Después de la cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*, estos fueron sometidos a diferentes manejos en pos cosecha y se comprobó que con los tratamientos T₇ (Encostalado de infrutescencias por 16 días), T₆ (Encostalado de infrutescencias por 12 días) y T₈ (Encostalado de infrutescencias por 20 días) se extraen de 256,48, 218,67 y 200,03 kg/ha de semillas de *E. foetidum* germinables, respectivamente. Además, estadísticamente estos tratamientos extrajeron u obtuvieron el mayor rendimiento de semillas en comparación a los demás tratamientos en estudio, quienes obtuvieron de 92,12 a 144,70 kg/ha. Asimismo, los tratamientos en estudio obtuvieron de 9,74 a 27,89 g/m² de semillas de *E. foetidum* y donde los tratamientos T₆, T₇ y T₈ obtuvieron 22,15, 26,41 y 27,89 g/m² de semillas. También se llegó a comprobar que los porcentajes de desgrane de semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* variaron de 32,90 a 95,48 %; mientras que los porcentajes de germinación de las semillas de *E. foetidum* después de la extracción de las semillas variaron de 92,88 a 98,75 %; sin embargo, el tratamiento T₈ estadísticamente el menor porcentaje de germinación con 71,78 %. Finalmente se comprueba que los mejores resultados en la extracción de semillas de *E. foetidum*, son aquellos donde las infrutescencias son encostaladas por 12 a 20 días y donde los rendimientos fueron estadísticamente mayores en comparación a los métodos de extracción comunes.

Palabras claves: Encostalado, días, germinación, rendimiento.

ABSTRACT

In Tingo María between the months of april to october of the year 2021, research was carried out on different methods of extracting seeds from *E. foetidum* inflorescences. After harvesting the *E. foetidum* inflorescences, they were dried using different methods and it was verified that with the treatments T7 (Seed packing for 16 days), T6 (Seed packing for 12 days) and T8 (Seed packing for 12 days) for 20 days) are extracted from 256,48, 218,67 and 200,03 kg/ha of germinable *E. foetidum* seeds, respectively. In addition, statistically these treatments extracted or obtained the highest seed yield compared to the other treatments under study, who obtained from 92,12 to 144,70 kg/ha. Likewise, the treatments under study obtained from 9,74 to 27,89 g/m² of *E. foetidum* seeds and where the treatments T6, T7 and T8 obtained 22,15, 26,41 and 27,89 g/m² of seeds. It was also verified that the seed shelling percentages of the *E. foetidum* inflorescences varied from 32,90 to 95,48 %; while the viability percentages of the *E. foetidum* seeds after the extraction of the seeds varied from 92,88 to 98,75 %; however, the T8 treatment statistically the lowest percentage of viability with 71,78%. Finally, it is found that the best results in the extraction of *E. foetidum* seeds are those where the inflorescences are bundled for 12 to 20 days and where the yields were statistically higher compared to common extraction methods.

Keywords: Sacking, days, viability, yield.

I. INTRODUCCIÓN

A *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro), generalmente se le puede encontrar de forma silvestre y su producción es a escala doméstica, a pesar que se caracteriza por su contenido en calcio, hierro, caroteno y riboflavina; además, sus hojas son fuente excelente de vitaminas A, B₁ y C, pero, además, sus hojas son usados como ingrediente básico de los platos típicos en la selva peruana (Vela y Hoyos, 2015; Puente, 2019; Loarte, 2021). Pero en los últimos años hay aumento de la demanda por las hojas de *E. foetidum* L. (sachaculantro), en especial en el sector culinario, y es por eso que los agricultores de Tingo María, muestran interés por llevar a este cultivo a altos niveles de producción, porque se presenta como una alternativa de diversificar sus ingresos a través de la venta de sus hojas y otros, debido a sus bondades como especie.

Sin embargo, el interés por parte de los agricultores de Tingo María, se frustra por la escasa información bibliográfica relacionados a la producción de este cultivo, en especial sobre la obtención de semillas *E. foetidum* L. (sachaculantro) para la producción a gran escala y a eso, se le suma cual sería la forma correcta de obtener estas semillas. En teoría, los agricultores por lo general suelen cosechar las infrutescencias cuando estas están supuestamente listas para que puedan desprender sus semillas y cuyas infrutescencias son secadas aire libre al sol, en sombra o en ambientes oscuros durante tres a cinco días aproximadamente Sin embargo, esta forma de secado de las infrutescencias no satisface a los agricultores, porque no consiguen desgranar la cantidad necesaria de semillas de *E. foetidum* que en teoría deberían obtener, porque según las referencias, la cantidad de semillas que se puede obtener por 1,00 m² a distanciamientos de siembra de 10 x 10 cm o 15 x 15 cm es de aproximadamente entre 14,00 a 18,00 g de semillas por 1,00 m²; pero en caso del método más habitual utilizado por los agricultores de esta zona, es menos de 5,00 g por 1,00 m².

Es por eso, que para extraer semillas de infrutescencias de cultivos como *E. foetidum*; se recomiendan que las infrutescencias sean encostaladas o embolsadas por un período de días hasta que el mayor número posible de semillas de cada inflorescencia, se desprenda de ellas. Sin embargo, se dice que el tiempo de encostalado óptimo de las infrutescencias, varía de cinco a diez días y es por eso, que en esta investigación nos centraremos en determinar el tiempo que es necesario para extraer la mayor cantidad posible de semillas en 1,00 ha de producción de *E. foetidum* bajo condiciones de Tingo María,

En este sentido, indicamos que la hipótesis que por lo menos un método de obtención de semillas de *E. foetidum*, debe rendir los mayores resultados. Por lo indicado anteriormente planteamos los siguientes objetivos.

1.1. Objetivo general:

1. Determinar la extracción de semillas germinables del cultivo de *E. foetidum* a través de diferentes manejos de pos cosecha.

1.2. Objetivos específicos:

1. Determinar los porcentajes de desgrane de las semillas a través de diferentes manejos de pos cosecha.
2. Determinar los porcentajes de germinación de las semillas a través de diferentes manejos de pos cosecha.
3. Determinar la extracción de las semillas (kg/ha) de *E. foetidum* a través de diferentes manejos de pos cosecha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Eryngium foetidum* L.

2.1.1. Origen, distribución y adaptabilidad

E. foetidum L. (sachaculantro) es una especie que se cree que es originaria de zonas tropicales del continente americano, el cual probablemente se encuentra comprendido entre Panamá, Veracruz (México) y archipiélago del Caribe. Asimismo, se reporta que en el siglo XVII; los viajeros europeos transportaron las semillas de *E. foetidum* L. (sachaculantro) por varios países del mundo y es por eso, que es apreciada en el sector culinario y medicinal en especial en medicina natural en países asiáticos como Vietnam, Tailandia, Singapur, Malasia, Laos, Indonesia, India, Camboya y Bangladesh. Además, esta especie crece de forma natural en bosques, en caminos húmedos o sombreados y también cerca de áreas donde predominan suelos pesados, aunque crece a pleno sol, pero es más recomendable que crezca en áreas sombreadas porque produce plantas con hojas grandes y verdes, y cuyas características son aptas para ser comercializadas (Casey et al., 2006; Sosa, 2006; Vela y Hoyos, 2015). Finalmente, con el tiempo se entendió que esta especie está bien adaptado a climas tropicales con precipitaciones pluviales altas y alta humedad relativa y es por eso, que este cultivo es producido en huertos familiares en países como Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, etc. Y en Perú, está distribuido en las regiones Loreto y Ucayali; pero en los últimos años se ha reportado que esta especie se cultiva en zonas cálidas de regiones como Huánuco, San Martín y Junín (Puente, 2019; Loarte, 2021).

2.1.2. Taxonomía

De acuerdo a Integrated Taxonomic Information System of North América (2022), este cultivo se clasifica de la forma siguiente:

Reino	: Plantae.
Subreino	: Viridiplantae.
Superdivisión	: Embryophyta.
División	: Tracheophyta.
Clase	: Magnoliopsida.
Superorden	: Asteranae.
Orden	: Apiales.
Familia	: Apiaceae.
Género	: <i>Eryngium</i> L.
Especie	: <i>E. foetidum</i> L.
Nombre común	: Sachaculantro.

2.1.3. Descripción botánica

E. foetidum L. (sachaculantro) es una hierba perenne que produce aceites esenciales con fuerte aroma y cuya altura no llega a pasar en promedio los 40 cm, sin embargo, en algunos casos puede alcanzar los 60 cm durante la etapa de producción de flores y semillas. Su raíz es gruesa y carnosa, y se enraíza de forma ramificada y extendiéndose a un promedio de 31 cm desde la inserción del tallo con la raíz. A veces el tallo es solitario o compuesto, con siete a diez hojas en su etapa adulta, pero de peciolo corto. Estas hojas son basales, lanceoladas y oblanceoladas, y llegan a alcanzar longitudes desde 3 a 30 cm de largo y de 1 a 5 cm de ancho, y se angostan hacia la base con márgenes dentados y aserrado, con nervaduras pinnadamente y reticulares. Presenta inflorescencia trifurcada con numerosas cabezuelas y pequeñas y sus flores son numerosas y de colores desde el blanco, azul a morado; asimismo, su flor es pequeña con cinco estambres, con un cáliz que se divide en cinco lóbulos triangulares a lanceolados de hasta 1 mm de largo; mientras que la corola está conformada por cinco pétalos libres de menos de 1 mm de largo. El fruto es globoso, comprimido lateralmente con promedio de 2 mm de diámetro y cada fruto contiene una semilla (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Ambicho, 2009; Loarte, 2021).

2.1.4. Fenología

Según las evaluaciones realizadas al cultivo de *E. foetidum* L. en el distrito de Lamas, región San Martín en Perú; la fenología de este cultivo dura aproximadamente 225 días después de su germinación (Tabla 1) (Linares, 2000 citado por Loarte, 2021).

Tabla 1. Fenología del cultivo de *E. foetidum* (Linares, 2000 citado por Loarte, 2021).

Etapas	Promedio de días después de la germinación (ddg)
Emergencia	15
Trasplante	81
Primera floración	129
Segunda floración	168
Tercera floración	190
Primera fructificación	159
Segunda fructificación	199
Tercera fructificación	220
Cosecha	225

2.1.5. Factores edafoclimáticos

E. foetidum L. (sachaculantro) generalmente suele desarrollarse muy bien bajo temperaturas entre 16 a 30 °C, pero bajo condiciones húmedas y de sombra parcial. Es un cultivo que se adapta muy bien a climas tropicales, con precipitaciones pluviales altas con alta humedad relativa y cuando este cultivo es sembrado en zonas con altas precipitaciones, el riego se debe hacer en los meses más secos, porque este cultivo se desarrolla mejor cuando no sufre déficit de agua y cuando se requiere dar riego suplementario, en preferencia debe hacerse por goteo porque es más eficiente y hay menor incidencia de enfermedades en hojas. Esta especie habita en suelos inundables y purmas altas, en huertos hortícolas a campo abierto o sombreado. Se adapta a suelos arcillosos y areno-arcilloso, que presenten bajos a altos contenidos de materia orgánica y con pH ligeramente ácido a neutro; sin embargo, se ha reportado que produce mejor en suelos sueltos con profundidades de 20 a 30 cm, de buen drenaje y retención de humedad que mantenga 80 % de su campo de capacidad (Heredia, 2002; Ambicho, 2009; Loarte, 2021).

2.1.6. Producción de *E. foetidum* L.

2.1.6.1. Siembra

a. Preparación del terreno

Antes de la siembra del cultivo, se recomienda tener terreno suelto y de pendiente plana con una profundidad aproximada de 20 cm; es decir, en caso de no presentarse un terreno así, se debe realizar ciertas actividades desde la limpieza y eliminación de malezas, arbustos y otros, y luego utilizar maquinaria para remover el suelo (Heredia, 2002).

b. Obtención de las semillas

Actualmente, no se han descrito cultivares de *E. foetidum* L. (sachaculantro) que sean comercialmente y se encuentren disponibles, por lo que generalmente los agricultores para propagar este cultivo, deben coleccionar las semillas de sus siembras o las tienen que adquirir de otros agricultores (Puente, 2019; Loarte, 2021). Una vez obtenido las semillas de *E. foetidum* L., se recomienda realizar su respectiva prueba de germinación para evaluar la calidad de estas, porque 28,00 g de semilla de alta calidad produce gran cantidad de plántulas para trasplantar en 200,00 m² (Heredia, 2002; Eunice, 2006).

c. Métodos de siembra

• Siembra directa

Se puede sembrar la semilla de forma directa al predio, pero no germinan en un período corto de tiempo, sino que suelen germinar en un período de 10 y 90 días después de la siembra. Esta disparidad en la germinación, genera plantas en distintas etapas de crecimiento y además, las malezas nacen antes y obliga a desyerbar varias veces. La siembra

puede realizarse por dos métodos: 1) al voleo, esparciendo uniformemente las semillas en el terreno. 2) Chorro seguido, que consiste en colocar a las semillas en surcos separados a 20 cm, y luego deben ser cubiertas (De Gusmao et al., 2002; Heredia, 2002; Eunice, 2006).

- **Siembra por trasplante**

La mayoría de productores comerciales prefieren la siembra por trasplante, porque hay un mayor aprovechamiento de las semillas y mayor uniformidad en el crecimiento de las plantas, además hay una mejor programación para la cosecha de las hojas. Se recomienda sembrar las semillas en bandejas plásticas con 98 a 135 celdas y 5,50 cm de profundidad. Se puede sembrar de 10 a 15 semillas por celda para que germinen en modo “cepa” de plantitas y de esa forma pueden ser trasplantadas en conjunto; es decir, con 0,45 kg de semilla se siembra en más de 500 bandejas de 128 celdas para producir más de 64,000 “cepas”. Estas celdas deben estar rellenas de un sustrato que permita un buen crecimiento de la plántula. Las semillas se ponen a germinar y las plantas estarán listas para trasplantar entre siete a ocho semanas después de la siembra, presentando de tres a cuatro hojas. El trasplante debe hacerse en días frescos y por la tarde (Heredia, 2002; De Gusmao et al., 2002; Eunice, 2006).

d. Densidad de siembra

Las distancias de siembra más utilizadas y recomendadas por parte de los agricultores para este cultivo en campo definitivo son de 10 x 10 cm (10 cm entre hilera x 10 cm entre plantas), 15 x 15 cm, 15 x 5 cm y 15 x 7 cm. Asimismo, es importante recordar que, al sembrar a distancias más cortas, se siembra más plantas, pero se obtienen plantas con hojas y mazos de tamaños con menos longitud (Heredia, 2002). Otros autores, recomiendan que una planta debe contar con un área de crecimiento menos de 200 cm² con el objetivo de que se produzca plantas de alta calidad (De Gusmao et al., 2002; Eunice, 2006).

2.1.6.2. Manejo del cultivo

a. Sombra

Aunque *E. foetidum* L. (sachaculantro) puede crecer a pleno sol; pero cuando crece con una sombra parcial de 40 a 70 %, puede producir hojas verde más oscuras, más grandes y tiernas, con olor característico más fuerte; además, en mayor abundancia y en más tiempo (aumentando el tiempo de floración). Además, con la sombra se reduce la competencia con malezas y la sombra se puede proveer desde hojas de palmera o con mallas de sombreo (sarán) para viveros (Heredia, 2002; Eunice, 2006).

b. Asociación con otros cultivos

La asociación de *E. foetidum* L. con plantas más altas para que estas le den sombra y les ayude a mejorar la productividad de follaje. El cultivo asociado debe

contar con suministro de nutrientes y agua, y compatibles con los requisitos de *E. foetidum* L., para evitar deficiencias en ambos cultivos; además que el follaje del otro cultivo provee sombra excesiva sobre *E. foetidum* L. Además, no debe haber efecto alelopático entre ambos cultivos. Se evita ataque de insectos plagas si a *E. foetidum* L. se le intercala con cultivos como pepinillo, salvia o menta; además el sachaculantro es un buen repelente de insectos como áfidos y mosca blanca, mientras que atrae insectos beneficiosos como abejas (Heredia, 2002; Loarte, 2021).

c. Control de malezas

E. foetidum L. (sachaculantro) cuando se trata de competir por agua y nutrientes con otras plantas, es un débil competidor porque establece un sistema radical suficientemente grande, después de varias semanas de haber sido trasplantado. Por eso, se debe realizar constantes controles de malezas desde antes y después de la siembra. Se recomienda usar coberturas de suelo (mulch) con material orgánico o plástico que supriman el crecimiento de las malezas, porque si no se elimina malezas como *Cyperus rotundus* y *Amaranthus* sp., este puede reducir 75 % la productividad del follaje de este cultivo trasplantado. Se debe tener en cuenta que se debe sembrar en terreno sin exceso de nitrógeno y que proporcione sombra parcial para reducir la competencia con malezas (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Loarte, 2021).

d. Control fitosanitario

• Control de insectos plagas

Los insectos plagas más comunes de *E. foetidum* L. son los ácaros y áfidos; pero también las larvas de *Spodoptera exigua*, *S. frugiperda* y *Myzus persicae*, son un problema porque ocasionan daños en las hojas que se usan comercialmente; por eso, se debe hacer controles constantes de las malezas, porque estas hospedan estos insectos, también se debe usar insecticidas orgánicos como *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, extractos de nim o jabones agrícolas para evitar eliminar insectos beneficios que generalmente atrae este cultivo y finalmente, después de la cosecha, se debe destruir los residuos de la cosecha porque albergan a ácaros y para estos ácaros, que son transmisores de enfermedades en hojas, se debe utilizar riego por aspersión (Eunice, 2006; Morales et al., 2013 citado por Loarte, 2021).

• Control de enfermedades

Las hojas de *E. foetidum* L. pueden ser dañadas por hongos como *Cercospora* y *Alternaria*, porque estos causan manchas marrones con bordes amarillos y por eso, se recomienda sembrar semillas sanas y cuando se trasplante, se seleccione plántulas sanas y vigorosas. Y antes del trasplante se debe eliminar los residuos de cosechas anteriores, porque estas albergan fitopatógenos causantes de enfermedades. Se debe nivelar bien el terreno y hacer buenos drenajes, la densidad de siembra debe ser adecuada y se asocia con otro cultivo, esta no

debe ser susceptible a fitopatógenos. Se debe evitar la humedad excesiva en el follaje y para eso, se debe realizar controles constantes de malezas y de este modo se evita el exceso de agua en el suelo. (Eunice, 2006; Morales et al., 2013 citado por Loarte, 2021).

e. Manejo de la floración

Debido a que puede haber altas temperaturas y que las plantas de *E. foetidum* L. (sachaculantro) se encuentren en exposición a luz solar por más de 12 horas, estimulan a que estas puedan florecer más rápido y con mayor intensidad, y por ende existe una reducción la productividad del follaje con hojas muy ásperas y poco atractivas. Por eso, se debe cortar el tallo floral, para que produzca hojas por varias semanas, pero el tallo floral vuelva a crecer, por lo que se debe remover los tallos por más de cinco veces durante el ciclo del cultivo para que el follaje sea comercial (De Gusmao et al., 2002, Eunice, 2006, Loarte, 2021).

2.1.6.3. Producción de semillas

La floración de *E. foetidum* L. inicia aproximadamente a los 129 días después de la germinación; es decir aproximadamente entre los 70 a 100 días después del trasplante y continua por un período de cuatro a cinco meses más. Cuando los días cuentan con más horas de luz y temperaturas altas, las plantas florecen antes de tiempo y llegan a producir más semillas, pero con menos follaje. Una cabezuela o cono produce entre 80 a 150 semillas y maduran a medida que aparecieron en la planta y cada planta puede producir entre 70 a 140 cabezuelas de semillas. Cuando la semilla cambia de color verde a marrón, indica que estas ya están maduras (puede germinar) que es aproximadamente a los 40 días después de que la flor abrió (Casey et al., 2004; Eunice, 2006; Loarte, 2021).

Las semillas maduras llegan a permanecer en la planta entre 15 a 20 días aproximadamente, y luego empiezan a caer al suelo. Asimismo, la producción de semilla es variable y depende de la densidad de siembra, clima, suelo y manejo del cultivo. La semilla es muy liviana y por eso aproximadamente 2,650 semillas pesan 1,00 g y a distanciamientos de siembra de 15 x 15 cm, se alcanza rendimientos aproximadamente de 17 g de semilla madura por 1,00 m². Se debe tener en cuenta que las semillas producidas cerca del tallo, se desarrollan más y son más pesadas; sin embargo, son menos abundantes que las semillas producidas en las ramas que se encuentran alejadas del tallo principal (Heredia, 2002; De Gusmao et al., 2002). Las semillas maduras cosechadas se deben secar al aire libre por cinco días bajo sombra y con poca humedad, y a temperatura ambiente (Ambicho, 2009). Las semillas deben ser almacenadas a 4 °C por un mes para mantener 90 % de germinación, porque si se almacena por cuatro meses a esa temperatura, alcanza 70 % de germinación (Torres y Gill, 2007 citado por Loarte, 2021).

2.2. Extracción y obtención de semillas en inflorescencia

2.2.1. Definición

Para obtener y extraer semillas de excelente calidad, es vital seleccionar a las mejores plantas para que estas produzcan dichas semillas y luego se debe escoger a aquellas con mayor número de frutos, y estos deben ser frutos de gran tamaño y sana apariencia, y luego la cantidad de semillas extraídas será en función a las necesidades del productor. Se debe tener en cuenta la longevidad de la semilla, depende de que esta sea extraída de frutos de diferentes plantas, sin embargo, este debe provenir de una misma variedad y que esté adaptado mejor a distintas condiciones edafoclimáticas (Izquierdo et al., 2011; Buxmann, 2018).

2.2.2. Pasos para la extracción de semillas

Izquierdo et al. (2011), y Vélez y Castrillón (2018), coinciden en los pasos para el proceso de extracción de semillas de forma siguiente: a) Las plantas deben ser destinadas para producir semillas y estas deben contener características únicas y propias de la variedad que debe multiplicarse. Asimismo, las plantas deben ser sanas y vigorosas, con hojas grandes y sin marchitez o que tenga un aspecto fuera de lo normal. b) Se deben hacer tratamientos especiales a las plantas que producirán semillas y esto dependerá de la especie (cultivo) a tratar. c) Para la cosecha de las semillas, con una tijera o cuchillo se deben cortar partes florales y estas, deben ser secadas sobre una lona bajo sombra o al aire libre (sol); sin embargo, esto dependerá de la sensibilidad de la semilla y especie en cuestión. Respecto al secado, este factor para extraer a las semillas y para ello, la ventilación, juega un rol muy importante. d) Para hacer la extracción y limpieza de las semillas, manualmente se debe deshacer de las flores secas o meterlas en una bolsa o saco, para que una vez se encuentren dentro; se debe frotar entre sí o agitarlas para que las semillas se desprendan de la estructura.

2.2.3. Métodos de extracción de semillas

Izquierdo et al. (2011), y Vélez y Castrillón (2018), coinciden y mencionan en dos métodos de extracción de semillas de la forma siguiente: a) Extracción de las semillas en seco: se realiza para semillas que maduran en frutos secos como legumbres, lechuga, col, maíz, rábano, perejil, cereales, etc. Para extraer estas semillas, se puede ir recogiendo los frutos según va secando en caso de zonas frías o lluviosas y para eso, las plantas deben ser cortadas y ser puestas bajo techo. b) Extracción de las semillas en húmedo: este método se utiliza para los frutos que tienen semillas en pulpa húmeda como solanáceas y cucurbitáceas. La extracción de las semillas se hace de forma manual y luego estas deben ser lavadas con agua a chorro para así separar la pulpa de la piel con un tamiz o colador, y estos deben ser secados al aire con el fin de garantizar su conservación. En caso de pepinillo o tomate, se debe fermentar porque con el

zumo de esos frutos debido a la presencia de bacterias lácticas y levaduras, consiguen separar la semilla del mucílago durante dos a tres días a una temperatura entre 20 a 30 °C.

2.2.4. Especies productoras de semillas en inflorescencia

2.2.4.1. Generalidades

Respecto a las especies productoras de semillas en inflorescencia, en estas se encuentran col, acelga, repollo, brócoli, coliflor, rábano, lechuga, mostaza, culantro, zanahoria, perejil, apio, ajo, cebolla, ajo, etc. Para extraer las semillas de infrutescencias se debe seleccionar a las plantas que produzcan semillas y estas plantas deben ser sanas, vigorosas y que tengan inflorescencia. Una vez que las plantas inician a florecer y empiezan a secarse, se debe cortar los tallos florales, luego deben ser secados bajo sombra o sol. Después del secado de las flores están deben ser puestas en bolsas o costales, para que estas desprendan las semillas y finalmente, los restos florales deben ser limpiados de las bolsas o costales, y luego las semillas desprendidas deben ser guardadas (Buxmann, 2018; Vélez y Castrillón, 2018).

2.2.4.2. Selección de semillas de *Coriandrum sativum* (culantro)

Coriandrum sativum (culantro) pertenece a la familia Apiaceae tan igual como *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro), y por ende la extracción de semillas a las plantas de *C. sativum* (culantro) pueden ser similares a la de *E. foetidum* L. (sachaculantro), y por eso Izquierdo et al. (2011), y Vélez y Castrillón (2018) hacen mención los pasos para la extracción de las semillas de *C. sativum*: a) Se debe identificar a las plantas sanas y vigorosas, eliminando plantas enfermas y débiles, o aquellas que fueron dañadas por insectos plagas o que tengan floración prematura. b) Se debe dejar florecer a las plantas seleccionadas y que estas desarrollen bien la inflorescencia con las semillas y que estas se sequen. Para realizar la cosecha es cuando las infrutescencias pasan del color verde a marrón. c) Las infrutescencias presentan capas semillas (varios órdenes) distintas. Se debe recoger las semillas hasta del tercer orden y luego deben ser colocados en una lona (negra) durante dos a cinco días hasta que las ramas sean quebradizas. d) Las infrutescencias son fácilmente desgranados, por lo que deben ser cortados cuidadosamente. Tampoco se debe esperar a que las semillas estén maduras, para no perderlas al desgrane y deben ser metidas en una bolsa plástica o costales para desprender las semillas. e) Las infrutescencias que no estén maduras y secas, deben ser puestas en una lona bajo el sol por dos días, para separar las semillas. f) Puede utilizar estas semillas para la próxima siembra o pueden ser almacenarlas en sobres de papel o frascos de vidrio o en recipientes herméticos.

2.2.5. Estudios relacionados con la presente investigación

(Fuentes, V., Rodríguez, N., y Rodríguez, C. 1996) evaluaron la germinación de semillas de *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae) las cuales permanecieron almacenadas durante un período de 0 a 12 meses. Las evaluaciones se realizaron cada dos días a partir de las fechas de siembra. En todos los tratamientos se calcularon el porcentaje final de germinación (%F), días para el inicio de la germinación, días para el final de la germinación, duración de la germinación, y coeficiente de velocidad de germinación. Los datos obtenidos fueron transformados y evaluados. Las semillas requieren un proceso de posmaduración mayor de seis meses, antes de comenzar la germinación, y son capaces de mantener una germinación apreciable (mayor de 80 %) hasta los ocho meses de cosechadas. A partir de ese tiempo, decrece rápidamente, hasta llegar a cero. Con semillas de siete y ocho meses de cosechadas es posible obtener buena germinación en un período breve, lo que posibilitaría el establecimiento de plantaciones de culantro.

Morales Payán et al. (2013). Menciona que las flores son pequeñas, blancuzcas y salen en grupos en las puntas de las ramas del tallo, sobre estructuras en forma de cabezuelas o cilindros de hasta media pulgada (1,3 cm) de largo y 1/5 de pulgada (0,5 cm) de diámetro y que el fruto es globoso, lateralmente comprimido, de hasta dos milímetros de diámetro, cubierto por abundantes vesículas globosas amarillentas, cuando el fruto madura se separa en dos frutillos (mericarpes), cada uno conteniendo una semilla (Conabio 2009). Las semillas son diminutas y livianas (de aproximadamente 66,000 a 78,500 semillas por onza), de color pardo cuando están maduras. Las plantas comienzan a florecer aproximadamente a los tres meses después de la siembra, siendo más tempranas las plantas que crecen a pleno sol o las que crecen en días largos y cálidos (verano), mientras que son más tardías las que crecen con 60-70% de sombra.

Santiago Santos (2001) menciona en su trabajo de investigación que cada cabezuela (infrutescencia) de *eryngium foetidum* tiene aproximadamente de 130 a 145 semillas.

Conabio (2009) afirma que las flores son pequeñas, blancas a azules o moradas; el cáliz es un tubo (cubierto por grandes escamas) que hacia el ápice se divide en cinco lóbulos lanceolados a triangulares, de hasta 1 mm de largo; la corola de cinco pétalos libres, caedizos, elíptico-oblongos, de menos de 1 mm de largo, con el ápice largo y curvado hacia el centro de la flor; cinco estambres; ovario ínfero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La presente tesis se hizo en el fundo del señor Elber Soto Rodríguez, el cual se encuentra ubicado políticamente en el sector Afilador que pertenece a la ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas UTM son 391 769.25m longitud este, 8 968 064,14 m latitud norte a una altitud promedio de 725,00 metros sobre nivel del mar (msnm).

3.1.2. Mapa satelital

El campo experimental se encuentra a 500,00 m del sector Afilador y al margen derecha de la carretera central (Figura 1):

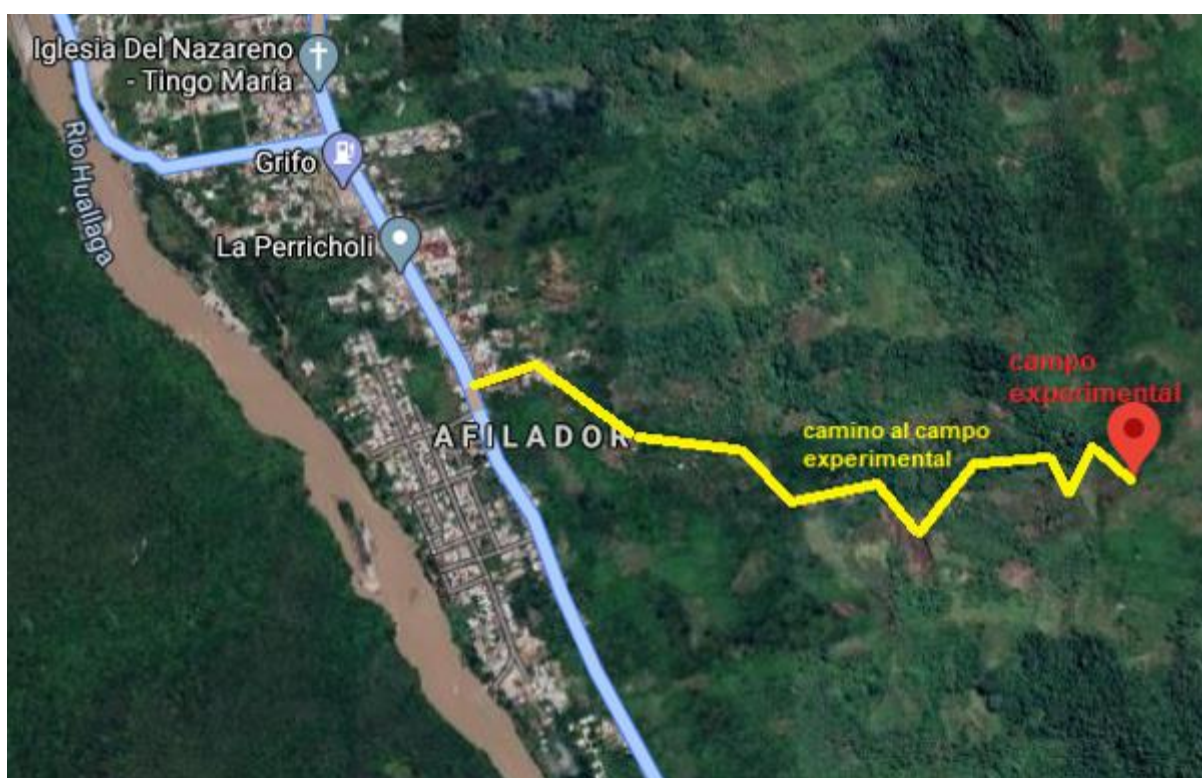


Figura 1. Mapa satelital del campo experimental (Google Earth, 2022).

3.1.3. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida citado por Holdrige; Tingo María se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (Bmh – PT). Asimismo, según a la clasificación de las regiones naturales del Perú; Tingo María pertenece a Rupa Rupa o Selva Alta. Por otro lado, hidrográficamente es parte de la cuenca del río Huallaga con comportamiento climático muy variable (Becerra, 2014).

3.1.4. Clima

El manejo de la parcela productora de infrutescencias se inició en el mes de abril con el trasplante de plántulas hasta el mes de octubre donde se realizó la cosecha de infrutescencias en el año 2021 y durante esos meses, los promedios mensuales de las variables climáticas más importantes como temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial según los registros de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María (2021) (Tabla 2), fueron iguales a 25,51 °C, 77,96 % y 198,53 mm, respectivamente. Asimismo, fue en el mes de agosto que se realizó la cosecha de las infrutescencias de *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro) y donde se aplicaron los tratamientos respectivos para la extracción de las semillas de *E. foetidum* L.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de abril a octubre del año 2021.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/mensual)
	Máxima	Mínima	Media		
Abril	30,40	20,88	25,64	81,54	241,40
Mayo	30,44	20,41	25,43	79,45	205,23
Junio	29,91	20,20	25,06	80,15	154,00
Julio	30,32	19,47	24,90	76,38	155,23
Agosto	30,87	19,53	25,20	76,24	203,21
Setiembre	31,68	20,16	25,92	75,46	97,02
Octubre	31,95	20,88	26,42	76,52	333,65
Promedio	30,80	20,22	25,51	77,96	198,53

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María (2021).

3.2. Diseño estadístico

3.2.1. Componentes en estudio

3.2.1.1. Cultivo en estudio

- *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro).

3.2.1.2. Manejos en pos cosecha

- Secado libre al sol.
- Secado libre bajo sombra.
- Secado libre en ambiente oscuro.
- Diferentes tiempos (días) de encostado.

3.2.2. Tratamientos en estudio

Primero se hizo la producción de *E. foetidum* L. (sachaculantro) en campo definitivo para obtener las infrutescencias y aplicar los tratamientos a continuación (Tabla 3):

Tabla 3. Tratamientos en estudio.

Tratamientos			Plantas (Total)
Clave	Descripción de los tratamientos	Días de manejo en pos cosecha	
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	3,5	900
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	6,5	900
T ₃	Secado de infrutescencias en ambiente oscuro	10	900
T ₄	Encostalado de infrutescencias	4	900
T ₅	Encostalado de infrutescencias	8	900
T ₆	Encostalado de infrutescencias	12	900
T ₇	Encostalado de infrutescencias	16	900
T ₈	Encostalado de infrutescencias	20	900

3.2.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó para este trabajo de investigación fue el diseño completamente al azar con un total de ocho tratamientos con cuatro repeticiones.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}. \quad (1)$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

i = 1, 2, ..., 8 tratamientos.

j = 1, 2, 3, 4 repeticiones.

3.2.4. Características del área de producción de inflorescencia

Para extraer semillas de *E. foetidum* L. por varios manejos de pos cosecha; se tuvo que producir las plantas de *E. foetidum* L. en el área de producción (Figura 1) de forma uniforme para todos los tratamientos y cuyas características del área de producción son:

3.2.4.1. Área total

Largo del área	: 24,00 m
Ancho del área	: 12,00 m
Área total	: 288,00 m ²
Distanciamiento de siembra	: 0,20 x 0,20 m
Número de plantas por golpe	: 1,00
Total de plantas por área experimental	: 7200

3.2.4.2. Área de cada parcela (tratamiento)

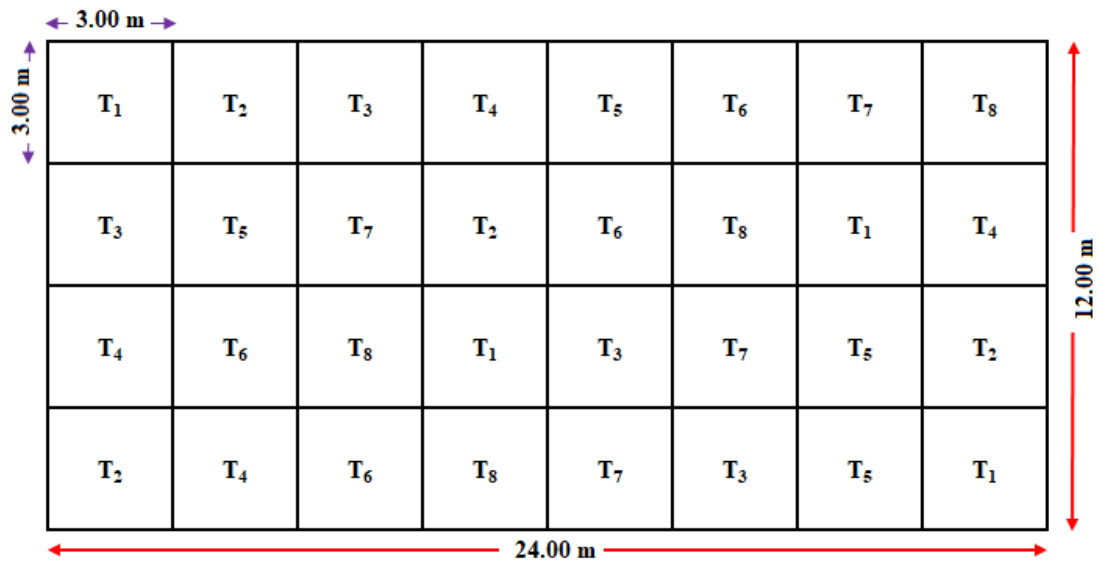
Largo del área	: 3,00 m
Ancho del área	: 3,00 m
Área total	: 9,00 m ²
Total de plantas por parcela	: 225

3.2.4.3. Área de la parcela neta

Largo del área	: 1,00 m
Ancho del área	: 1,00 m
Área total	: 1,00 m ²
Total de plantas por parcela neta	: 25

3.2.4.4. Croquis

A continuación, se observa la disposición de los tratamientos de forma referencial en el croquis del área de producción (Figura 2), para posteriormente realizar la cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*.



Leyenda:

T₁ = Secado de infrutescencias al sol

T₂ = Secado de infrutescencias bajo sombra

T₃ = Secado de infrutescencias en ambiente oscuro

T₄ = Encostalado de infrutescencias por 4 días

T₅ = Encostalado de infrutescencias por 8 días

T₆ = Encostalado de infrutescencias por 12 días

T₇ = Encostalado de infrutescencias por 16 días

T₈ = Encostalado de infrutescencias por 20 días

Figura 2. Croquis del área de producción.

Análisis estadístico

3.2.4.5. Análisis de variancia

Para el análisis de variancia y prueba de comparación de medias; se usó el software InfoStat versión español 2018 para hallar el análisis de variancia (F. tab. = 0,01 y 0,05) (Tabla 4) y coeficiente de variabilidad o variación (2). El grado de variabilidad sirvió para hallar la homogeneidad de los resultados de las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio; pero también sirvió para comparar los promedios de los tratamientos en estudio realizadas con la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) ($\alpha = 0,05$).

Tabla 4. Modelo del análisis de variancia.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Tratamientos	T-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} = CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F _{α} (gl _{trat} , gl _{ee})
Error experimental	(T)x(B-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	(TxB)-1	SC _{total}			

T = Tratamientos, B = Repetición, trat. = Tratamientos, ee = Error experimental.
G.L. = Grados de libertad. S.C. = Suma de cuadrados. C.M. = Cuadrados medio.

$$CV = \frac{\sqrt{(CMe)}}{Y...} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

CV = Coeficiente de variabilidad.

CMe = Cuadrado medio del error.

Y... = Promedio total de los tratamientos.

3.2.4.6. Coeficiente de correlación lineal simple (r)

Con ayuda del software Microsoft Excel 2019 se hizo el análisis de correlación lineal simple para medir el grado de asociación de dos variables (dependiente e independiente) o variables X e Y, cuyo valor varía de -1 a +1. Además, a medida que el valor de r se aproxime a -1 o +1; la asociación es mayor; pero si se aproxima a cero, la asociación disminuye o desaparece (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013):

$$-1 \leq r \leq 1 \quad (3)$$

Donde:

Si $r = -1$: la asociación es perfecta pero inversa. A valores altos de una variable le corresponde valores bajos.

Si $r = +1$: también la asociación es perfecta pero directa.

Si $r = 0$ no existe asociación entre las dos variables.

3.2.4.7. Regresión lineal

Con el software Microsoft Excel 2019, se realizó el análisis de regresión para saber modelo matemático entre la variable dependiente (Y) e independiente (X) en una línea recta dada por la siguiente ecuación (4) (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon \quad (4)$$

Donde:

β_0 = El valor de la ordenada donde la línea de regresión se intercepta al eje y.

β_1 = El coeficiente de regresión poblacional (pendiente de la línea recta).

ϵ = El error.

3.2.5. Variables en estudio

3.2.5.1. Variables dependientes (parámetros a evaluar)

a. Manejo en pos cosecha de infrutescencias de *E. foetidum*

- Temperaturas de los manejos en pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*.

- Días de manejo en pos cosecha y porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum*.
- Germinación de las semillas de *E. foetidum*.

b. Producción de las semillas de *E. foetidum*

- Número y peso de semillas por 1,00 m².

3.2.5.2. Variables independientes

a. Especie vegetal

- Semillas de *E. foetidum*.

b. Manejo de pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*

- Secado de infrutescencias al sol.
- Secado de infrutescencias bajo sombra.
- Secado de infrutescencias en ambiente oscuro.
- Encostalado de infrutescencias por 4 días.
- Encostalado de infrutescencias por 8 días.
- Encostalado de infrutescencias por 12 días.
- Encostalado de infrutescencias por 16 días.
- Encostalado de infrutescencias por 20 días.

3.2.5.3. Frecuencia de evaluación

Todas las variables dependientes fueron evaluadas al finalizar la cosecha de infrutescencias del cultivo de *E. foetidum* del mismo campo y misma edad desde la germinación. Las infrutescencias evaluadas presentaron hasta ocho niveles y fueron sometidos a los diferentes tratamientos en estudio (Tabla 3).

3.3. Metodología

3.3.1. Manejo de pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*

3.3.1.1. Temperaturas de manejos en pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*.

Para los tratamientos, secado de infrutescencias al sol (T₁), secado de infrutescencias bajo sombra (T₂) y secado de infrutescencias en ambiente oscuro (T₃) se tomaron los datos de temperatura diariamente colocando el termómetro digital de varilla larga dentro de la biomasa en estudio, en cambio, las temperaturas de los manejos en pos cosechan de las infrutescencias de *E. foetidum*, encostalados por 4, 8, 12, 16 y 20 días (Tabla 2), fueron registradas dentro de los sacos el día de la extracción de las semillas. Para eso, se

introdujo el termómetro digital dentro de la biomasa por un período de tres minutos y luego se registró la temperatura que existía dentro del saco.

3.3.1.2. Días de manejo en pos cosecha y porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum*.

a. Días a la extracción de las semillas

Los días a la extracción de las semillas de *E. foetidum* estuvieron definidas por el tiempo de manejo en pos cosecha de las infrutescencias que fueron encostalados por 4, 8, 12, 16 y 20 días (Tabla 2) para los tratamientos T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈ respectivamente. Al inicio de la cosecha, las infrutescencias presentaron una humedad promedio de 85 % el cual fue medido con un higrómetro. Luego de este periodo de tiempo se procedió reducir la humedad a 18 % mediante un oreado bajo sombra y se comprobándose este valor con un higrómetro digital; para los tratamientos T₁, T₂ y T₃ como se muestra en la (Tabla 2) los días a la extracción de la semilla fueron de 3,5; 6,5 y diez días, respectivamente con una humedad promedio del 18% resultado de los días de secado.

b. Porcentaje de desgrane de las semillas de *E. foetidum*

Luego de realizado los manejos de pos cosecha para los tratamientos se procedió a realizar la trilla de las infrutescencias con el objetivo de hallar el porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum* para ello se tomaron los datos siguientes: 1) Se contó el número de infrutescencias cosechadas en diez plantas de *E. foetidum* por parcela. 2) De las diez plantas se contó el número de flores por inflorescencia. 3) Y mediante la siguiente fórmula (5), se halló el número posible de semillas por planta (Izquierdo et al., 2011):

$$\text{NSP}_p = 35 \% \times \text{IP} \times \text{FI} \times 2 \quad (5)$$

Donde:

NSP_p = Número de semillas posibles por planta.

IP = Número de infrutescencias por planta.

FI = Número de flores por inflorescencia.

35 % = Porcentaje media de infrutescencias fértiles.

2 = Media total de semillas por flor.

En el laboratorio de semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; se hizo lo siguiente: 1) En la gramera digital, se pesaron las semillas extraídas por tratamiento en estudio (Tabla 2); es decir se pesó las semillas cosechadas de 225 plantas de *E. foetidum*. 2) De cada tratamiento, se seleccionó 100 semillas

al azar y se pesaron en la gramera digital con el fin de hallar el peso posible del total de semillas por planta de *E. foetidum* a través de la siguiente fórmula (Izquierdo et al., 2011):

$$PSP = \frac{NSP_p}{100} \times P_{100s} \quad (6)$$

Donde:

PSP = Peso del número de semillas posibles por planta.

NSP_p = Número de semillas posibles por planta.

P_{100s} = Peso de 100 semillas de *E. foetidum*.

100 = Número de semillas de *E. foetidum*.

Después se halló el peso del número posible de semillas por parcela experimental mediante la siguiente fórmula (Izquierdo et al., 2011):

$$PS_{pe} = PSP \times 225 \quad (7)$$

Dónde:

PS_{pe} = Peso de semillas posibles por parcela experimental.

PSP = Peso del número de semillas posibles por planta.

225 = Plantas de *E. foetidum* por parcela experimental.

Con la fórmula (8) se halló el desgrane por inflorescencia de *E. foetidum*, usando el peso de las semillas extraídas por parcela experimental y con el posible peso de semillas por parcela experimental (Izquierdo et al., 2011):

$$PD (\%) = \frac{PSE_{pe}}{PS_{pe}} \times 100 \quad (8)$$

Dónde:

PD = Porcentaje de desgrane del tratamiento en estudio.

PS_{pe} = Peso de semillas posibles por parcela experimental.

PSE_{pe} = Peso de semillas extraídas por parcela experimental.

3.3.1.3. Porcentaje de germinación de las semillas de *E. foetidum*

En el laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; se hizo la prueba de germinación de las semillas de *E. foetidum* de la forma siguiente: 1) Se seleccionó 400 semillas de *E. foetidum* extraído por tratamiento y luego, se separó 100 semillas para cada placa Petri (repetición). 2) A cada placa Petri se le puso papel toalla húmeda. 3) En cada placa Petri se colocó 100 semillas de *E. foetidum* y luego se les etiquetó con la clave del número de repetición de cada tratamiento en estudio (Tabla 2). Asimismo, a cada placa Petri se cubrió con una tela negra manteniendo una temperatura de ambiente de 20 a 25 °C. 4) Desde el día de la siembra de las semillas a las placas Petri, se evaluó diariamente contabilizando el número de semillas que germinaban y cuyo período duró aproximadamente diez días. 5) De acuerdo a las semillas germinadas; el porcentaje de germinación se halló de la forma siguiente:

$$PG (\%) = \frac{SG}{100 \text{ semillas}} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

PV = Porcentaje de germinación.

SG = Semillas germinadas.

3.3.2. Producción de las semillas de *E. foetidum*

3.3.2.1. Número y peso de semillas por 1.00 m²

a. Número de semillas por 1.00 m²

Después de obtener el peso de semillas extraídas por parcela experimental (225 plantas) de cada tratamiento en estudio (Tabla 2) y obtener el peso de 100 semillas; mediante la siguiente fórmula se hallará el total de semillas extraídas por cada parcela experimental (225 plantas de *E. foetidum*) (Izquierdo et al., 2011):

$$NS_{pe} = \frac{PSE_{pe}}{P_{100s}} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

NS_{pe} = Número de semillas por parcela experimental.

P_{100s} = Peso de 100 semillas de *E. foetidum*.

PSE_{pe} = Peso de semillas extraídas por parcela experimental.

100 = 100 semillas de *E. foetidum*.

Finalmente, y después de obtener el número de semillas de *E. foetidum* por parcela experimental (9,00 m²); hallaremos el total de semillas por 1,00 m² con la siguiente fórmula (Izquierdo et al., 2011):

$$NS_{m^2} = \frac{NS_{pe}}{9,00 m^2} \times 1,00 m^2 \quad (11)$$

Donde:

NS_{m^2} = Número de semillas por 1,00 m².

NS_{pe} = Número de semillas por parcela experimental.

9,00 m² = Área de la parcela experimental.

b. Peso de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m²

Con la siguiente fórmula (12), se hallará el peso de las semillas de *E. foetidum* por 1,00 m² (Izquierdo et al., 2011):

$$PS_{m^2} = \frac{P_{100s}}{100} \times NS_{m^2} \quad (12)$$

Donde:

PS_{m^2} = Peso de semillas por 1,00 m².

NS_{m^2} = Número de semillas por 1,00 m².

P_{100s} = Peso de 100 semillas de *E. foetidum*.

100 = 100 semillas.

3.3.2.2. Estimación de la producción de las semillas (kg/ha)

a. Producción o rendimiento bruto de semillas (kg/ha)

Mediante el peso hallado de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m², se hallará la producción de semillas para 1.00 ha y se hará usando la siguiente fórmula:

$$R_{1 ha} = \frac{PS_{m^2}}{1,00 m^2} \times 10000 m^2 \quad (13)$$

Donde:

$R_{1 ha}$ = Producción de semillas *E. foetidum* en 1,00 ha.

PS_{m^2} = Peso de semillas por 1,00 m².

10000 m² = Área de 1,00 ha

b. Producción o rendimiento de semillas germinables (kg/ha)

Para hallar la producción o rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum* por tratamiento en estudio, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Rv_{1\text{ ha}} = R_{1\text{ ha}} \times PV (\%) \quad (14)$$

Donde:

$Rv_{1\text{ ha}}$ = Producción de semillas germinables de en 1,00 ha.

$R_{1\text{ ha}}$ = Producción de semillas en 1,00 ha.

PV (%) = Porcentaje de germinación de la semilla.

3.4. Ejecución del experimento

3.4.1. Preparación del campo experimental

3.4.1.1. Instalación

El experimento se instaló el 20 de abril del 2021 en el terreno del fundo del Sr. Elber Navarro Lapa que se encuentra destinado generalmente a la producción de los cultivos de sachaculantro, y otros cultivos. Este fundo se encuentra ubicado en el sector de afilador de la localidad de Tingo María, la parcela seleccionada fue de pendiente ligeramente inclinada con una extensión de 12,00 m de ancho por 24,00 m de largo resultando una superficie de 288,00 m².

3.4.1.2. Limpieza del terreno

Al día siguiente de seleccionar el terreno; se procedió a eliminar las malezas y arbustos presentes en el área seleccionada con machetes y azadones. Después de eliminar malezas y arbustos; manualmente se limpió estos restos y se amontonó fuera del área experimental y con ayuda de un azadón se homogenizó las partes irregulares del terreno.

3.4.1.3. Análisis físico-químico del suelo del área de producción

El 20 de abril de abril del 2021 y como parte del análisis de suelos del área de producción; se extrajeron submuestras de suelo del área experimental realizando los siguientes pasos: (1) Las submuestras fueron extraídas con un tubo (metálico) muestreador a una profundidad aproximadamente de 0,30 m en cada punto. (2) Las 30 submuestras extraídas, se hicieron de cada punto haciendo un recorrido en forma de “zig zag” cada 5,00 m entre hoyos. (3) Las 30 submuestras fueron mezcladas en una sola muestra y de esta, se extrajo 1,00 kg de la muestra. Esta muestra fue llevada al laboratorio de suelos de la

Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis físico y químico del suelo. Después de un mes, el análisis (Tabla 30) determinó que es un suelo franco arcilloso y con pH ligeramente ácido, con niveles altos de materia orgánica y nitrógeno, respectivamente; también con niveles medios y altos de fósforo disponible y potasio, respectivamente. Finalmente, el suelo del campo experimental presentaba condiciones físicas y químicas para la producción del cultivo de *E. foetidum*.

3.4.1.4. Demarcación del terreno

Después de una semana de la limpieza; con una cinta métrica se realizó las mediciones de las parcelas en base al distanciamiento de siembra de 0,20 x 0,20 m tal como indica el croquis (Figura 2). Y con la ayuda de una malla raschel se cercó todo el contorno del área de producción de infrutescencias de *E. foetidum*. Evitando de esta manera el ingreso de animales domésticos y silvestres al interior de la parcela.

3.4.2. Adquisición de plántulas de *E. foetidum*

Las plántulas fueron proveídas por el dueño de la parcela experimental Sr. Elber Navarro Lapa las cuales tenían condiciones vigorosas para su trasplante a campo definitivo. Las plántulas contaban con una altura promedio de 8 a 10 centímetros y contaban con un par de hojas

3.4.2.1. Trasplante de plántulas de *E. foetidum*

a. Selección y extracción

El 25 de mayo del 2021, se realizó el trasplante de plántulas de *E. foetidum* al campo del área experimental y cuyas plántulas, eran extraídas manualmente con mucho cuidado de la cama y puestas en platos descartables para su transporte a primeras horas del día. Las plántulas extraídas eran seleccionadas por su buen tamaño, vigor y buena apariencia, de aproximadamente 8,00 a 10,00 cm de altura con dos pares de hojas.

b. Trasplante

Luego de la extracción de las plántulas de *E. foetidum*; se fue trasplantando cada plántula en cada punto de siembra según el croquis del área de producción (Figuras 1 y 2) a un distanciamiento de 0,20 m x 0,20 m. Para colocar una sola plántula en cada hoyo; con una pequeña estaca se hizo un hoyo de 1,00 a 2,00 cm de profundidad con el fin que la parte radicular de la plántula quede tapada y que la parte aérea se encuentre de forma recta.

3.4.3. Prácticas culturales

3.4.3.1. Fertilización

a. Fertilización foliar

Cada mes después del trasplante, se hizo cinco aplicaciones del fertilizante foliar Bayfolan para complementar con micronutrientes a las plántulas. Se aplicó este foliar a una dosis de 100 mL/20 L agua usando una mochila de Jacto 20 L.

3.4.3.2. Control manual de malezas

El control de malezas se realizó a los 30 y 90 días después del trasplante. A los 30 días se hizo solo con las manos debido al tamaño de *E. foetidum* y a los 90 días después del trasplante; la eliminación de las malezas se hizo con un azadón. La maleza con más presencia en toda el área experimental fue *Cynodon dactylon* (pasto grama).

3.4.3.3. Control preventivo de plagas y enfermedades

a. Control de enfermedades

Con el fin de prevenir a algunas enfermedades fungosas; con la mochila fumigadora, a las plántulas de *E. foetidum* se le aplicó el fungicida Gavan® 500 SC (Triazol) a una dosis de 0,40 L/ha a los 30 y 90 días después del trasplante.

b. Control de insectos plagas

Con el objetivo de prevenir daños insectos plagas, se aplicó el insecticida TIFON 4E (Chlorpyrifos) a una dosis de 0,40 L/200 L de agua. En total se hicieron dos aplicaciones; la primera aplicación se hizo a los 30 días después del trasplante y la segunda aplicación se hizo al inicio de la floración (aproximadamente 90 días después del trasplante).

3.4.3.4. Cosecha de las infrutescencias

A finales de septiembre y primera semana de octubre del 2021, se hizo la cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*. Para eso las infrutescencias que estaban en la parte inferior de la planta, presentaban una coloración amarillo pardo que daba indicio a que las semillas ya estaban listas para desprenderse de estas. Por eso, con un cuchillo filudo se cortaron la infrutescencia de cada planta desde el ras del suelo y de este modo la infrutescencia era puesta en un costal para su posterior secado según los tratamientos en estudio (Tabla 3). Con un higrómetro digital se comprobó que todas las infrutescencias presentaron en promedio 85 % de humedad. Finalmente, después de la obtención de las semillas, se venteó las impurezas que se depositaron en los costales y por lo tanto, no se pudo evaluar las impurezas.

3.4.4. Fotografías de ejecución del experimento

A continuación, algunas fotografías de la ejecución del experimento:



Figura 3. a. Cosecha de las infrutescencias (color amarillo) de *E. foetidum*, b. Seleccionando a las infrutescencias, c. Encostalado de las infrutescencias, d. Fase de laboratorio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Extracción de las semillas de *Eryngium foetidum*

4.1.1. Temperatura de los manejos en pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*

4.1.1.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$)

De acuerdo al análisis de variancia de los resultados obtenidos (Tabla 5); se observa que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos para la temperatura del manejo en pos cosecha de la infrutescencia de *E. foetidum*. Es decir, al menos un tratamiento en estudio se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos en estudio para esta variable. Además, el valor del coeficiente de variabilidad es igual a 3,38 %, lo que nos indica, es que existe una excelente homogeneidad de los resultados obtenidos por las unidades experimentales de los tratamientos en estudio (Gutiérrez y De La Vara, 2012); es decir, que las diferencias de los resultados de las unidades experimentales de cada tratamiento, no son muy distantes y casi iguales, por lo que la variación es mínima.

Tabla 5. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para la temperatura de manejo en pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum*.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F tab ($\alpha = 0,05$)
Tratamientos	7	2814.47	402.07 ^{AS}	311.33	2,42
Error experimental	24	30,99	1,29		
Total	31	2845,46			
C.V. (%)		3,37			

G.L. = Grados de libertad.

S.C. = Suma de cuadrados.

C.M. = Cuadrados medio.

C.V. = Coeficiente de variación.

AS = Existen diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

4.1.1.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$)

Estadísticamente los tratamientos en base a infrutescencias encostaladas son las que presentaron mayores temperaturas de extracción de semillas de *E. foetidum*, donde el tratamiento T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) presentó la mayor temperatura (53,38 °C) en comparación a los demás tratamientos, seguidos por los tratamientos T7 (Encostalado de infrutescencias por 16 días) y T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días), y que además se diferencian estadísticamente (Tabla 6). Estos resultados se explican debido a la formación de un microclima en el interior de los sacos que

contienen las infrutescencias. En este microclima, la temperatura aumenta como resultado del procesamiento de la materia orgánica presente en las infrutescencias debido a la actividad de microorganismos. Esto podría entenderse como un proceso similar al compostaje, donde la actividad microbiana aerobia influye en el procesamiento de la materia orgánica, aumentando la temperatura y reduciendo el volumen y peso del material en descomposición. Como consecuencia, se genera humus y un oscurecimiento del material (Cronje et al., 2003; Michel et al., 2004; Nakasaki et al., 2005). Esto se reflejó en la apariencia más oscura de las infrutescencias que estuvieron dentro de los sacos durante 16 y 20 días, en comparación con las infrutescencias que pasaron menos tiempo dentro de los sacos y con respecto a las infrutescencias de los otros tratamientos estudiados.

Tabla 6. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para la temperatura de extracción de las semillas de *E. foetidum*.

Tratamientos		Temperatura	
Clave	Descripción	(°C)	Significancia
T ₈	Encostalado de infrutescencias por 20 días	53,58	a
T ₇	Encostalado de infrutescencias por 16 días	40,25	b
T ₆	Encostalado de infrutescencias por 12 días	38,08	c
T ₅	Encostalado de infrutescencias por 8 días	32,80	d
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	28,33	e
T ₄	Encostalado de infrutescencias por 4 días	28,13	e
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	25,23	f
T ₃	Secado de infrutescencias en ambiente oscuro	23,03	g

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

Respecto al párrafo anterior debido a los resultados obtenidos en la medición de la temperatura registrada para la extracción de semillas de *E. foetidum* (Tabla 6); se puede sostener que las altas temperaturas que fueron registradas en los tratamientos en base al encostalado, son en consecuencia de que al poner material orgánico dentro de los sacos, se genera un ambiente de descomposición de estos, porque está comprobado que si un material fresco entra al compostaje, inicia a temperatura ambiente y a pocos días e inclusive en horas, la temperatura incrementa hasta 45 °C, debido a la actividad microbiana porque utilizan fuentes sencillas de carbono y nitrógeno que generan calor y dura hasta ocho días (Sánchez et al., 2001; Nakasaki et al., 2005; Miyatake e Iwabuchi, 2006), luego se dan otros procesos donde actúan

otros tipos de microorganismos que actúan a temperaturas elevadas por encima de los 40 °C y cuando este proceso finaliza, la temperatura se reduce (Cronje et al., 2003) y lo que explicaría probablemente porqué a la hora de registrar las temperaturas en los encostados de las semillas de *E. foetidum* por 16 y 20 días, alcanzaron temperaturas promedios de 40,25 y 53,58 °C (Tabla 6), respectivamente. En cambio, las temperaturas registradas en los otros tratamientos fueron menores a 30 °C, donde la temperatura registrada del tratamiento T3 (Secado de infrutescencias en ambiente oscuro) fue estadísticamente menor en comparación a los demás tratamientos.

4.1.2. Días de extracción y porcentaje de desgrane de las semillas de *E. foetidum*

4.1.2.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$)

De acuerdo al análisis de variancia de los resultados obtenidos (Tabla 7) para estas variables; se vio que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos para el número de días de extracción de semillas y porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum*. Es decir, esto significa que al menos un tratamiento en estudio se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos para el número de días de extracción y porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum*. Los coeficientes de variabilidad son iguales a 4,08 y 4,02 %, respectivamente. Estos valores indican que hubo excelente homogeneidad de los resultados obtenidos por las unidades experimentales de los tratamientos (Gutiérrez y De La Vara, 2012); porque las diferencias de los resultados de las unidades experimentales, no son muy distantes y casi iguales, por lo que la variación es ínfima.

Tabla 7. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para el número de días de extracción de las semillas y porcentaje de desgrane de las semillas de *E. foetidum*.

Fuente de variación	G.L.	Días de manejo en pos cosecha		Desgrane		F Tab ($\alpha = 0,05$)
		C.M.	F cal	C.M.	F cal	
Tratamientos	7	134,00 ^{AS}	804,00	2121,53 ^{AS}	352,18	2,42
Error experimental	24	0,17		6,02		
Total	31					
C.V. (%)		4,08		4,02		

G.L. = Grados de libertad.

C.M. = Cuadrados medio.

C.V. = Coeficiente de variación.

AS = Existen diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

4.1.2.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$)

Según al número de días de manejo en pos cosecha de las infrutescencias de *E. foetidum* de los tratamientos en estudio (Tabla 3); era normal que existiera diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio (Tabla 8), y donde los tratamientos T1 (Secado de infrutescencias al sol) y T4 (Encostalado de infrutescencias por 4 días) no se diferencian estadísticamente, porque en promedio en ambos tratamientos las semillas fueron extraídas a 3,50 y 4,00 días, respectivamente. Estas diferencias en el número de días de extracción de las semillas de *E. foetidum* (Tabla 8), podría explicar las diferencias significativas de los tratamientos en estudio en el porcentaje de desgrane de las semillas, porque estadísticamente los tratamientos T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) y T7 (Encostalado de infrutescencias por 16 días) obtuvieron los mayores porcentajes de desgrane con 95,48 y 90,53 %, respectivamente, y seguido por el tratamiento T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días) con 75,13 % de desgrane (Tabla 7).

Tabla 8. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) del número de días del manejo en pos cosecha de infrutescencia y porcentaje de desgrane de las semillas de *E. foetidum*.

Tratamientos		Extracción		Desgrane	
Clave	Descripción	(días)	Sig.	(%)	Sig.
T ₈	Encostalado de infrutescencias por 20 días	20,00	a	95,48	a
T ₇	Encostalado de infrutescencias por 16 días	16,00	b	90,53	b
T ₆	Encostalado de infrutescencias por 12 días	12,00	c	75,13	c
T ₅	Encostalado de infrutescencias por 8 días	8,00	e	52,03	d
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	3,50	g	51,33	d
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	6,50	f	45,58	e
T ₃	Secado de infrutescencias en ambiente oscuro	10,00	d	45,16	e
T ₄	Encostalado de infrutescencias por 4 días	4,00	g	32,90	f

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

Sin embargo, lo que se ve es que los tratamientos encostalados obtuvieron los mayores porcentajes de desgrane, porque al parecer cuando las infrutescencias son encostaladas, estas se someten de algún modo a un proceso de descomposición y donde las semillas se separan fácilmente de la inflorescencia que los sujeta debido a la descomposición de este material orgánico producto del incremento de la temperatura en los costales (Tabla 6) y estas van cayendo al fondo del costal, sin necesidad de agitar a las infrutescencias como en caso de infrutescencias de los otros tratamientos, porque en caso de especies productoras de semillas

en inflorescencia como *E. foetidum*; se recomienda que estas (infrutescencias) deben ser puestas en costales o bolsas para que las semillas sean desprendidas fácilmente y estas sean en grandes cantidades (Buxmann, 2018; Vélez y Castrillón, 2018).

Es decir, el haber colocado las infrutescencias de *E. foetidum* en costales, favoreció a que los porcentajes de desgrane sean significativamente mayores. Aunque las infrutescencias encostalado por 8 días (T5) y 4 días (T4), obtuvieron porcentajes de desgrane iguales a 52,03 y 32,90 %, respectivamente (Tabla 8), y donde las infrutescencias encostaladas por cuatro días, significativamente obtuvo el menor porcentaje de desgrane en comparación a los demás tratamientos en estudio. Este resultado nos puede indicar, que para obtener altísimo porcentaje de desgrane de las infrutescencias de *E. foetidum*, es recomendable que estas estén encostaladas por un período de 12 a 20 días en promedio, porque menor a esos días, el desgrane es en teoría menor al 50 %, porque probablemente en esos días las infrutescencias alcanzan menos adhesión a las semillas debido a ese proceso de descomposición (Sánchez et al., 2001; Miyatake e Iwabuchi, 2006) y en consecuencia hay un mayor desprendimiento de las semillas, y es por eso que Izquierdo et al. (2011), Buxmann (2018) y Vélez y Castrillón, (2018) coinciden y recomiendan que es fundamental que las infrutescencias sean metidas en sacos para extraer las semillas de estas especies; sin embargo, no mencionan el número de días que estos deben mantenerse dentro de los sacos o bolsas.

4.1.2.3. Análisis de correlación lineal simple

El porcentaje de desgrane de semillas de *E. foetidum* que viene a ser una variable dependiente, se encuentra correlacionado con dos variables independientes que son el número de días de extracción (Figura 4a) y temperatura de extracción de semillas (Figura 4b), respectivamente, porque los valores de correlación lineal simple (r) obtenidos son cercanos a uno y lo que indica que la asociación de la variable dependiente (porcentaje de desgrane) con las variables independientes (días de extracción y temperatura de extracción) es muy buena y directa (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013), porque el porcentaje de desgrane de las semillas incrementa a medida que aumenta los días que se deben extraer las semillas y a medida que aumentó la temperatura (momento de extracción de las semillas). Sin embargo, la temperatura registrada al momento de la extracción (Tabla 7), se correlaciona con los días de extracción de semillas (Figura 4c) debido básicamente a que la temperatura en los sacos incrementa a medida que incrementa los días para extracción de semillas (Figura 4d), en consecuencia, del inicio de la descomposición de la materia orgánica bajo esas condiciones (Cronje et al., 2003).

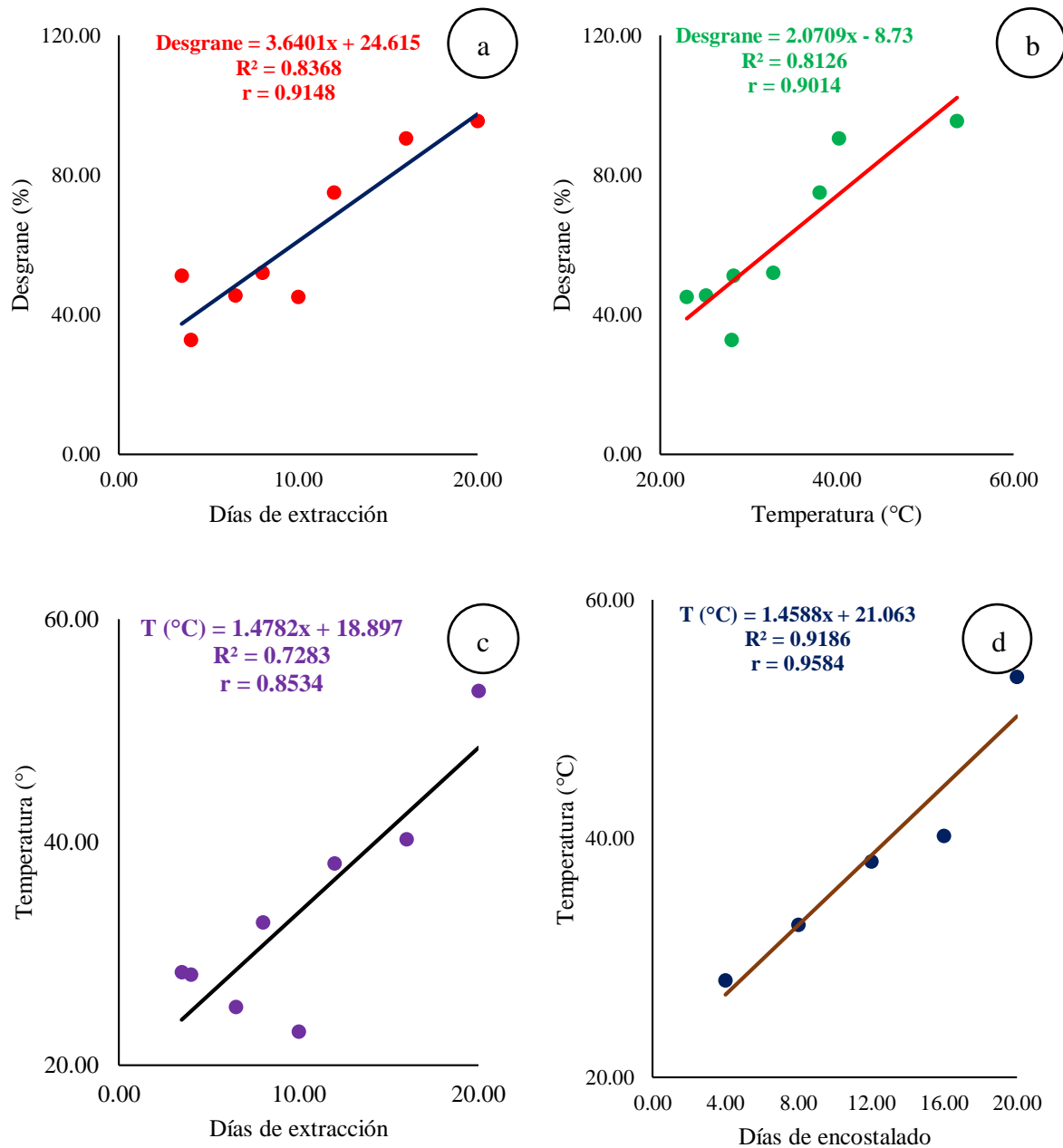


Figura 4. Correlación lineal simple para: a. Desgrane con los días de extracción, b. Desgrane con la temperatura de extracción, c. Temperatura de extracción con el número de días de extracción, d. Temperatura con los días de encostalado de infrutescencias.

Este análisis arroja posibles conclusiones como: 1) la interacción entre el número de días para extraer semillas y la temperatura que se registró al momento de la extracción de las semillas, influyeron sobre el porcentaje de desgrane, porque el desgrane de infrutescencias encostaladas por cuatro días (T4) y cuya temperatura fue 28,13 °C (Tabla 6), fue estadísticamente menor al desgrane de las infrutescencias secadas bajo sombra (T2) o bajo

un ambiente oscuro (T3) con temperaturas iguales 25,23 y 23,03 °C, respectivamente (Tabla 6), los cuales fueron menores a la temperatura registrada del tratamiento T4 (Tabla 6). 2) Este resultado nos indica que ambas variables (días de extracción y temperatura) en conjunto influyeron en el porcentaje de desgrane de las semillas de *E. foetidum*, porque probablemente sin la interacción de ambas variables, el desgrane de las semillas posiblemente hubiese sido diferente, por lo que no se puede atribuir los resultados del desgrane de semillas a un solo factor.

4.1.3. Germinación de las semillas de *E. foetidum*

4.1.3.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$)

Según el análisis de variancia de los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación de las semillas de *E. foetidum* de los tratamientos en estudio al inicio de la extracción, a los 60 y 120 días después de extracción (dde) (Tabla 9); existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en las tres evaluaciones, porque al menos un tratamiento se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos. Los valores de los coeficientes de variabilidad fueron iguales a 0,93, 0,72 y 1,11 %, respectivamente y según Gutiérrez y De La Vara (2012), estos valores indica que hubo excelente homogeneidad entre los resultados de las unidades experimentales de cada tratamiento en evaluaciones hechas; es decir, las diferencias de los resultados de las unidades experimentales, no son muy distantes en promedio o casi iguales, porque la germinación de las semillas de *E. foetidum* fueron evaluadas en placas Petri y bajo condiciones contraladas.

Tabla 9. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) de la germinación al inicio la extracción y a los 60 y 120 días después de la extracción (dde) de las semillas de *E. foetidum*.

Fuente de variación	G.L.	Germinación (inicio)		Germinación (60 dde)		Germinación (120 dde)		F Tab ($\alpha = 0,05$)
		C.M.	F cal	C.M.	F cal	C.M.	F cal	
		Tratamientos	7	297,49 ^{AS}	402,70	293,89 ^{AS}	705,16	
Error experimental	24	0,74		0,42		0,92		
Total	31							
C.V. (%)		0,93		0,72		1,11		

G.L. = Grados de libertad.

C.M. = Cuadrados medio.

C.V. = Coeficiente de variación.

AS = Existen diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

4.1.3.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$)

Estadísticamente los tratamientos T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días), T7 (Encostalado de infrutescencias por 16 días) y T5 (Encostalado de infrutescencias por 8 días) al inicio de la extracción de semillas de *E. foetidum*, y a los 60 y 120 días después de la extracción de *E. foetidum*; presentaron mayores porcentajes de germinación (Tabla 11); es decir, presentan semillas con mayor porcentaje de germinación en comparación a los demás tratamientos (Tabla 10) en estudio, posiblemente debido a que la extracción de semillas de infrutescencias como *E. foetidum* se realizó en sacos tal como recomiendan Izquierdo et al. (2011), Buxmann (2018) y Vélez y Castrillón, (2018); sin embargo, el tratamiento T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) estadísticamente presenta menor porcentaje de germinación al inicio de la extracción, a los 60 y 120 días después de la extracción de semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* (Tabla 10) en comparación a los demás tratamientos, probablemente se deba a la elevada temperatura que se alcanza dentro del saco a los 20 días siendo igual a 53,58 °C y significativamente más alto en comparación a las temperaturas registradas en los tratamientos en estudio (Tabla 6).

Tabla 10. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de germinación de las semillas de *E. foetidum* al inicio de la extracción, y a los 60 y 120 días después de la extracción (dde).

Tratamientos		Germinación (inicio)		Germinación (60 dde)		Germinación (120 dde)	
Clave	Descripción	(%)	Significancia	(%)	Significancia	(%)	Significancia
T ₆	Encostalado de infrutescencias por 12 días	98,75	a	96,80	a	94,20	a
T ₇	Encostalado de infrutescencias por 16 días	97,10	b	94,05	b	91,28	b
T ₅	Encostalado de infrutescencias por 8 días	96,43	b	92,90	c	90,53	b
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	95,48	bc	91,00	de	85,93	d
T ₄	Encostalado de infrutescencias por 4 días	94,65	cd	91,78	d	87,03	d
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	93,90	cd	91,25	de	89,78	bc
T ₃	Secado de infrutescencias en ambiente oscuro	92,88	d	90,68	e	88,50	c
T ₈	Encostalado de infrutescencias por 20 días	71,78	e	69,08	f	62,05	e

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

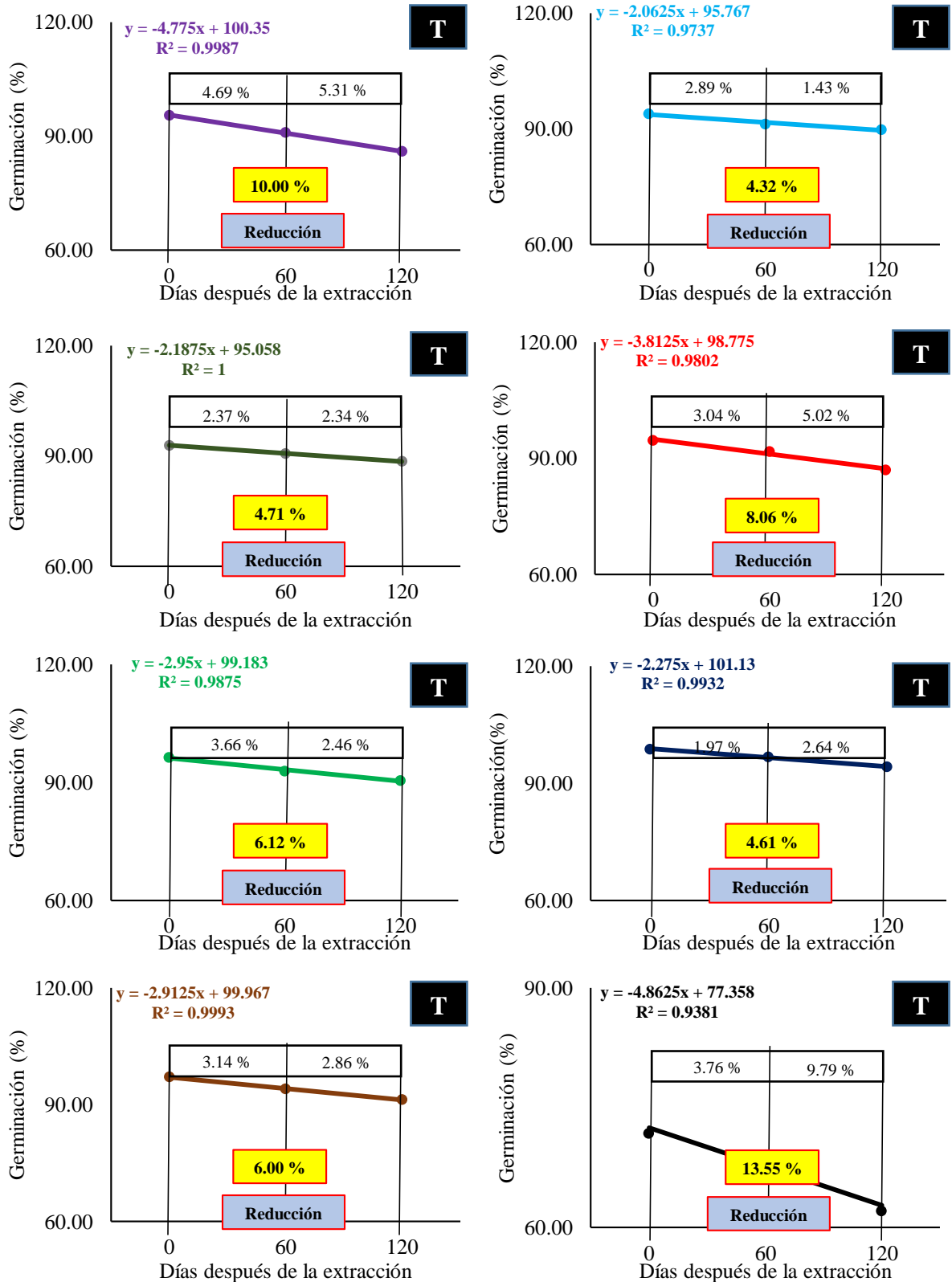
Es decir, probablemente la alta temperatura (53,58 °C) registrado en el encostado de las infrutescencias *E. foetidum* por 20 días, influyó a que estas semillas alcancen una baja germinación, porque semillas expuestas temperaturas extremas pierden su germinación en la germinación (Doria, 2010; Sánchez et al., 2011) porque temperaturas demasiadas altas o bajas, hacen que la semilla se incapaz de germinar, así se le proporcione la adecuada cantidad de agua (Flechas y Medina, 2021). Esto podría explicar porque estas semillas alcanzaron bajo porcentaje de germinación, debido a que durante la extracción de las semillas; las semillas que se separaban de la infrutescencia y caían al saco, se sometían a una temperatura no óptima para su germinación y lo que acababa matando el embrión de las semillas (Pérez et al., 2013).

Es por eso, que se recomienda que, en el secado de infrutescencias, las temperaturas sean bajas porque da granos de mejor calidad al germinar que secados a altas temperaturas (Izquierdo et al. 2011), razón por el cual, las semillas de *E. foetidum* al inicio de la extracción de los demás tratamientos presentaron mayor germinación entre 93 a 99 % (Tabla 10). Entonces, una alta temperatura (53,58 °C) influyó negativamente sobre la germinación de las semillas de *E. foetidum*; en cambio temperaturas que rondan entre 23 a 40 °C (Tabla 6), parecen influir positivamente en la germinación entre 92 a 99 % (Tabla 10) y la germinación es el porcentaje de semillas vivas con capacidad de germinar y obtener excelentes plantas (Pérez et al., 2013); además, estas a los 120 días después de la extracción de las semillas mantienen una germinación de 88 a 94 % (Tabla 10), por lo que se concluye que el secado de las infrutescencias de *E. foetidum* bajo ese rango de temperatura, se puede obtener plantas en buenas condiciones y porque las semillas deben presentar alta germinación al inicio y durante el almacenamiento (Doria, 2010).

4.1.3.3. Análisis regresión lineal y correlación lineal simple

a. Análisis de regresión lineal

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 10), se observa que los porcentajes de germinación de las semillas de *E. foetidum* de los tratamientos en estudio



Legenda:

T₁ = Secado de infrutescencias al sol
 T₂ = Secado de infrutescencias bajo sombra
 T₃ = Secado de infrutescencias en ambiente oscuro
 T₄ = Encostalado de infrutescencias por 4 días

T₅ = Encostalado de infrutescencias por 8 días
 T₆ = Encostalado de infrutescencias por 12 días
 T₇ = Encostalado de infrutescencias por 16 días
 T₈ = Encostalado de infrutescencias por 20 días

Figura 5. Regresión lineal del porcentaje de germinación de semillas de *E. foetidum* (variable dependiente) con los días después de la extracción (variable independiente).

se reducen a medida que transcurren los días después del inicio de la extracción de las semillas y, por ende, el porcentaje de germinación de las semillas adquiere una tendencia descendiente con el transcurrir de los días. Además, los valores R² de las ecuaciones rectas de los tratamientos en estudio (Figura 6); estos son cercanos a la unidad, lo que indica que existe excelente relación entre la variable respuesta (porcentaje de germinación) con la variable explicativa (días después de la extracción) (Gutiérrez y De La Vara, 2012), o mejor dicho, los valores cuantitativos que la variable dependiente (Y) según la ecuación existente, estará fuertemente relacionado con los valores de la variable independiente (X) con una estimación casi exacta por los valores de R² casi cercanos a la unidad (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013).

Es decir, se comprueba que la germinación de las semillas de *E. foetidum*, disminuye a medida que pasan los días, independientemente de los tratamientos que recibe, porque la germinación de las semillas disminuye progresivamente con el tiempo (Flechas y Medina, 2021; Pérez et al., 2013); aunque en el almacenamiento, factores como temperatura y humedad baja, llegan a favorecer un metabolismo lento de las semillas y lo que les permite obtener mayor longevidad (Doria, 2010). Ahora bien, en 120 días después de la extracción de las semillas, los porcentajes de germinación se redujeron en 4 a 6 % (Figura 5) con excepción de los porcentajes de germinación de los tratamientos T1 (Secado de infrutescencias al sol), T4 (Encostalado de infrutescencias por 4 días) y T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) que se redujeron en 10,00, 8,06 y 13,55 %, respectivamente (Figura 5) y lo cual parece significativo en comparación a los demás tratamientos en estudio, probablemente debido a las formas de extracción de semillas o a otro factor como las condiciones del almacenamiento, porque las semillas si es almacenada a 4 °C por un mes, puede mantener 90 % de germinación y sí se hace por cuatro meses a esa misma temperatura, alcanza 70 % de germinación (Torres y Gill, 2007 citado por Loarte, 2021), por lo que la temperatura de almacenamiento fue la idónea por cuatro meses, porque la germinación se redujo en promedio en un 10 % (Figura 5).

b. Correlación lineal simple

En base a los valores de “r” de los análisis de correlación lineal simple realizados al porcentaje promedio de germinación de las semillas de *E. foetidum* (variable dependiente) con las variables independientes temperatura de extracción (Figura 6a) y días de extracción (Figura 6b); se puede concluir que no existió una confirmación real de correlación entre la variable dependiente con las variables independientes, porque los valores de “r” fueron lejanos a la unidad (Figura 6) y lo que indica que la asociación entre ambas

variables no es muy buena o es regular (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013). Es decir, el porcentaje de germinación de las semillas de *E. foetidum* no parece depender directamente de la temperatura de extracción o de los días que las semillas fueron extraídas después del secado de las infrutescencias, porque esta depende de muchos factores y después de la extracción, la germinación depende del tiempo y condiciones de almacenamiento (Sánchez et al., 2011). Sin embargo temperaturas en un rango de 20 a 40 °C (Tabla 6) para el secado de las infrutescencias; parecen no ser perjudiciales en la germinación de las semillas de *E. foetidum*, porque temperaturas cercanas a 50 °C (Tabla 6) son perjudiciales para la germinación de las semillas de *E. foetidum* porque al inicio de la obtención de las semillas, su porcentaje de germinación puede ser en promedio de 72 % (Tabla 10), porque esta temperatura llega a eliminar el embrión de las semillas del 30 % de un total de semillas que se obtienen al inicio de la extracción de las semillas.

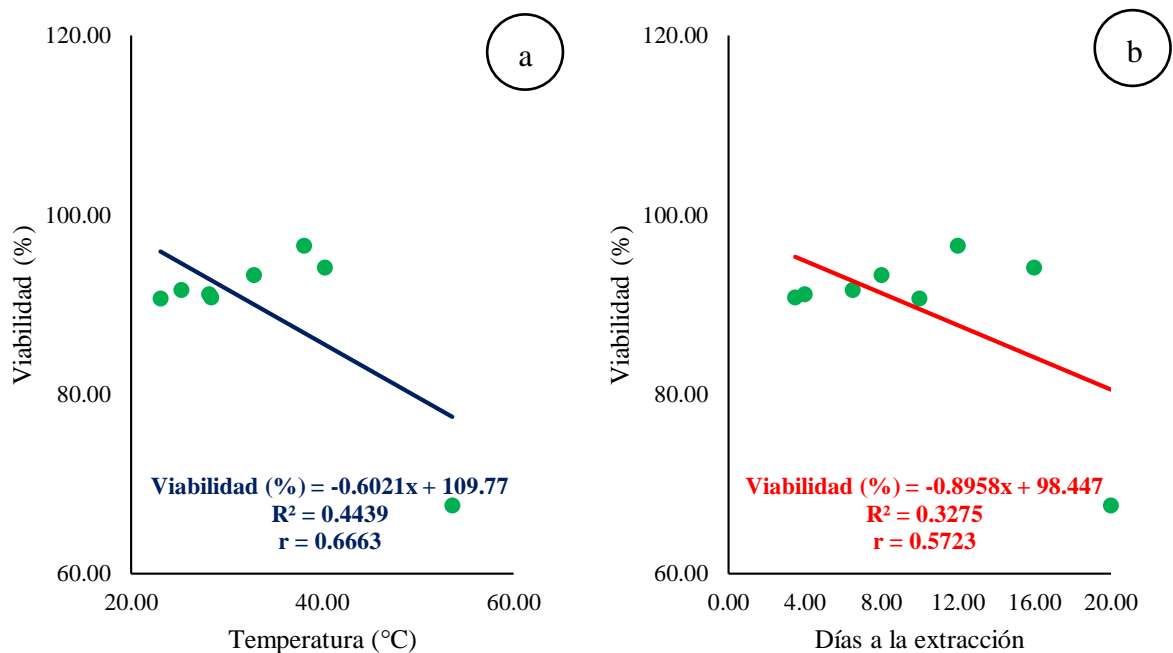


Figura 6. Correlación lineal simple para: a. Germinación de las semillas de *E. foetidum* con la temperatura de extracción, b. Germinación de las semillas de *E. foetidum* con los días a la extracción de las semillas.

4.2. Producción de semillas de *E. foetidum*

4.2.1. Número y peso de semillas por 1,00 m²

4.2.1.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$)

Según el análisis de variancia para los resultados obtenidos (Tabla 11), se ve que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en el número y peso de semillas de *E. foetidum* por m², respectivamente.

Es decir, es muy posible que al menos un tratamiento en estudio estadísticamente se diferencia de los demás tratamientos en estudio en cada variable evaluada y por lo tanto, se realizará una comparación de medias mediante la prueba Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC). Por otro lado, se halló los coeficientes de variabilidad de las dos variables evaluadas y cuyos valores fueron iguales a 9,74 %, respectivamente (Tabla 11), y nos llega a indicar que hubo excelente homogeneidad de los resultados obtenidos por las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio (Gutiérrez y De La Vara, 2012), es decir, los resultados de cada unidad experimental en cada tratamiento en estudio, fue similar o casi igual en promedio.

Tabla 11. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para el número de semillas y peso de semillas *E. foetidum* por 1,00 m².

Fuente de variación	G.L.	Número de semillas		Peso de semillas		F Tab ($\alpha = 0,05$)
		C.M.	F cal	C.M.	F cal	
Tratamientos	7	1476153225,01 ^{AS}	63,11	186,95 ^{AS}	63,11	2,42
Error experimental	24	23391129,55		2,96		
Total	31					
C.V. (%)			9,74		9,74	

G.L. = Grados de libertad.

C.M. = Cuadrados medio.

C.V. = Coeficiente de variación.

AS = Existen diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

4.2.1.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$)

Estadísticamente los tratamientos T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días), T7 (Encostalado de infrutescencias por 16 días) y T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días), obtuvieron mayor número y peso de semillas de *E. foetidum* por m² en comparación a los demás tratamientos en estudio (Tabla 12); en cambio, el tratamiento T4 (Encostalado de infrutescencias por 4 días), estadísticamente obtuvo el menor número y peso de semillas de *E. foetidum* por m² en comparación a los demás tratamientos en estudio (Tabla 12), porque a pesar de que se llega a recomendar que para el secado de infrutescencias de *E. foetidum* en bolsas o sacos con el fin de obtener el mayor número posible de semillas (Izquierdo et al., 2011; Buxmann, 2018; Vélez y Castrillón, 2018), es necesario

tener en cuenta que período debe encontrarse las infrutescencias dentro de los sacos para que estos puedan liberar sus semillas dentro de los sacos y por ende, parece que lo más recomendable es que las infrutescencias deben permanecer entre 12 a 20 días (Tabla 12), porque se obtiene el mayor número y peso de semillas por 1,00 m².

Respecto al párrafo anterior, podemos concluir que mantener a las infrutescencias por igual a menos de cuatro días, no es recomendable para extraer el mayor número posible de semillas, porque al parecer no se genera las condiciones necesarias dentro del saco para estimular que las infrutescencias liberen las semillas y por ende se obtiene menor número de semillas y peso de semillas por m² y cuyos resultados son estadísticamente menores a las infrutescencias que fueron secados al aire libre (Tabla 12). Ahora bien, estos resultados pueden obedecer a diferentes factores climáticos dentro de los sacos como la temperatura que alcanza durante el encostalado (Tabla 6) que parecen haber influido sobre el desprendimiento de las semillas de las infrutescencias y por ende con el porcentaje de desgrane (Tabla 8), debido a la descomposición de la materia orgánica (Michel et al., 2004) durante el encostalado y cuya descomposición facilita el desprendimiento de las semillas de las infrutescencias.

Tabla 12. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) del número de semillas y peso de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m².

Tratamientos		Semillas por m ²		Peso de semillas	
Clave	Descripción	(total)	Sig.	(g/m ²)	Sig.
T ₈	Encostalado de infrutescencias por 20 días	78364,24	a	27,89	a
T ₇	Encostalado de infrutescencias por 16 días	74221,98	a	26,41	a
T ₆	Encostalado de infrutescencias por 12 días	62237,53	b	22,15	b
T ₅	Encostalado de infrutescencias por 8 días	42176,19	c	15,01	c
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	40452,53	c	14,40	c
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	36495,99	c	12,99	c
T ₃	Secado de infrutescencias en ambiente oscuro	35999,55	c	12,81	c
T ₄	Encostalado de infrutescencias por 4 días	27362,79	d	9,74	d

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

En promedio los tratamientos T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días), T7 (Encostalado de infrutescencias por 16 días) y T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días) fueron los que más peso de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m² que los demás tratamientos en estudio con pesos de 27,89, 26,41 y 22,15 g, respectivamente (Tabla 12) y cuyos pesos fueron mayores a lo que se obtiene a un distanciamiento de 15 x 15 cm y cuyo peso por m² es aproximadamente 17,00 g (De Gusmao et al., 2002 y Heredia, 2002). Es decir, los resultados de esos tratamientos a una distancia de 20 x 20 cm fueron mayores a lo reportado por dos autores, probablemente debido a la forma de extracción de las semillas, porque el peso de semillas por m² se encuentra correlacionado con el total de semillas por m² (Figura6).

Respecto al párrafo anterior; los pesos de semillas por m² de los demás tratamientos (Tabla 12) fueron menores a 17,00 g y donde el peso del tratamiento T4 (Encostalado de infrutescencias por 4 días) fue igual 9,74 g; es decir, las infrutescencias secadas en costales por más de 12 días, pueden ayudar a obtener mayor número de semillas por m² y por ende habrá mayor peso de semillas por m² a pesar de haber sembrado a una densidad de siembra mayor que lo recomendable para este cultivo, que es menor a 20 x 20 cm (Heredia, 2002; Eunice, 2006) y cuyo número de semillas por 1,00 g en nuestra investigación en promedio fue 2810 semillas (Anexo, Tabla 25), porque para un distanciamiento de siembra de 15 x 15 cm, el número de semillas por 1,00 g es aproximadamente 2650 semillas (De Gusmao et al., 2002).

4.2.1.3. Correlación lineal simple

El peso de las semillas de *E. foetidum* por 1,00 m² se encuentra fuertemente correlacionado con el número de semillas por 1,00 m² (Figura 7a), pero también correlacionado con el porcentaje de desgrane de las semillas (Figura 8b), porque los valores de “r” fueron casi iguales a la unidad (Figura 7) y lo que indica que la variable dependiente (peso de semillas) está altamente influenciado por dos variables independientes (número de semillas por m² y porcentaje de desgrane de las infrutescencias) (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013), porque a mayor es el número de semillas por m² es mayor el peso de las semillas por m², pero también mayor es el porcentaje de desgrane es mayor el peso de las semillas por m² (Figura 7). Pero, además, el peso y número de las semillas de *E. foetidum*, puede estar correlacionado con la temperatura de extracción de las semillas (Anexo, Figura 12), y lo que nos llegaría a indicar que el proceso de extracción de semillas influye en el rendimiento de las semillas de este cultivo.

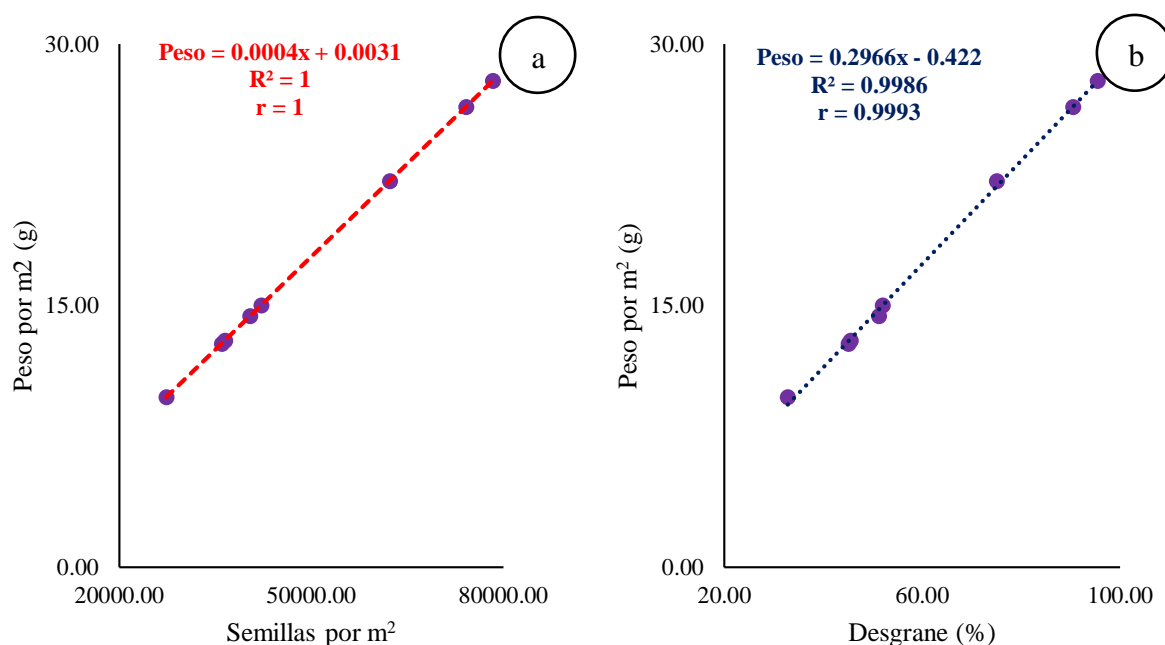


Figura 7. Correlación lineal simple para: a. Peso de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m² con el número de semillas por 1,00 m², b. Peso de semillas de *E. foetidum* por 1,00 m² con el porcentaje de desgrane de las infrutescencias.

4.2.2. Producción de las semillas (kg/ha)

4.2.2.1. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$)

De acuerdo al análisis de variancia de los resultados obtenidos de los tratamientos en estudio para los rendimientos de las semillas de *E. foetidum* sin prueba de germinación y con prueba de germinación, respectivamente (Tabla 13); se ve que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio para ambas variables. Es decir, es muy posible que al menos un tratamiento se diferencie significativamente de los demás tratamientos en las variables evaluadas, por lo que realizaremos la prueba de comparación de medias con la prueba Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC). Asimismo, los coeficientes de variabilidad obtenidos en ambas variables evaluadas, fueron menores al 10 % y estos valores de variabilidad, nos indica que hubo excelente homogeneidad en los resultados obtenidos por las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio (Gutiérrez y De La Vara, 2012), por lo que las diferencias entre los promedios de cada tratamiento en estudio por más mínima que sea, estará influenciado por la mínima variabilidad existente.

Tabla 13. Análisis de variancia ($\alpha = 0,05$) para los rendimientos de las semillas de *E. foetidum* sin prueba de germinación y con prueba de germinación.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento		Rendimiento (germinable)		F Tab ($\alpha = 0,05$)
		C.M.	F cal	C.M.	F cal	
Tratamientos	7	18694,71 ^{AS}	63,11	13036,63 ^{AS}	58,48	2,42
Error experimental	24	296,24		222,94		
Total	31					
C.V. (%)		9,74		9,26		

G.L. = Grados de libertad.

C.M. = Cuadrados medio.

C.V. = Coeficiente de variación.

AS = Existen diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

4.2.2.2. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$)

Estadísticamente el tratamiento T7 (Encostalado de semillas por 16 días) obtuvo el mayor rendimiento (producción) de semillas de *E. foetidum* por hectárea en comparación a los demás tratamientos en estudio, ya sea sin prueba o con prueba de germinación, este tratamiento es el mejor para ambas variables con 264,14 y 256,48 kg/ha, respectivamente (Tabla 14). Asimismo, al tratamiento T7, le siguen los tratamientos T6 (Encostalado de infrutescencias por 12 días) y T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) con rendimientos de semillas germinables de *E. foetidum* iguales a 218,67 y 200,03 kg/ha, respectivamente (Tabla 14) y siendo rendimientos significativamente mayores que los demás tratamientos en estudio. Es decir, los tratamientos en base a infrutescencias encostaladas entre 12 a 20 días, ayudó a obtener el mayor número de semillas y por ende, mayor peso de semillas de *E. foetidum* por hectárea, porque para extraer semillas de especies con infrutescencias, es recomendable que estas sean secadas en costales o bolsas (Izquierdo et al., 2011). Sin embargo, se observa que el tratamiento T4 (Encostalado de infrutescencias por 4 días) obtuvo estadísticamente la menor producción de semillas en comparación a los demás tratamientos en estudio (Tabla 14), debido a que este obtuvo el menor porcentaje de desgrane (32,90 %) (Tabla 8); es decir, el tiempo que las infrutescencias encostaladas por cuatro días, no fue suficiente para extraer el mayor número posible de semillas desprendidos de las infrutescencias y en

consecuencia se obtuvo menor peso (Tabla 12), y lo que repercutió en que se obtenga una producción estadísticamente menor que los demás tratamientos.

Tabla 14. Prueba de DGC ($\alpha=0,05$) para los rendimientos de las semillas de *E. foetidum* sin prueba de germinación y con prueba de germinación.

Tratamientos		Rendimiento		Rendimiento (germinable)	
Clave	Descripción	(kg/ha)	Sig.	(kg/ha)	Sig.
T ₈	Encostalado de infrutescencias por 20 días	278,88	a	200,03	b
T ₇	Encostalado de infrutescencias por 16 días	264,14	a	256,48	a
T ₆	Encostalado de infrutescencias por 12 días	221,49	b	218,67	b
T ₅	Encostalado de infrutescencias por 8 días	150,09	c	144,70	c
T ₁	Secado de infrutescencias al sol	143,96	c	137,47	cd
T ₂	Secado de infrutescencias bajo sombra	129,88	c	121,94	d
T ₃	Secado de infrutescencias en amb. oscuro	128,11	c	119,04	d
T ₄	Encostalado de infrutescencias por 4 días	97,38	d	92,12	e

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

Con la excepción del resultado del tratamiento T₄ (Encostalado de infrutescencias por 4 días); las infrutescencias de *E. foetidum* encostalados entre 12 a 20 días, se puede obtener un alto rendimiento de semillas germinables por hectárea de 200,03 a 256,48 kg/ha y siendo estadísticamente mayores que cuando las infrutescencias son secadas al aire libre, ya sea al sol (T₁), bajo sombra (T₂) o en un ambiente oscuro (T₃) (Tabla 14), porque siendo estas formas de secado de infrutescencias para obtener semillas que más utilizan los agricultores productores de *E. foetidum* en Tingo María, por lo que se comprueba que si se quiere extraer más semillas de las infrutescencias de *E. foetidum*, estos deben ser secados dentro de costales entre 12 a 20 días, porque durante este tiempo se genera un microclima favorable dentro de los costales que influye en mayor desprendimiento de semillas de las infrutescencias. Aunque se recomienda que estas semillas deben ser secadas al aire libre y bajo sombra con poca humedad y temperatura ambiente por cinco días (Ambicho, 2009); pero en nuestra investigación se comprobó que, bajo esas condiciones, la producción de semilla germinable es de 119,04 a 137,47 kg/ha (Tabla 14) y siendo estadísticamente menores a las infrutescencias encostaladas entre 12 a 20 días.

4.2.2.3. Correlación lineal simple

El rendimiento o producción de semillas germinables de *E. foetidum* es resultado de una suma de factores como la temperatura de extracción que posiblemente llegó a influir en el desprendimiento de las semillas de las infrutescencias, también del porcentaje de desgrane que se obtuvo por inflorescencia y peso de las semillas por m², porque los valores de “r” obtenidos de las correlaciones entre la variable dependiente (rendimiento) con las variables independientes (temperatura de extracción, desgrane y peso de semillas por m²), son cercanos a la unidad en caso del porcentaje de desgrane (Figura 8b) y peso de semillas por m² (Figura 8c), cuyos valores nos indica muy buena asociación entre ambas variables (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013). En cambio, el valor de “r” de la correlación del rendimiento con la temperatura de extracción es 0,7381 (Figura 9a), estando por encima de la mitad y más cercano a la unidad, lo que indica que hay una buena asociación entre ambas variables (Felipe, 2007 citado por Ruiz, 2013), porque la variable rendimiento depende de la variable temperatura de extracción.

En cambio el rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum*, no se encuentran correlacionado por el porcentaje de germinación de las semillas, porque el valor de “r” es cercano a cero y eso nos indica que existe nula asociación entre la variable dependiente (rendimiento) con la variable independiente (germinación de semillas) (Gutiérrez y De La Vara, 2012), porque el rendimiento o la producción de semillas llega a depender de otros factores como los días de secado para la extracción de las semillas, temperatura de extracción, desgrane, número de semillas, peso de las semillas, entre otros. Al respecto, este caso lo comprobamos con el rendimiento del tratamiento T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) que llegó a obtener uno de los rendimientos o mayores producciones de semillas por hectárea (Tabla 14) a pesar de tener estadísticamente la germinación de semillas más baja que los demás tratamientos en estudio con 71,78 % (Tabla 10), lo cual no fue impedimento para obtener alto rendimiento debido a su gran porcentaje de desgrane equivalente a 95,48 % (Tabla 8), lo que le da una mayor ventaja a los demás tratamientos con porcentajes de desgrane de 32,90 a 52,03 (Tabla 8), porque obtiene mayor extracción de semillas germinables por m² a pesar de presentar una baja germinación.

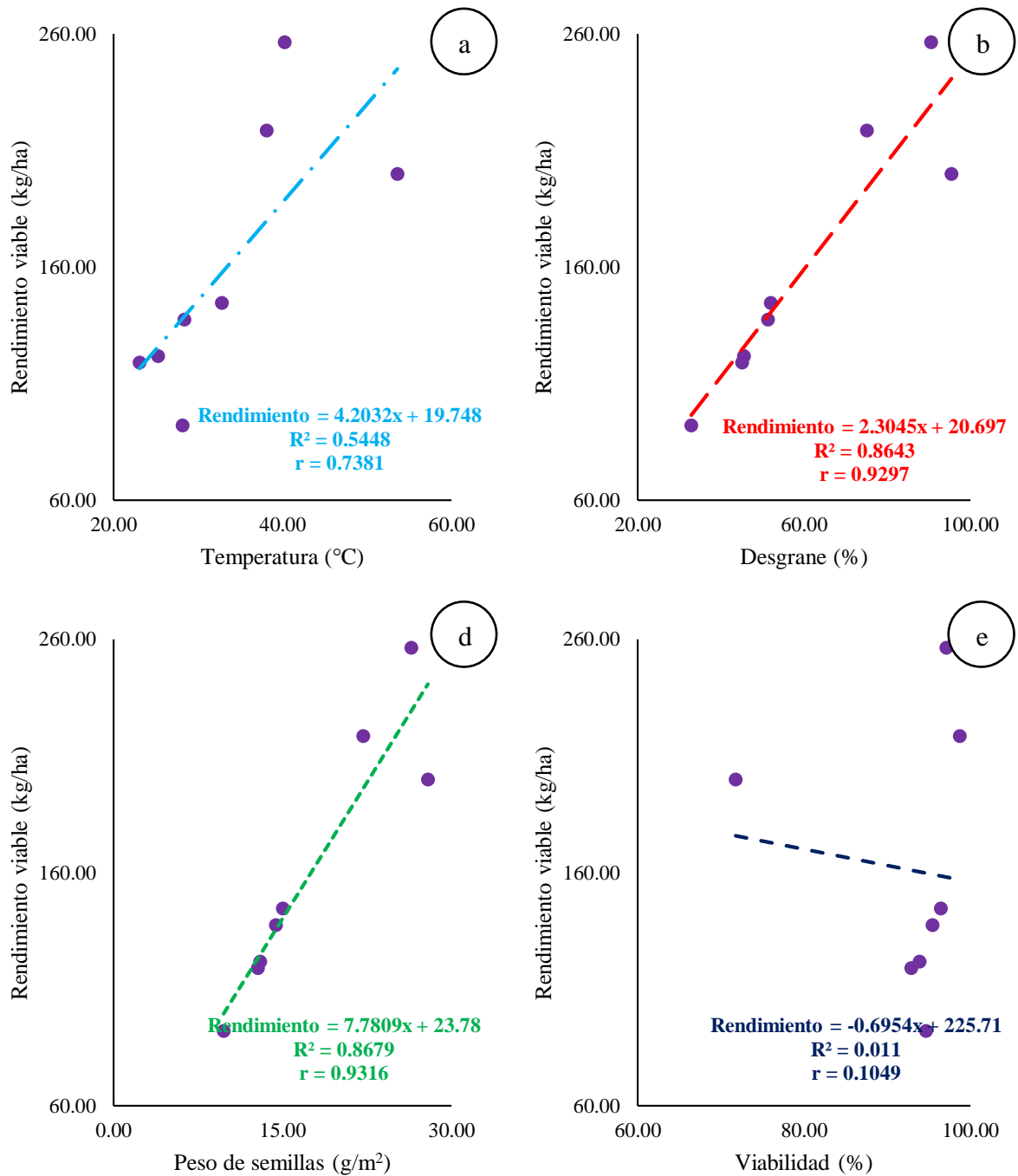


Figura 8. Correlación lineal simple para: a. Rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum* con la temperatura de extracción, b. Rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum* con el porcentaje de desgrane, c. Rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum* con el peso de semillas por 1,00 m², d. Rendimiento de semillas germinables de *E. foetidum* con el porcentaje de germinación de las semillas.

V. CONCLUSIONES

1. Los porcentajes de desgrane de semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* por varios manejos en pos cosecha variaron de 32,90 a 95,48 %, y donde los tratamientos T8 (Encostalado de infrutescencias por 20 días) y T7 (Encostalado de infrutescencia por 16 días) obtuvieron los mayores porcentajes con 95,48 y 90,53 %, respectivamente; mientras que los tratamientos T3 (Secado de infrutescencia en ambiente oscuro) y T4 (Encostalado de semillas por 4 días) obtuvieron los menores porcentajes de desgrane. Por otro lado, los porcentajes de germinación de las semillas de *E. foetidum* al inicio de la extracción por los tratamientos y con excepción del tratamiento T8, fueron en promedio de 92,88 a 98,75 %; mientras que la germinación de las semillas del tratamiento T8 fue 71,78 %.
2. En promedio se ha producido y extraído de 92,12 a 200,03 kg/ha de semillas germinables de las infrutescencias de *E. foetidum* bajo varios manejos en pos cosecha, para la extracción de semillas, donde los mayores rendimientos de semillas germinables, lo obtuvieron los tratamientos T₇ (Encostalado de infrutescencia por 16 días), T₆ (Encostalado de infrutescencia por 12 días) y T₈ (Encostalado de infrutescencia por 20 días) con rendimientos promedios a 256,48, 218,67 y 200,03 kg/ha, respectivamente. Finalmente concluimos que el mejor tratamiento es T₇ (Encostalado de infrutescencia por 16 días), porque se obtiene la mayor extracción de semillas germinables de *E. foetidum*.
3. Por 1,00 m² a un distanciamiento de siembra de 20 x 20 cm, con los distintos manejos en pos cosecha; se extrajo de 27362,79 a 78364,24 semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* y donde los tratamientos T₈ (Encostalado de infrutescencia por 20 días) y T₇ (Encostalado de infrutescencia por 16 días), presentaron la mayor extracción de semillas de 74221,98 y 78364,24 semillas, respectivamente. Asimismo, los tratamientos T₈ y T₇, obtuvieron 27,89 y 26,41 g de semillas 1,00 m², respectivamente; mientras que los métodos de extracción de semillas como los tratamientos T₁ (Secado de infrutescencias al sol), T₂ (Secado de infrutescencias bajo sombra) y T₃ (Secado de infrutescencias en ambiente oscuro) obtuvieron 14,40, 12,99 y 12,81 g/m², respectivamente. También se concluyó que el encostalado de las infrutescencias por 4 días (T₁), extrajo 9,74 kg/ha, siendo el peor tratamiento en la extracción de semillas de *E. foetidum*.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Se recomienda la extracción de semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* bajo condiciones de Tingo María, a través del encostalado de infrutescencias durante 12, alcanzando una temperatura máxima de 38,08° C, y una germinación del 98,75% al día siguiente de terminado este manejo pos cosecha porque se obtendrá el mayor número posible de semillas germinables de 200,03 a 256,48 kg/ha.
2. Se recomienda evaluar la extracción de semillas de las infrutescencias de *E. foetidum* bajo diferentes densidades de siembra bajo los métodos de extracción en encostalado por 12 a 20 días.
3. Se recomienda realizar trabajos de germinación de semillas según las emisiones de las infrutescencias en la planta de sachaculantro.

VII. REFERENCIAS

- Ambicho, M. (2009). Evaluación durante el almacenamiento del sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.) secado, deshidratado y liofilizado. [Tesis para obtener grado de Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS: <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/287>
- Becerra, N. (2014). Parámetros fisicoquímicos de efluentes mineros para el desarrollo de consorcios bacterianos en biorreactores AIR LIF con soportes de lechos de PVC. [Informe de Práctica Pre Profesional para el grado de Bachiller en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Web UNAS: https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/imprimir%20practica.pdf
- Buxmann, E. (2018). Producción y preservación de semillas hortícolas cultivadas en la huerta familiar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://tinyurl.com/2p8nnwur>
- Conabio. 2009. Malezas de México (en línea). México. Consultado 30 septiembre 2015. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/eryngiumfoetidum/fichas/ficha.htm>.
- Casey, F., Mangan, F., Herbert, S., Barker, A., y Carter, A. (2004). The effect of light intensity and nitrogen fertilization on plant growth and leaf quality of ngo gai (*Eryngium foetidum*) in Massachusetts. *Acta Horticulturae*, 629, 215 - 229. https://www.actahort.org/books/629/629_28.htm
- Cronje, A., Turner, C., Williams, A., Barker, A., y Guy, S. (2003). Composting under controlled conditions. *Environ. Technol.*, 24(10), 1221-1234. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14669802/>
- De Gusmao, S., De Padua, J., De Gusmao, M., y Braz, L. (2002). Behavior of the Wild Coriander (*Eryngium foetidum* L.) in Subtropical Conditions. *Acta de Horticultura*, 569, 209-212. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/888341>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31(1), 74 - 85. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>

- Eunice, E. (2006). Evaluación de la producción de culantro coyote (*Eryngium foetidum* L.) en tres ambientes diferentes y dos tipos de fertilización en la zona Atlántica de Costa Rica (Tesis para obtener grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad EARTH.
- Flechas, N., y Medina, R. (2021). Efecto del almacenamiento en la viabilidad, germinación y vigor de semillas de *Coffea arabica* L. Cenicafé, 72(2), 82 – 93. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc072%2802%29e72206.pdf>
- Fuentes, V., Rodríguez, N., y Rodríguez, C. (1996) La Germinación Del Culantro (*Eryngium foetidum* L.) Rev Cubana Plant Med 1(2):31-33, Mayo-Agosto, 1996. <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v1n2/pla09296.pdf>
- Gutiérrez, H., y De La Vara, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición Editorial MC Graw Hill. Ciudad de México, México. 489 p. <https://1library.co/document/zg6d25vq-analisis-y-diseno-de-experimentos-3a-ed-gutierrez-h-de-la-vara-r-mcgraw-hill-mexico-2012.html>
- Heredia, J. (2002). Deshidratación del sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.) por flujo de aire caliente. [Tesis para obtener grado de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM: <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/59>
- Integrated Taxonomic Information System. (2022). ITIS Report, *Eryngium foetidum* L. Taxonomic Serial N° 29507. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). <https://tinyurl.com/44psefn>
- Izquierdo, J., Granados, S., y Cornejo, A. (2011). Manual técnico: producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <https://tinyurl.com/5n6skecj>
- Loarte, U. (2021). Efecto del distanciamiento y número de plantas por golpe en el rendimiento de *Eryngium foetidum* L. en Tingo María. [Tesis para obtener grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS: <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2016?show=full>
- Michel, F., Pecchia, J., Rigot, J. y Keener, H. (2004). Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw. Compost Sci. Util., 12(4), 323-334. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1065657X.2004.10702201>

- Miyatake F., y Iwabuchi K. (2006). Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Biores. Technol.*, 97, 961–965. <https://tinyurl.com/3jwdzw64>
- Morales Payan, JP; Brunner, B; Flores, L; Martínez, S. 2013. *Culantro Orgánico: Proyecto de Agricultura Orgánica*. Lajas, PR. 11 p.
- Nakasaki, K., Nag, K., y Karita, S. (2005). Microbial succession associated with organic matter decomposition during thermophilic composting of organic waste. *Waste Manag. Res.*, 23(1), 48-56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15751395/>
- Pérez, M., Lorenzo, D., y Delgado, M. (2013). Viabilidad de semillas de arroz provenientes de plantas obtenidas in vitro. *Acta Agronómica*, 62(2), 114-119. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n2/v62n2a04.pdf>
- Puente, S. (2019). Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de extractos de hoja de sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.) y de aceite de copaiba (*Copaifera paupera*) procedentes de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali. [Tesis para obtener grado de Licenciado en Nutrición y Dietética, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional Científica: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/741>
- Ruiz, L. (2013). Determinación de la difusividad térmica en miel de abeja silvestre (*Apis mellifera* L.) en función de la temperatura [Tesis para obtener grado de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/301>
- Sánchez, M., Roig, A., Paredes, C., y Bernal, M. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol.*, 78(3), 301-308. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852401000311>
- Sánchez, J., Parra, M., Silva, M., y Pedroza, D. (2011). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad en semillas de zámota (*Coursetia glandulosa*, Gray). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 10(3), 36-40. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/99>
- Santiago Santos, LR. 2001. La producción de recaó o culantro (*Eryngium foetidum* L.) en Puerto Rico. (En línea). Publicación 162. Río Piedras, PR. Consultado 19 abril 2014. Formato PDF. Disponible en <http://openpublic.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/Technological%20Package%20-%20Coriander.pdf>

- Vela, K., y Hoyos, I. (2015). Influencia de la velocidad y la temperatura del aire de secado en la obtención de harina de sacha culantro (*Eryngium foetidum* L.), proveniente de michina, provincia Rodríguez De Mendoza, Amazonas (Tesis para obtener grado de Ingeniero Agroindustrial). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Vélez, G., y Castrillón, F. (2018). Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad. Editorial Impresión La Cajuela. <https://tinyurl.com/22z2vnj8>

ANEXOS

Tabla 15. Resultados del promedio de infrutescencias por planta.

Tratamientos	Infrutescencias por planta				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	79,00	105,00	103,00	105,00	98,00
T ₂ Secado bajo sombra	95,00	102,00	102,00	94,00	98,25
T ₃ Secado en ambiente oscuro	110,00	95,00	92,00	95,00	98,00
T ₄ Encostalado por 4 días	93,00	105,00	105,00	103,00	101,50
T ₅ Encostalado por 8 días	90,00	109,00	108,00	88,00	98,75
T ₆ Encostalado por 12 días	93,00	99,00	104,00	107,00	100,75
T ₇ Encostalado por 16 días	104,00	95,00	98,00	102,00	99,75
T ₈ Encostalado por 20 días	109,00	98,00	101,00	95,00	100,75

R = Repetición.

Tabla 16. Resultados del promedio de infrutescencias fértiles (35 %) por planta.

Tratamientos	Infrutescencias fértiles/planta (35%)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	27,65	36,75	36,05	36,75	34,30
T ₂ Secado bajo sombra	33,25	35,70	35,70	32,90	34,39
T ₃ Secado en ambiente oscuro	38,50	33,25	32,20	33,25	34,30
T ₄ Encostalado por 4 días	32,55	36,75	36,75	36,05	35,53
T ₅ Encostalado por 8 días	31,50	38,15	37,80	30,80	34,56
T ₆ Encostalado por 12 días	32,55	34,65	36,40	37,45	35,26
T ₇ Encostalado por 16 días	36,40	33,25	34,30	35,70	34,91
T ₈ Encostalado por 20 días	38,15	34,30	35,35	33,25	35,26

R = Repetición.

Tabla 17. Resultados del promedio de flores por infrutescencias por planta.

Tratamientos	Flores por inflorescencia				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	50,00	40,00	48,00	48,00	46,50
T ₂ Secado bajo sombra	40,00	48,00	54,00	44,00	46,50
T ₃ Secado en ambiente oscuro	46,00	42,00	48,00	50,00	46,50
T ₄ Encostalado por 4 días	46,00	44,00	48,00	49,00	46,75

T ₅	Encostalado por 8 días	50,00	48,00	44,00	46,00	47,00
T ₆	Encostalado por 12 días	46,00	48,00	44,00	50,00	47,00
T ₇	Encostalado por 16 días	46,00	48,00	48,00	46,00	47,00
T ₈	Encostalado por 20 días	50,00	44,00	46,00	46,00	46,50

R = Repetición.

Tabla 18. Resultados del promedio de semillas por infrutescencia por planta.

Tratamientos	Semillas por flores/inflorescencia				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	100,00	80,00	96,00	96,00	93,00
T ₂ Secado bajo sombra	80,00	96,00	108,00	88,00	93,00
T ₃ Secado en ambiente oscuro	92,00	84,00	96,00	100,00	93,00
T ₄ Encostalado por 4 días	92,00	88,00	96,00	98,00	93,50
T ₅ Encostalado por 8 días	100,00	96,00	88,00	92,00	94,00
T ₆ Encostalado por 12 días	92,00	96,00	88,00	100,00	94,00
T ₇ Encostalado por 16 días	92,00	96,00	96,00	92,00	94,00
T ₈ Encostalado por 20 días	100,00	88,00	92,00	92,00	93,00

R = Repetición.

Tabla 19. Resultados del promedio de semillas por planta.

Tratamientos	Total de semillas por planta				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	2765,00	2940,00	3460,80	3528,00	3173,45
T ₂ Secado bajo sombra	2660,00	3427,20	3855,60	2895,20	3209,50
T ₃ Secado en ambiente oscuro	3542,00	2793,00	3091,20	3325,00	3187,80
T ₄ Encostalado por 4 días	2994,60	3234,00	3528,00	3532,90	3322,38
T ₅ Encostalado por 8 días	3150,00	3662,40	3326,40	2833,60	3243,10
T ₆ Encostalado por 12 días	2994,60	3326,40	3203,20	3745,00	3317,30
T ₇ Encostalado por 16 días	3348,80	3192,00	3292,80	3284,40	3279,50
T ₈ Encostalado por 20 días	3815,00	3018,40	3252,20	3059,00	3286,15

R = Repetición.

Tabla 20. Resultados del promedio de semillas/parcela sin desgrane.

Tratamientos	Semillas por parcela (9,00 m ²) sin desgrane				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	622125,00	661500,00	778680,00	793800,00	714026,25
T ₂ Secado bajo sombra	598500,00	771120,00	867510,00	651420,00	722137,50
T ₃ Secado en ambiente oscuro	796950,00	628425,00	695520,00	748125,00	717255,00
T ₄ Encostalado por 4 días	673785,00	727650,00	793800,00	794902,50	747534,38
T ₅ Encostalado por 8 días	708750,00	824040,00	748440,00	637560,00	729697,50
T ₆ Encostalado por 12 días	673785,00	748440,00	720720,00	842625,00	746392,50
T ₇ Encostalado por 16 días	753480,00	718200,00	740880,00	738990,00	737887,50
T ₈ Encostalado por 20 días	858375,00	679140,00	731745,00	688275,00	739383,75

R = Repetición.

Tabla 21. Resultados del promedio del porcentaje de desgrane de la infrutescencia.

Tratamientos	Porcentaje de desgrane (%)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	55,40	53,30	51,30	45,30	51,33
T ₂ Secado bajo sombra	47,30	44,30	45,50	45,20	45,58
T ₃ Secado en ambiente oscuro	44,50	44,30	45,30	46,50	45,15
T ₄ Encostalado por 4 días	29,30	37,50	29,40	35,40	32,90
T ₅ Encostalado por 8 días	51,20	53,40	50,10	53,40	52,03
T ₆ Encostalado por 12 días	75,30	74,50	77,30	73,40	75,13
T ₇ Encostalado por 16 días	89,40	89,40	92,10	91,20	90,53
T ₈ Encostalado por 20 días	94,30	96,40	94,30	96,90	95,48

R = Repetición.

Tabla 22. Resultados del promedio de semillas/parcela con desgrane.

Tratamientos	Semillas por parcela (9,00 m ²) con desgrane				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	344657,25	352579,50	399462,84	359591,40	364072,75
T ₂ Secado bajo sombra	283090,50	341606,16	394717,05	294441,84	328463,89
T ₃ Secado en ambiente oscuro	354642,75	278392,28	315070,56	347878,13	323995,93
T ₄ Encostalado por 4 días	197419,01	272868,75	233377,20	281395,49	246265,11
T ₅ Encostalado por 8 días	362880,00	440037,36	374968,44	340457,04	379585,71

T ₆	Encostalado por 12 días	507360,11	557587,80	557116,56	618486,75	560137,80
T ₇	Encostalado por 16 días	673611,12	642070,80	682350,48	673958,88	667997,82
T ₈	Encostalado por 20 días	809447,63	654690,96	690035,54	666938,48	705278,15

R = Repetición.

Tabla 23. Resultados del promedio de semillas por 1,00 m² con desgrane.

Tratamientos	Semillas por 1,00 m ² con desgrane				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	38295,25	39175,50	44384,76	39954,60	40452,53
T ₂ Secado bajo sombra	31454,50	37956,24	43857,45	32715,76	36495,99
T ₃ Secado en ambiente oscuro	39404,75	30932,48	35007,84	38653,13	35999,55
T ₄ Encostalado por 4 días	21935,45	30318,75	25930,80	31266,17	27362,79
T ₅ Encostalado por 8 días	40320,00	48893,04	41663,16	37828,56	42176,19
T ₆ Encostalado por 12 días	56373,35	61954,20	61901,84	68720,75	62237,53
T ₇ Encostalado por 16 días	74845,68	71341,20	75816,72	74884,32	74221,8
T ₈ Encostalado por 20 días	89938,63	72743,44	76670,62	74104,28	78364,24

R = Repetición.

Tabla 24. Resultados del promedio del número de semillas por 1,00 g.

Tratamientos	Número de semillas por 1,00 g				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₂ Secado bajo sombra	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₃ Secado en ambiente oscuro	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₄ Encostalado por 4 días	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₅ Encostalado por 8 días	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₆ Encostalado por 12 días	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₇ Encostalado por 16 días	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00
T ₈ Encostalado por 20 días	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00	2810,00

R = Repetición.

Tabla 25. Resultados del promedio de la producción bruta de semillas (kg/ha).

Tratamientos	Rendimiento bruto (kg/ha)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	136,28	139,41	157,95	142,19	143,96
T ₂ Secado bajo sombra	111,94	135,08	156,08	116,43	129,88
T ₃ Secado en ambiente oscuro	140,23	110,08	124,58	137,56	128,11
T ₄ Encostalado por 4 días	78,06	107,90	92,28	111,27	97,38
T ₅ Encostalado por 8 días	143,49	174,00	148,27	134,62	150,09
T ₆ Encostalado por 12 días	200,62	220,48	220,29	244,56	221,49
T ₇ Encostalado por 16 días	266,35	253,88	269,81	266,49	264,14
T ₈ Encostalado por 20 días	320,07	258,87	272,85	263,72	278,88

R = Repetición.

Tabla 26. Resultados del promedio de la producción germinable de semillas (kg/ha).

Tratamientos	Rendimiento germinable (kg/ha)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	130,15	132,17	151,79	135,79	137,47
T ₂ Secado bajo sombra	105,11	125,89	146,87	109,91	121,94
T ₃ Secado en ambiente oscuro	131,54	101,82	114,74	128,06	119,04
T ₄ Encostalado por 4 días	74,32	102,61	87,21	104,37	92,12
T ₅ Encostalado por 8 días	137,32	167,21	143,97	130,31	144,70
T ₆ Encostalado por 12 días	199,01	218,49	216,55	240,64	218,67
T ₇ Encostalado por 16 días	256,77	246,52	263,33	259,30	256,48
T ₈ Encostalado por 20 días	225,01	182,25	202,73	190,14	200,03

R = Repetición.

Tabla 27. Resultados del promedio de la germinación de semillas al inicio de la extracción.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (inicio)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	95,50	94,80	96,10	95,50	95,48
T ₂ Secado bajo sombra	93,90	93,20	94,10	94,40	93,90
T ₃ Secado en ambiente oscuro	93,80	92,50	92,10	93,10	92,88
T ₄ Encostalado por 4 días	95,20	95,10	94,50	93,80	94,65
T ₅ Encostalado por 8 días	95,70	96,10	97,10	96,80	96,43

T ₆	Encostalado por 12 días	99,20	99,10	98,30	98,40	98,75
T ₇	Encostalado por 16 días	96,40	97,10	97,60	97,30	97,10
T ₈	Encostalado por 20 días	70,30	70,40	74,30	72,10	71,78

R = Repetición.

Tabla 28. Resultados del promedio de la germinación de las semillas a los 60 días.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (60 días)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	90,00	90,70	92,10	91,20	91,00
T ₂ Secado bajo sombra	92,20	91,40	91,20	90,20	91,25
T ₃ Secado en ambiente oscuro	90,90	90,10	90,40	91,30	90,68
T ₄ Encostalado por 4 días	91,20	92,30	91,40	92,20	91,78
T ₅ Encostalado por 8 días	92,30	92,80	93,40	93,10	92,90
T ₆ Encostalado por 12 días	97,40	96,40	96,30	97,10	96,80
T ₇ Encostalado por 16 días	93,10	94,50	94,50	94,10	94,05
T ₈ Encostalado por 20 días	68,80	69,40	68,40	69,70	69,08

R = Repetición.

Tabla 29. Resultados promedio de la germinación de las semillas a los 120 días.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (120 días)				Promedio
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
T ₁ Secado al sol	86,40	85,70	84,50	87,10	85,93
T ₂ Secado bajo sombra	90,10	90,30	89,60	89,10	89,78
T ₃ Secado en ambiente oscuro	89,50	88,60	88,30	87,60	88,50
T ₄ Encostalado por 4 días	85,50	87,80	88,30	86,50	87,03
T ₅ Encostalado por 8 días	91,10	90,20	91,20	89,60	90,53
T ₆ Encostalado por 12 días	94,20	94,00	95,10	93,50	94,20
T ₇ Encostalado por 16 días	92,50	91,20	91,00	90,40	91,28
T ₈ Encostalado por 20 días	60,30	63,40	61,80	62,70	62,05

R = Repetición.



Figura 9. Lugar de ejecución de la producción de *E. foetidum*.



Figura 10. Visualizando las semillas de *E. foetidum*.

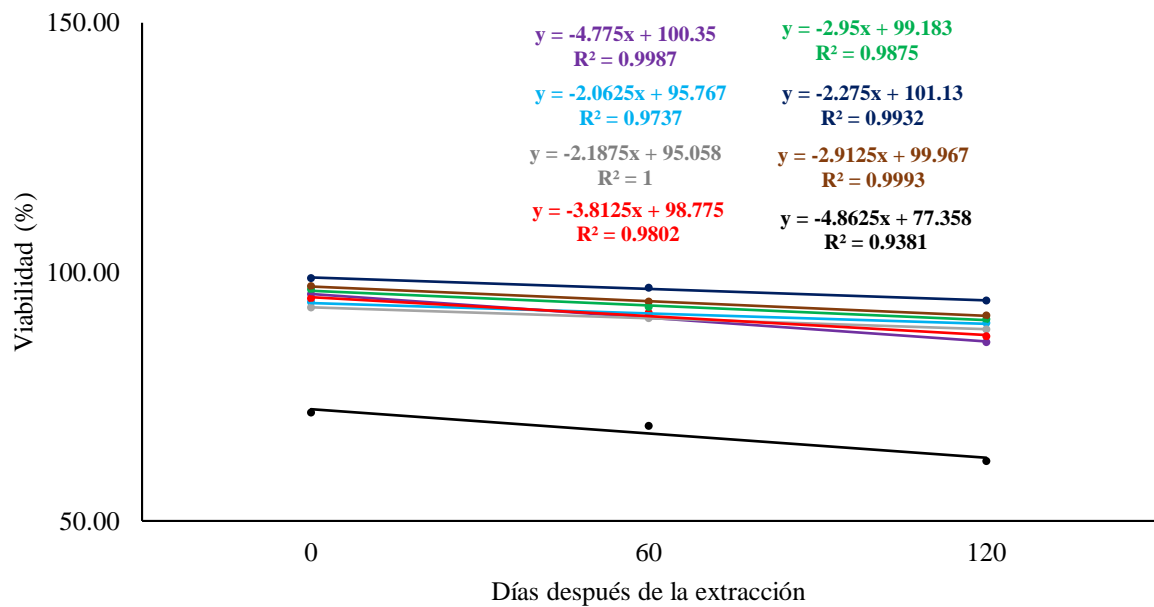


Figura 11. Regresión lineal del porcentaje de germinación de semillas de *E. foetidum* (variable dependiente) con los días después de la extracción (variable independiente) de los tratamientos en estudio.

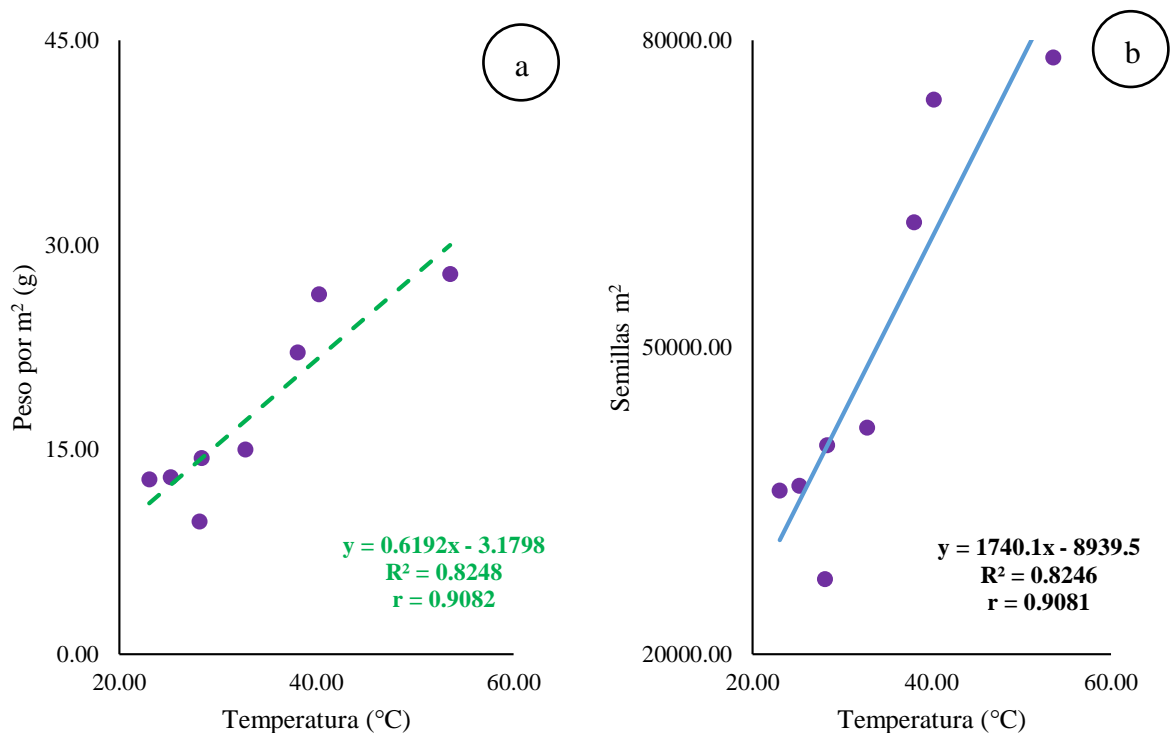


Figura 12. Correlación lineal simple para: a. Peso de semillas de *E. foetidum* por 1.00 m² con la temperatura de extracción, b. Número de semillas de *E. foetidum* por 1.00 m² con la temperatura de extracción.