

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



**RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE *Eryngium foetidum* L. A  
DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS EN EL CULTIVO DE *Theobroma cacao* L. EN  
TINGO MARÍA**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**CARLOS ALBERTO QUIROGA JULCA**

**Asesor**

**GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP**

**Tingo María – Perú.**

**2024**



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 DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN y AYACUCHO"**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**Nº 015-2024-FA-UNAS**

BACHILLER : CARLOS ALBERTO QUIROGA JULCA

TÍTULO : "RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE  
*Eryngium foetidum* L. A DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS  
EN EL CULTIVO DE *Theobroma cacao* L. EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA  
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL : Dra. LUZ VIOLETA INFANTAS BENDEZU

ASESOR : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 07/08/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 08:07 A.M.

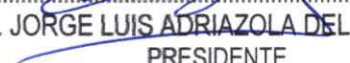
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A


CALIFICATIVO : BUENO


RESULTADO : APROBADO


OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 07 DE AGOSTO DEL 2024

  
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA  
PRESIDENTE

  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL

  
Dra. LUZ VIOLETA INFANTAS BENDEZU  
VOCAL

  
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP  
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 154 - 2025 - 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
RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE <i>Eryngium foetidum</i> L. A DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS EN EL CULTIVO DE <i>Theobroma cacao</i> L. EN TINGO MARÍA	CARLOS ALBERTO QUIROGA JULCA	<b>19 %</b> <b>Diecinueve</b>

Tingo María, 26 de mayo de 2025

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
**Dr. Tomas Menacho Mallqui**  
JEFE

C.C. Archivo

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



**“RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE *Eryngium foetidum* L. A  
DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS EN EL CULTIVO DE *Theobroma Cacao* L. EN  
TINGO MARÍA”**

<b>Autor</b>	: Carlos Alberto Quiroga Julca
<b>Asesor</b>	: Ing. M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump.
<b>Área de investigación</b>	: Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal.
<b>Línea de investigación</b>	: Caracterización morfofitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ.
<b>Eje temático</b>	: Rentabilidad del cultivo de sachaculantro.
<b>Lugar de ejecución</b>	: Fundo Agrícola “Bandera Blanca”
<b>Duración</b>	: 06 meses
<b>Financiamiento</b>	: Propio

**Tingo María – Perú, 2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María

**VICERRECTOR DE INVESTIGACION**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

---

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

**I. FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO**

<b>Universidad</b>	: Universidad Nacional Agraria de la selva
<b>Facultad</b>	: Agronomía
<b>Escuela profesional/</b>	: Agronomía
<b>Departamento Académico</b>	
<b>Título de la tesis</b>	: Rentabilidad económica de la producción de <i>Eryngium foetidum</i> L. a diferentes distanciamientos en el cultivo de <i>Theobroma Cacao</i> L. en tingo maría.
<b>Objetivo general</b>	: Determinar la rentabilidad económica del <i>Eryngium foetidum</i> L. en diferentes distanciamientos de siembra bajo la sombra del cultivo de <i>Theobroma cacao</i> L. en Tingo María
<b>Autor de la tesis</b>	: Carlos Alberto Quiroga Julca
<b>DNI</b>	: 77809893
<b>Correo electrónico</b>	: <a href="mailto:Carlos.quiroga@unas.edu.pe">Carlos.quiroga@unas.edu.pe</a>
<b>Asesor</b>	: M. Sc. Giannfranco Egoavil Jump
<b>Área de investigación</b>	: Ciencias Agrícolas
<b>Grupo de investigación</b>	: Plantas Agrícolas, Medicinales, Ornamentales y Florísticos
<b>Línea de investigación</b>	: Propagación de Plantas y Sistemas de Producción Agrícola
<b>Lugar de ejecución</b>	: Fundo Agrícola “Bandera Blanca”
<b>Fecha inicio</b>	: Febrero
<b>Fecha término</b>	: Julio
<b>Presupuesto</b>	: S/. 5 500,00
<b>Financiamiento</b>	: Propio (X) FIF ( ) Externo ( )

Según: **Resolución:** N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento importante de mi formación profesional.

A mis padres Cesar Quiroga Fernández y Patricia Julca Leandro, por ser los pilares más importantes en mi vida, por su cariño y apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A mi hermano Pablo Quiroga Julca por su apoyo y cariño incondicional en cada momento de mi vida con sus acciones y consejos para lograr los objetivos deseados.

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los jurados de mi tesis: al presidente Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila, y miembros, Ing. Carlos m. Miranda Armas y Dra. Luz v. Infantas Bendezú, por la revisión y redacción científica del trabajo de investigación, y por el aporte académico en la investigación.
- A mi asesor el M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump, por su apoyo en la ejecución, culminación, y revisión académica y científica, de mi trabajo de investigación.
- A los colaboradores anónimos, que en estos momentos sus nombres escapan de mi memoria, pero los tengo en mi corazón.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Características de la especie <i>Eryngium foetidum</i> L. (sachaculantro) .....	3
2.1.1. Generalidades.....	3
2.1.2. Descripción botánica.....	3
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.4. Principales usos.....	4
2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos .....	4
2.1.6. Labores culturales .....	5
2.2. Rentabilidad.....	8
2.2.1. Indicadores de rentabilidad .....	11
2.2.2. Tipos de rentabilidad .....	12
2.2.3. Índice de rentabilidad.....	13
2.2.4. Rentabilidad agrícola .....	13
2.2.5. Costos de producción agrícola.....	14
2.3. Flujo de caja.....	14
2.4. Inversión inicial .....	14
2.5. Estado de pérdidas y ganancias .....	15
2.6. Costos de producción.....	15
2.6.1. Concepto general .....	15
2.6.2. Costos unitarios.....	15
2.6.3. Costo total .....	15
2.6.4. Clasificación de los costos .....	16
2.7. Trabajos realizados .....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1. Ubicación del área experimental .....	21
3.1.1. Ubicación política y geográfica .....	21
3.1.2. Zona de vida y características climáticas.....	21
3.1.3. Historia del campo experimental .....	21
3.1.4. Procedencia del material vegetal .....	22

3.2.	Diseño estadístico .....	22
3.2.1.	Componentes en estudio .....	22
3.2.2.	Tratamientos en estudio .....	22
3.2.3.	Diseño experimental .....	22
3.2.4.	Características del campo experimental .....	22
3.2.5.	Croquis del experimento .....	23
3.2.6.	Análisis estadístico .....	25
3.2.7.	Análisis de regresión lineal .....	25
3.2.8.	Análisis del coeficiente de correlación Pearson (r) .....	25
3.2.9.	Variables de estudio .....	26
3.3.	Metodología .....	27
3.3.1.	Evaluación de la producción de <i>E. foetidum</i> .....	27
3.3.2.	Análisis de rentabilidad .....	27
3.4.	Ejecución del experimento .....	29
3.4.1.	Instalación de las parcelas experimentales .....	29
3.4.2.	Análisis del suelo agrícola a utilizar .....	29
3.4.3.	Germinación de la semilla .....	29
3.4.4.	Instalación de plantines de <i>E. foetidum</i> .....	29
3.4.5.	Parcela neta .....	30
3.4.6.	Labores culturales .....	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1.	Características biométricas .....	32
4.1.1.	Altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) promedio de hojas .....	32
4.2.	Rendimiento en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) por tratamiento .....	37
4.3.	Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio .....	44
V.	CONCLUSIONES .....	47
VI.	PROPUESTA A FUTURO .....	48
VII.	REFERENCIAS .....	49
	ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Descripción de los tratamientos en estudio.....	22
2. Modelo de análisis de variancia .....	25
3. Número de plantas por densidad de siembra de sachaculantro.....	30
4. Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm), longitud total (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) promedio hojas de las plantas en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	33
5. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm), longitud total (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) promedio de las hojas en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	33
6. Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	38
7. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	38
8. Correlación de Pearson (r) entre las variables biométricas y rendimiento de la planta de <i>E. foetidum</i> de los tratamientos en estudio. ....	41
9. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el beneficio costo (B/C) en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	44
10. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para beneficio costo (B/C) en el cultivo de sacha culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	45
11. Promedio de altura de hojas (cm) en diferentes densidades de siembra de <i>E.foetidum</i> .....	56

12. Promedio de número de hojas en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	57
13. Promedio de ancho de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	58
14. Promedio de longitud de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	59
15. Promedio de longitud total de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	60
16. Promedio de área foliar (cm <sup>2</sup> ) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	61
17. Promedio de rendimiento en peso fresco (g/golpe) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	62
18. Promedio de rendimiento en peso seco (g/golpe) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	63
19. Promedio de rendimiento en peso seco y peso fresco (kg/ha) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	64
20. Promedio de rendimiento comercial (atado/ha) en diferentes densidades de siembra de <i>E. foetidum</i> .....	65
21. Peso fresco y precio por atado en el mercado de Tingo María.....	66
22. Costo Beneficio de producción de cacao en la investigación.....	67
23. Costo Beneficio de producción de <i>E. foetidum</i> en la investigación. ....	68
24. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para altura de planta en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	70
25. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el número de hojas en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	70
26. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el ancho de hoja en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	70
27. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la longitud promedio de hoja en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019. ....	71

28. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la longitud total de hoja en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 71
29. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el área foliar en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 71
30. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso fresco (g/golpe) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 72
31. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso seco (g/golpe) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 72
32. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para peso fresco (kg/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 72
33. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso seco (kg/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019..... 73
34. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el rendimiento (atado/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019. .... 73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Ubicación del área experimental (Google Earth, 2023).....	21
2. Croquis del experimento .....	23
3. Croquis de las unidades de muestreo. ....	24
4. Evaluaciones: a. Longitud de hoja, b. Diámetro de hoja, c. Área foliar, d. Atado de hojas, e. Peso de las hojas, f. Secado de las hojas.....	28
5. a. Parcela de cacao, b. Limpieza, poda de cacao y demarcación el área experimental, c. Desinfección del área experimental, d. Limpieza y desmalezado de las unidades experimentales a los 30 ddt de <i>E. foetidum</i> . ....	31
6. Promedio de a) altura, b) número, c) ancho, d) longitud promedio, e) longitud total y, f) área foliar de sachá culantro, a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019. ....	35
7. Regresión lineal de a) altura, b) número, c) ancho, d) longitud promedio, e) longitud total y, f) área foliar de sachá culantro, a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.....	36
8. Promedio de rendimientos promedio en a) peso fresco, b) peso seco, c) peso fresco (kg/ha), d) peso seco (kg/ha) y e) comercial (atado/ha), a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa. ....	40
9. Limpieza y desmalezado de las unidades experimentales a los 60 ddt de <i>E. foetidum</i> . ....	54
10. Evaluación de los tratamientos en estudio de <i>E. foetidum</i> en compañía del jurado de tesis a los 90 días después del trasplante.....	54
11. Visita del jurado de tesis al campo experimental.....	55
12. Alistando las hojas de <i>E. foetidum</i> para obtener el porcentaje de materia seca. ....	55

## RESUMEN

En Tingo María se investigó la rentabilidad de la producción de *Eryngium foetidum* L. bajo diferentes distanciamientos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. (cacao). Esta investigación se llevó a cabo en una plantación de cacao clon CCN-51 de 10 ha con 15 años de edad, bajo un distanciamiento de siembra de 3 x 4 m. Los tratamientos evaluados fueron T<sub>1</sub> (10 x 10 cm), T<sub>2</sub> (15 x 15 cm), T<sub>3</sub> (20 x 20 cm), T<sub>4</sub> (25 x 25 cm) y T<sub>5</sub> (30 x 30 cm), distribuidos en un diseño completamente al azar. Al finalizar de la investigación, se registró que los mejores resultados biométricos a los 90 días después del trasplante se obtuvieron con el distanciamiento de 30 x 30 cm (T<sub>5</sub>), presentando diferencias estadísticamente significativas en variables como altura de planta, número de hojas, ancho de hoja, longitud de hoja y área foliar en comparación con los demás tratamientos en estudio. Finalmente, la relación beneficio-costo fue positiva para todos los tratamientos, destacando el distanciamiento de siembra 10 x 10 cm (T<sub>1</sub>) con una rentabilidad proyectada de S/ 8,66 por cada S/ 1,00 invertido.

**Palabras claves:** Utilidades, costos, producción, asociación.

## ABSTRAC

In Tingo María, the profitability of the production of *Eryngium foetidum* L. under different distances in the cultivation of *Theobroma cacao* L. (cocoa) was investigated. This research was carried out in a 10-ha CCN-51 clone cocoa plantation that was 15 years old, under a planting distance of 3 x 4 m. The treatments evaluated were T1 (10 x 10 cm), T2 (15 x 15 cm), T3 (20 x 20 cm), T4 (25 x 25 cm) and T5 (30 x 30 cm), distributed in a completely randomized design. At the end of the research, it was recorded that the best biometric results 90 days after transplanting were obtained with the distance of 30 x 30 cm (T5), presenting statistically significant differences in variables such as plant height, number of leaves, width leaf length, leaf length and leaf area in comparison with the other treatments under study. Finally, the benefit-cost relationship was positive for all treatments, highlighting the 10 x 10 cm planting distance (T1) with a projected profitability of S/ 8.66 for every S/ 1.00 invested.

**Keywords:** Profits, costs, production, association.

## I. INTRODUCCIÓN

El *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro) es una especie de la familia Apiaceae, cultivada en toda América tropical y es procedente de la Amazonia occidental. Su distribución en Perú se da en todo el ámbito de la Amazonía, principalmente en las regiones de Ucayali, Loreto y San Martín. Las hojas de este cultivo se utilizan en la medicina tradicional y como sazónador de alimentos principalmente, por lo tanto, tiene valor comercial. Pero para obtener sus hojas, los agricultores siembran este cultivo en sociedad con otros cultivos bajo un sistema de producción en restinga o en suelos con buenas características edáficas en zonas que no son inundables. Asimismo, al asociar con otros cultivos como plátano, yuca y hortalizas diversas; estas proporcionan sombra a sachaculantro (Pinedo et al., 1997).

En la ciudad de Tingo María, se ha registrado que las hojas de *E. foetidum* se emplean como sazónador de las comidas más tradicionales de la zona. Esto ha ocasionado que la demanda por este cultivo en el mercado local, se incremente. Sin embargo, como lo mencionan Vela y Hoyos (2015), al igual que en el resto de nuestro país, la producción y el comercio de las especias está poco tecnificado ya que su consumo casi en su totalidad se da en forma fresca, molida o sin realizar algún tratamiento previo, pese a la gran demanda en el mercado.

Cabe mencionar que la variedad, manejo del cultivo, los factores edafoclimáticos y otros factores, juegan un papel crucial en el rendimiento y la calidad de la cosecha. Por lo tanto, la densidad de siembra también es muy fundamental durante la producción (Morales et al., 2013). Por eso, está comprobado que, a mayor densidad de siembra del cultivo, mayor será la cantidad de plantas y razón por el cual, mayor será la demanda de nutrientes en cada determinada área debido a la alta competencia entre plantas. Este fenómeno obliga a incrementar el aporte de nutrientes a través de planes eficientes de fertilización durante la producción.

La producción de los cultivos como *E. foetidum* está fuertemente influenciado por diversos factores o variables. Factores como las condiciones edafoclimáticas, la calidad de la semilla, la variedad utilizada, densidad de siembra y prácticas culturales como la fertilización; desempeñan un rol importante sobre el rendimiento y la calidad en general de los productos cosechados (Heredia, 2002; Eunice, 2006). Así es, la producción de cultivos está influenciada por la interacción de diversos factores, y aunque algunos de ellos, como el clima, son variables imposibles de controlar en campo abierto. Existen otros aspectos que, si pueden ser gestionados para elevar los rendimientos de los cultivos, como la elección de la variedad, densidad de siembra a utilizar, tipo de fertilización, riego y entre otros aspectos.

En caso de la presente investigación; se evaluará un factor y se uniformizará los demás factores con el fin de determinar el impacto de diferentes distanciamientos de siembra sobre la producción de *E. foetidum* asociado al cultivo de *Theobroma cacao*. El distanciamiento de siembra es un factor que influye sobre la competencia entre las plantas por los recursos como los nutrientes, agua y luz en un determinado espacio. En el caso específico de *E. foetidum*, existe la necesidad de comprender cómo distintos distanciamientos de siembra impactan en su rendimiento y calidad, con el objetivo de optimizar las prácticas de cultivo y llegar a satisfacer la demanda del mercado. Por lo tanto, no solo es evaluar el comportamiento de *E. foetidum* en distintas densidades de siembra, sino también su interacción con un cultivo permanente como *T. cacao* que proporciona sombra a *E. foetidum*, porque según Eunice (2006), este cultivo presenta mejores resultados de producción cuando este se encuentra en lugares con sombra.

Actualmente, no existe información científica específica sobre cómo la producción de *E. foetidum* es influenciado por diferentes distanciamientos de siembra y en asociación con un cultivo permanente. Por eso este vacío de conocimiento, plantea la necesidad de investigar y comprender cómo estas variables afectan la productividad de la planta. Por lo tanto, se plantea como hipótesis “Que uno o algunos de los distanciamientos de siembra de *E. foetidum* bajo la sombra del cultivo de *T. cacao*, muestra mejor resultados en las características biométricas, producción y rentabilidad del cultivo de *E. foetidum*. Finalmente, y considerando todo lo anteriormente mencionado, se plantea como objetivo lo siguiente:

#### **Objetivo general**

- Determinar la rentabilidad económica del *Eryngium foetidum* L. en diferentes distanciamientos de siembra bajo la sombra del cultivo de *Theobroma cacao* L. en Tingo María

#### **Objetivos específicos**

- Evaluar las características biométricas de *Eryngium foetidum* L. en diferentes distanciamientos de siembra bajo la sombra del cultivo de *Theobroma cacao* L.
- Determinar el nivel de rentabilidad económica del *Eryngium foetidum* L. en diferentes distanciamientos de siembra bajo la sombra del cultivo de *Theobroma cacao* L.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Características de la especie *Eryngium foetidum* L. (sachaculantro)

#### 2.1.1. Generalidades

Desde la antigüedad, los nativos americanos utilizaron a *E foetidum* como condimento y planta medicinal. Su conocimiento se extendió a Europa después de la llegada de los europeos en el siglo XV. Actualmente, se cultiva comercialmente en América y Asia, con países como Puerto Rico, República Dominicana, Cuba, Tailandia y Vietnam como principales productores. A diferencia de la mayoría de los productores que consumen localmente, Costa Rica destaca por exportar la mayor parte de su producción de sachaculantro (Picó y Nuez, 2000; Morales et al. 2011; Fonseca, 2021). Cabe resaltar que *E. foetidum* es una herbácea que habita en suelos inundables, purmas y huertos hortícolas. Puede crecer tanto bajo sombra y en campo abierto. Se encuentra distribuida en toda la América tropical y es originaria de la Amazonía occidental. En nuestro país se le cultiva como condimento en las regiones Huánuco, Ica, Junín, Loreto, San Martín (Pinedo et al. 1997; Mejía y Rengifo, 2000).

Las características de *E. foetidum* incluyen una época de siembra durante todo el año, preferiblemente en la temporada lluviosa. Durante su producción, enfrenta desafíos como insectos fitófagos y fitopatógenos particularmente los hongos. Puede cultivarse en asociación con otros cultivos. La propagación se hace tanto por semilla sexual, el cual llega a germinar aproximadamente a los siete días después de la siembra. También puede realizarse asexualmente con el uso de secciones de la base del tallo y después de tres meses después de la siembra se realiza la cosecha y, se inicia con las hojas más viejas (inferiores). A este cultivo se le aprovecha principalmente en estado fresco, seguido de un proceso de secado bajo sombra para su posterior conservación (Santiago y Cedeño, 2001; Morales et al., 2011).

#### 2.1.2. Descripción botánica

*E. foetidum* pertenece a la familia botánica Apiaceae (la familia del apio), la cual incluye 455 géneros y más de 3 600 especies de plantas, donde las más comerciales y conocidas son los cultivos apio (*Arracacia xanthorrhiza*), zanahoria (*Daucus carota*), perejil (*Petroselinum sativum*), el anís (*Pimpinella anisum*), entre otros (Fonseca, 2021; Loarte, 2021). *E. foetidum*, una herbácea bienal, sin tallo aparente, ramificada y sin vellosidades. Su planta llega a alcanzar hasta 40 cm de altura y se caracteriza por emanar un fuerte aroma debido a los aceites esenciales presentes en todas sus partes. Sus hojas basales, lanceoladas u oblanceoladas, miden de 3 a 27 cm de largo, 1 a 5 cm de ancho, con base cuneada, ápice obtuso y márgenes espinulosos-aserrados. Por otro lado, la inflorescencia, divaricadamente trifurcada, presenta

numerosas cabezuelas pequeñas con flores blancuzcas que se agrupan en las puntas de ramas. El florecimiento inicia a los tres meses, siendo más temprano a pleno sol o en días largos y cálidos, y más tardío con sombra del 60 a 70 %. Las semillas son ligeras (66,000-78,500 semillas por onza) y pequeñas, son de color pardo cuando maduras, y están contenidas en frutos globosos (Mejía y Rengifo, 2000; Picó y Nuez, 2000; Morales et al., 2011).

### 2.1.3. Clasificación taxonómica

Integrated Taxonomic Information System of North América [ITIS] (2022), ha clasificado taxonómicamente a este cultivo 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.

### 2.1.4. Principales usos

*E. foetidum* es ampliamente utilizado en la cocina y la medicina. Sus hojas y tallos se llegan a aprovechar como condimento en las comidas, con un sabor similar al cilantro o culantro, pero más fuerte, siendo duraderos y ricos en caroteno, calcio, hierro, vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, A y proteínas. Actualmente es cultivado alrededor de las casas, sustituye al cilantro europeo en el trópico y es muy apreciado en la cocina antillana, brasileña y en cocinas regionales del sur de Asia. Culinariamente, se utiliza en sofritos, salsas y pastas, exportándose a países occidentales. Asimismo, su alto contenido de aceites esenciales y otras propiedades particulares de esta especie, se vincula también para uso medicinal de forma tradicional y se emplea contra cefaleas, tos seca, abscesos de la piel, hepatitis, como estimulante del parto, antidiarreico y como relajante (Mejía y Rengifo 2000; Picó y Nuez, 2000; Morales et al., 2011).

### 2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos

#### 2.1.5.1. Clima

La óptima prosperidad para *E. foetidum* se logra en lugares con temperaturas que oscilan entre 16 a 30 °C, preferiblemente en ambientes húmedos y que se

encuentren parcialmente sombreados (Puente, 2019; Loarte, 2021). Aunque puede crecer a pleno sol, investigaciones sugieren que el cultivo en sombra parcial (40 a 70%) genera en hojas más grandes, tiernas y con un aroma más intenso, el cual es prolongando antes de la floración y reduce la competencia de malezas que requieren mayor luz (Santiago y Cedeño, 1991; Pinedo et al. 1997). Altas temperaturas y exposición directa a la luz solar provocan una floración temprana y generan hojas más cortas. Por eso, se debe proporcionar sombra con mallas de sombreo o materiales rústicos o asociarlos con plantas más altas con el objetivo de mejorar la productividad del follaje (Morales et al., 2011), porque el rendimiento en tamaño de hojas frescas se favorece con un 73 % de sombra, con hojas de mayor diámetro, verde intenso y aroma más fuerte, en mayor cantidad y por más tiempo (Mejía y Rengifo 2000; Fonseca, 2021).

#### **2.1.5.2. Suelo**

Para un desarrollo adecuado de *E. foetidum*, se requieren suelos con buen drenaje y buena capacidad de retención de humedad, manteniendo un pH neutro o ligeramente ácido para prevenir deficiencias nutricionales (Santiago y Cedeño, 1991; Pinedo et al. 1997). Esta especie también reside en suelos inundables y purmas altas, ya sea en huertos hortícolas a cielo abierto o en áreas con sombra. Puede adaptarse a suelos arcillosos o arenarcillosos, con contenido de materia orgánica de bajo a alto. A pesar de estas adaptaciones, se ha visto un rendimiento superior en suelos sueltos con 20 a 30 cm de profundidad, manteniendo 80 % de su capacidad de campo para un crecimiento acelerado, aunque la alta humedad puede favorecer desarrollo de enfermedades (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Morales et al., 2013).

#### **2.1.6. Labores culturales**

##### **2.1.6.1. Preparación del terreno**

La selección del terreno debe ser cuidadosa y se debe tener en cuenta, que la pendiente del terreno es esencial para evitar la erosión y no deben ser pendientes superiores al 15 %. Después de la preparación del terreno, se debe emplear descomponedores biológicos para facilitar la incorporación de materia orgánica al suelo. Se enfatiza la preferencia por la solarización del suelo durante al menos 45 días, limitando el uso de la quema de malezas a prácticas controladas. Se sugiere que el terreno sea suelto y de pendiente plana con una profundidad de aproximadamente 20 cm; en caso contrario, se deben llevar a cabo actividades como la limpieza y eliminación de malezas y arbustos, seguidas por el uso de maquinaria para remover el suelo (Santiago, 2001; Heredia, 2002; Eunice, 2006).

##### **2.1.6.2. Obtención de las semillas**

Para la extracción de las semillas de *E. foetidum* se debe reducir la humedad del material y de ese modo facilitar la liberación de la semilla de la inflorescencia,

además de prepararla para el almacenamiento posterior. El secado puede realizarse al sol o bajo una superficie impermeable como plástico, con especial precaución ante la lluvia y otras fuentes que puedan alterar la fisiología de las semillas. Para separar la semilla de la inflorescencia, se debe hacer el desgrane con cuidado, a través de un ligero aporreo para que se desprendan las semillas en estado óptimo de madurez fisiológica. Luego, se limpia la semilla de los restos florales con una zaranda fina o tamiz para luego ser almacenada en un lugar fresco y seco, preferiblemente en un recipiente con tapa (Santiago, 2001; Heredia, 2002; Eunice, 2006).

### **2.1.6.3. Métodos de siembra**

#### **a. Siembra directa**

Se recomienda sembrar durante la temporada de lluvias, con un periodo continuo de lluvias de al menos 15 días (Picó y Nuez, 2000; Santiago y Cedeño, 2001). La semilla se puede sembrar de forma directa y su germinación toma un período de 10 a 90 días después de la siembra. Esta diferencia de la germinación, presenta plantas en distintas etapas de crecimiento y, por lo tanto, la competencia con las malezas es un problema. La siembra puede realizarse al voleo, a través de esparcir uniformemente las semillas en el terreno o a través de surcos. Si se hace de forma directa, se debe colocar las semillas cada 20 cm por surco y luego deben ser cubiertas (Pinedo et al. 1997; Santiago, 2001; Heredia, 2002).

#### **b. Siembra por trasplante**

Es recomendable la siembra por trasplante para aprovechar más a las semillas con el fin de obtener mayor uniformidad en el crecimiento de las plantas. A diferencia de la siembra directa, con este método de siembra se programa la cosecha de las hojas. Antes de la siembra, se debe hacer germinar las semillas en bandejas plásticas con 98 a 135 celdas con sustrato (10 a 15 semillas por celda). Estas deben germinar en modo “cepa” de plantitas para ser trasplantadas en conjunto. Por eso, para 0,45 kg de semilla se usa 500 bandejas de 128 celdas con el fin de generar más de 64 000 “cepas”. Las plántulas se encuentran listas para trasplantar entre siete a ocho semanas después de la siembra. A estas semanas, las plántulas presentan tres a cuatro hojas (Callejas et al., 2016; Puente, 2019; Fonseca, 2021).

### **2.1.6.4. Distanciamiento de siembra**

Los distanciamientos de siembra más recomendadas y utilizadas por los agricultores para la especie en cuestión son de 15 cm x 15 cm [15 cm entre hileras x 15 cm entre plantas], 10 cm x 10 cm, 15 cm x 5 cm y 15 cm x 7 cm. Es importante que, al sembrar a distancias más cortas, se colocan más plantas por cama, pero resulta plantas con hojas más pequeños (Santiago, 2001; Morales et al., 2011; Vela y Hoyos, 2015; Callejas et al., 2016).

#### **2.1.6.5. Sombra**

Durante la fase de floración de *E. foetidum*, las plantas que se desarrollaron bajo un 63 a 73 % de sombra, florecen 5 y 10 días más tarde, respectivamente, que las plantas expuestas a plena luz solar o bajo 47 % de sombra (Puente, 2019; Fonseca, 2021; Loarte, 2021). Es decir, a mayor exposición a la luz solar, se genera floración más temprana, mientras que las plantas bajo sombra presentan un retraso en la floración. Además, plantas bajo 63 a 73 % de sombra, presentan promedios más altos de peso foliar, debido a presentar hojas más grandes y pesadas que las que crecieron a plena luz solar, que presentan hojas más pequeñas y gruesas (Santiago y Cedeño, 1991; Mejía y Rengifo, 2000; Picó y Nuez, 2000). Además, de producir hojas con olores más intensos, más abundantes, etc., bajo esas condiciones de sombra, reduce la competencia con malezas (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Callejas et al., 2016).

#### **2.1.6.6. Asociación con otros cultivos**

La asociación de *E. foetidum* L. con plantas de mayor altura se hace para proporcionar sombra con el fin de mejorar la productividad del follaje. Es esencial que el cultivo asociado reciba un adecuado suministro de nutrientes y agua, y que sus requisitos sean compatibles con los de *E. foetidum*, con el fin de evitar deficiencias en ambos cultivos. Por lo tanto, el otro cultivo no debe generar sombra excesiva a *E. foetidum*, y tampoco tener efecto alelopático a *E. foetidum* (Santiago y Cedeño, 1991; Vela y Hoyos, 2015).

#### **2.1.6.7. Fertilización**

Antes de la fertilización, se debe realizar un análisis de suelo con el de determinar las necesidades nutricionales del cultivo. Asimismo, para lograr rendimientos óptimos de follaje de *E. foetidum* se sugiere la aplicación durante la fase de crecimiento de 175 a 200 kg/ha N, 75 a 100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 a 150 kg/ha K<sub>2</sub>O (Morales et al., 2011; Vela y Hoyos, 2015; Callejas et al., 2016). Al fraccionar la fertilización, la primera aplicación, con una concentración alta de fósforo, se hace a los 30 días después de la germinación. La segunda fertilización se planifica a los 50 días posteriores a la germinación, y la tercera fertilización que sería a los 70 días después de la germinación (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Puente, 2019).

#### **2.1.6.8. Control de malezas**

*E. foetidum* muestra una competencia débil por agua y nutrientes con otras plantas, debido a su sistema radical suficientemente. Este sistema radicular se hace grande después de varias semanas de trasplante. Por lo tanto, es necesario controles constantes de malezas. Se aconseja usar coberturas de suelo con material orgánico o plástico para suprimir el desarrollo de las malezas. La presencia de malezas como *Amaranthus* sp. y *Cyperus rotundus* puede ser responsable de disminuir la producción del follaje en 75% si no se llega a controlar.

Por eso, es importante sembrar en suelos con niveles óptimos de nitrógeno y con sombra parcial para reducir la competencia de las malezas (Heredia, 2002; Eunice, 2006; Vela y Hoyos, 2015).

#### **2.1.6.9. Control fitosanitario**

##### **a. Control de insectos plagas**

Ácaros y áfidos, larvas de *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua* y *Myzus persicae* son los insectos plagas más comunes porque llegan a causar daños en las hojas comerciales. Para el control de estos insectos, se recomienda controles regulares de malezas, porque son hospederas de estos insectos. Además, se debe utilizar insecticidas comerciales u orgánicos como *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, etc., para evitar la eliminación de insectos beneficiosos como las abejas. Asimismo, después de la cosecha, se debe eliminar los residuos de la cosecha (Eunice, 2006; Morales et al., 2011; Callejas et al., 2016; Loarte, 2021).

##### **b. Control de enfermedades**

*Cercospora* y *Alternaria*, son los hongos que más daño hacen a las hojas a través de generar manchas marrones con bordes amarillos. Por eso, para prevenir estos hongos y otros fitopatógenos, se recomienda seleccionar plántulas sanas y vigorosas antes del trasplante. Asimismo, antes del trasplante, se deben eliminar restos de cosechas anteriores y nivelar el terreno para garantizar un buen drenaje. Es muy importante también asociarlos con cultivos no susceptibles a fitopatógenos también se considera una medida preventiva. Evitar la humedad excesiva en el follaje de la planta a través de controles regulares de malezas para prevenir el exceso de agua en el suelo (Puente, 2019; Fonseca, 2021; Loarte, 2021).

#### **2.1.6.10. Cosecha de hojas**

El ciclo de *E. foetidum* toma 225 días después de la germinación, pero aproximadamente a los 60 días después del trasplante, la planta acumula suficiente follaje para ser cosechada comercialmente. Cuando inicia la floración, algunos productores cosechan las hojas porque después se emite poco follaje. La cosecha puede realizarse con toda la planta y raíz, y eso dependerá de la demanda del consumidor. Durante la cosecha, se recomienda buscar hojas grandes y que no presenten imperfecciones. Cosechada las hojas idóneas, se debe dejar al menos tres hojas pequeñas y jóvenes por planta para permitir un crecimiento continuo de las futuras cosechas. Se sugiere también cosechar varias veces, pero la cosecha debe hacerse antes de la floración del cultivo (Callejas et al., 2016; Fonseca, 2021; Loarte, 2021).

## **2.2. Rendimiento de un cultivo**

### **2.2.1. Concepto general**

El rendimiento de un cultivo se define como la cantidad de producto cosechado por unidad de área, compuesta en toneladas o kilogramos por hectárea, y depende

de factores genéticos, ambientales y del manejo agronómico. El rendimiento refleja la interacción entre el potencial genético del cultivo y las condiciones del entorno. Asimismo, el rendimiento este también está influenciado por el uso eficiente de los recursos disponibles, como agua, nutrientes y luz solar. Por tanto, optimizar estos factores es clave para alcanzar altos rendimientos agrícolas.

### **2.2.2. Medición del rendimiento**

El rendimiento de los cultivos se estima tomando muestras representativas del área de cultivo. Los productores pesan el producto cosechado de la muestra y extrapolan esta información al resto del campo. Existen diversas herramientas tecnológicas para recopilar datos de rendimiento, como monitores en cosechadoras, dispositivos digitales de medición de volumen de grano, boletos de básculas y contenedores calibrados.

### **2.2.3. Factores que afectan el rendimiento de los cultivos**

#### **2.2.3.1. Clima**

El clima es uno de los factores más determinantes en el rendimiento de los cultivos. Elementos como la temperatura, la humedad, las precipitaciones, el viento y los patrones climáticos irregulares influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cultivar fuera de las condiciones climáticas óptimas puede reducir significativamente la productividad. Además, ciertas condiciones favorecen la proliferación de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos (González y Pagliettini, 2006).

#### **2.2.3.2. Fertilidad del suelo**

El suelo es la fuente principal de nutrientes esenciales para los cultivos, especialmente en la agricultura de seco. La falta o desequilibrio de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes impacta negativamente en el desarrollo de las plantas. Un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, con el uso de enmiendas orgánicas o fertilizantes, es crucial para mantener altos rendimientos (González y Pagliettini, 2006).

#### **2.2.3.3. Variedad genética**

La selección de variedades con alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a las condiciones locales es clave. Las mejoras genéticas pueden aumentar la productividad y la tolerancia a factores adversos (González y Pagliettini, 2006).

#### **2.2.3.4. Plagas y enfermedades**

La presencia de plagas y enfermedades es una limitación constante para el rendimiento de los cultivos. Estas pueden afectar a las plantas a lo largo de todo su ciclo de vida, reduciendo su productividad y calidad. Un manejo integrado de plagas y

enfermedades, que combina estrategias preventivas, biológicas y químicas, es fundamental para mitigar su impacto (González y Pagliettini, 2006).

#### **2.2.3.5. Prácticas agrícolas**

Las prácticas agrícolas son un conjunto de técnicas y actividades orientadas a optimizar la producción de cultivos y preservar los recursos naturales. Incluyen la preparación del suelo mediante labranza y enmiendas, la selección adecuada de semillas, la rotación y asociación de cultivos, y la fertilización orgánica o química para garantizar la disponibilidad de nutrientes. También abarcan métodos de riego eficientes, como el riego por goteo, y estrategias de manejo integrado de plagas para minimizar daños por plagas y enfermedades. Además, implican prácticas sostenibles como la agroforestería, la agricultura de conservación y el control del uso de agroquímicos, así como el uso de tecnología, como sensores y drones, para monitorear y optimizar el manejo del cultivo. Estas acciones tienen la finalidad de maximizar la productividad, mejorar la calidad del producto y reducir el impacto ambiental (González y Pagliettini, 2006).

#### **2.2.3.6. Otros factores**

El rendimiento de los cultivos está influido por diversos factores, como el clima, que incluye temperatura, humedad y patrones climáticos, y la fertilidad del suelo, determinada por la disponibilidad de nutrientes esenciales. También son claves las plagas y enfermedades, la variedad genética seleccionada, la disponibilidad y calidad del agua, y el manejo del tiempo y la densidad de siembra. Prácticas culturales como poda y deshierbe, junto con tecnologías modernas y mecanización, mejoran la eficiencia del manejo agrícola. Además, la erosión del suelo, la calidad del aire y la polinización por insectos juegan un rol importante. Factores como la calidad de los insumos, el acceso al financiamiento, la capacitación y las políticas gubernamentales también influyen indirectamente. Asimismo, la interacción adecuada de todos estos elementos permite maximizar la productividad y asegurar la sostenibilidad de los cultivos (González y Pagliettini, 2006).

### **2.3. Rentabilidad**

La rentabilidad, es la relación entre ingresos y costos derivados del uso por parte de los activos de la empresa en actividades productivas. Este indicador se evalúa en relación con las ventas, activos, capital o valor accionario. Es importante indicar que el rendimiento se refiere a la cantidad de producción obtenida por unidad de área, como kilos por hectárea en agricultura o unidades producidas en una fábrica. La rentabilidad, en cambio, mide la ganancia económica obtenida en relación con los costos invertidos, es decir, si una actividad o inversión genera más ingresos de lo que cuesta hacerlo (Aguirre et al., 1997). En general, la rentabilidad,

se utiliza para comparar las ganancias de las inversiones realizadas y evidenciar la eficiencia de la explotación agrícola para generar utilidades a partir de recursos como tierra, mano de obra y capital (Sánchez, 2002). Finalmente, los indicadores financieros y valores de rentabilidad se estiman a partir de datos del balance general en base a ingresos y gastos (Nevado et al., 2007).

### **2.3.1. Indicadores de rentabilidad**

Los indicadores de la rentabilidad evalúan la cantidad de utilidades que son obtenidas respecto a la inversión que las originó a través del cálculo del activo total o capital contable (Guajardo y Andrade, 2013). Para realizar el cálculo de la rentabilidad, los analistas financieros utilizan índices de rentabilidad con el objetivo de evaluar la eficiencia de las empresas en el uso de sus activos (Nevado et al., 2007). Para la formulación y medición de la rentabilidad se debe considerar la necesidad de que las magnitudes involucradas se expresen en forma monetaria, la relación causal entre recursos invertidos y el resultado, el uso promedio del periodo para determinar la cuantía de los recursos invertidos, ya que el resultado es una variable de flujo calculada respecto a un periodo, y la definición del periodo de tiempo al que se refiere la medición de la rentabilidad, generalmente el ejercicio contable, para evitar errores debido a una personificación incorrecta en breves espacios de tiempo (Sánchez, 2002).

El estado de resultados, es fundamental para evaluar la rentabilidad de una empresa en periodos como un mes, tres meses o un año, desglosa los ingresos, costos y gastos para llegar a la utilidad neta. Sin embargo, se destaca que el análisis financiero no prescinde del balance general, ya que la evaluación integral de la operación de un negocio requiere considerar tanto la rentabilidad como la liquidez. El estado de resultados como el balance general son fundamentales para construir indicadores de rentabilidad, los cuales miden la eficiencia de cómo fue manejado el capital invertido por los inversionistas en las operaciones realizadas por parte de la empresa (Guajardo y Andrade, 2013).

Los indicadores de rentabilidad evalúan la capacidad de la organización para ajustar costos y los gastos en beneficio de obtener utilidades. La evaluación financiera, que abarca análisis de gastos de operación, inversión realizada impuestos, leyes aplicables, entre otros factores, desempeña un papel integral al determinar el valor agregado del proyecto a la inversión inicial (Aguirre et al., 1997). Guajardo y Andrade (2013), describen los indicadores comunes para medir la rentabilidad donde se incluye el Valor Presente Neto (VPN), el cual se calcula en base a la diferencia entre el valor de mercado de la inversión y su costo. La Tasa Interna de Retorno (TIR), busca la tasa de rendimiento del proyecto, el periodo de recuperación de la inversión, que establece el tiempo para recuperar la inversión, y la relación beneficio costo

(B/C), que compara ingresos y costos actualizados para determinar la eficiencia de la inversión. Estos indicadores ofrecen herramientas para la toma de decisiones en proyectos de inversión.

### **2.3.1.1. Retorno de la inversión**

El principal indicador que se utiliza para evaluar la rentabilidad viene a ser la relación entre beneficios y costos (B/C). Con esta relación se obtiene el indicador que evalúa el rendimiento de la inversión (RI) y a su vez, indica si es adecuada o no la decisión de invertir. El retorno de la inversión (RI) cuantifica el grado de recuperación del capital invertido. Para calcular estos indicadores, se debe tener en cuenta los siguientes elementos: a) Ingresos totales (IT) generados por la venta del producto. b) Costos totales de producción (CT). c) Excedente de ganancias (EXC) el cual es calculado a partir de la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales. Es fundamental comprender que la relación beneficio/costo (B/C) debe ser mayor a uno con el fin de asegurar la rentabilidad del proyecto. Esta relación refleja tanto el beneficio bruto como el neto que se produce por cada unidad monetaria que fue invertido (Sánchez, 2002).

### **2.3.2. Tipos de rentabilidad**

#### **2.3.2.1. Rentabilidad económica**

La rentabilidad económica es una medida referencial que evalúa la capacidad de los activos para generar valor independientemente de la forma en que fueron financiados (Sánchez 2002). Este indicador mide la eficiencia de la gestión empresarial, ya que el comportamiento de los activos y muy al margen de su financiación, llega a determinar la rentabilidad económica de una empresa. Por lo tanto, es un índice que evalúa el rendimiento económico de las inversiones mediante la fórmula siguiente (Aguirre et al., 1997):

$$\frac{\text{Beneficio ante gastos financieros e impuestos}}{\text{Inversión neta}}$$

El rendimiento sobre la inversión llega a determinar la eficiencia global a partir de la generación de utilidades con activos disponibles que está determinado por el poder productivo del capital invertido. Asimismo, esta variable se halla a partir de la siguiente fórmula (Van Horne y Wachowicz, 2002):

$$\frac{\text{Utilidad neta después de impuestos}}{\text{Activo total}}$$

Respecto a la utilidad, Aguirre et al. (1997), considera la utilidad antes de restar gastos financieros más impuestos. Por su parte, Van Horne y Wachowicz (2002) considera la utilidad neta después de deducir gastos más impuestos. Este cálculo es la forma de obtener el rendimiento sobre la inversión, el cual proporciona una evaluación más integral de la eficiencia sobre la generación de utilidades en relación con los activos totales.

### 2.3.2.2. Rentabilidad financiera

La rentabilidad financiera indica el rendimiento de los capitales propios en un determinado período. A diferencia de la rentabilidad económica, la rentabilidad financiera es una medida más cercana a los accionistas, siendo el indicador que los directivos intentan maximizar en interés de los propietarios. Es decir, la rentabilidad financiera es una medida centrada en la empresa y no en el accionista, porque no incluye aspectos específicos del rendimiento para los accionistas, como la variación de las cotizaciones o dividendos (Sánchez 2002). Para calcular la rentabilidad financiera se usa la siguiente fórmula (Aguirre et al. 1997):

$$\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Recursos propios medios}}$$

Este cálculo indica la capacidad que puede tener la empresa para la remunerar a sus accionistas, ya sea a través de dividendos o retención de los beneficios. Este índice compara la utilidad neta de los accionistas después de los impuestos y capital invertido en la empresa. Este índice se calcula con la siguiente fórmula (Van Horne y Wachowicz 2002):

$$\frac{\text{Utilidad neta después de impuestos}}{\text{Capital de los accionistas}}$$

En conclusión, este indicador se centra en los accionistas más que en la empresa, a través de la evaluación del poder productivo del valor contable de la inversión de los propietarios. Con la fórmula, se divide el beneficio neto de los recursos propios medios y se obtiene un cociente que refleja la capacidad de la empresa con el objetivo de remunerar a sus accionistas. Por lo tanto, un rendimiento más alto indica una mejor gestión de gastos la que beneficia especialmente a los propietarios y/o accionistas (Sánchez, 2002).

### 2.3.3. Índice de rentabilidad

Los indicadores de rendimiento o rentabilidad evalúan la eficacia de la gestión empresarial con el objetivo de controlar costos y gastos, para convertir las ventas no solo en recuperar lo invertido, sino en utilidades. Para los inversionistas, este indicador es esencial para analizar el retorno de la inversión por parte de la empresa. Dos indicadores clave son la rentabilidad neta del activo y el margen bruto. La rentabilidad neta del activo, muestra la capacidad del activo para generar utilidades independientemente de la forma de financiamiento. Mientras que el margen bruto, revela la rentabilidad de las ventas frente al costo de ventas y como se cubre gastos operativos para crear utilidades antes de impuestos (Brun et al., 2012).

### 2.3.4. Rentabilidad agrícola

La rentabilidad, medida en términos monetarios y expresada en forma porcentual, representa la capacidad de un bien o servicio para generar una renta, ingreso o

ganancia en relación con el capital invertido. En el contexto empresarial, refleja la eficiencia económica del trabajo realizado, aunque en un sistema socialista las ganancias no son un fin en sí mismas, sino una condición para ampliar la producción social y satisfacer las necesidades colectivas (Molina, 2017). Evaluar el rendimiento y las perspectivas de un cultivo de granos requiere un enfoque más amplio que las metodologías tradicionales. Se necesitan modelos económico-financieros complejos que consideren factores como el riesgo climático, los precios, las tasas de cambio y financieras, entre otros. El rendimiento de un agricultor puede evaluarse como cualquier otro negocio, manteniendo un equilibrio entre rentabilidad y riesgo (Contreras, 2006). La metodología de márgenes brutos tiene limitaciones, ya que no refleja fluctuaciones en la remuneración de la tierra frente a cambios en los ingresos o costos esperados. Es crucial ajustar el valor del arrendamiento de la tierra ante cambios en otros costos de producción para mantener el equilibrio entre riesgo y rentabilidad (González y Pagliettini, 2006).

### **2.3.5. Costos de producción agrícola**

El concepto de "Costos de producción agrícola" se refiere a todos los desembolsos de dinero realizados durante el proceso de producción agrícola, desde la preparación del terreno hasta la cosecha y comercialización de los productos agrícolas. Estos costos incluyen tanto los gastos directos relacionados con insumos como semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, alquiler de maquinaria, entre otros, como también los costos indirectos como el arrendamiento de tierras, los impuestos, los seguros y otros gastos administrativos. La determinación precisa de los costos de producción agrícola es fundamental para evaluar la rentabilidad de las actividades agrícolas y tomar decisiones informadas sobre la gestión de la explotación agrícola (González y Pagliettini, 2006; Brun et al., 2012).

### **2.4. Flujo de caja**

El flujo de caja indica el movimiento del efectivo dentro y fuera de una empresa durante un período de tiempo específico. Es decir, el flujo de caja es la cantidad de efectivo que entra y sale de la empresa, como ingresos por ventas, pagos de gastos, inversiones, financiamiento, etc. Es fundamental para la gestión financiera, porque permite a los gerentes y empresarios para comprender la liquidez de la empresa. También permite entender la capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras en un corto plazo. El flujo de caja en estado positivo, señala que la empresa genera más efectivo del que está gastando y, por lo tanto, un flujo de caja negativo indica lo contrario (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

### **2.5. Inversión inicial**

La inversión inicial, vital para el éxito del negocio, no solo abarca activos esenciales, sino también el capital necesario para gestionar los desfases de caja. Es crucial

entenderla como la inversión en recursos financieros para adquirir bienes y servicios necesarios para la operación del negocio. La inversión inicial, incluyendo el capital de trabajo, es esencial para superar desafíos operativos y evitar el fracaso, ya que las utilidades no suelen manifestarse de inmediato en la mayoría de los negocios (Brun et al., 2012; Guajardo y Andrade, 2013).

## **2.6. Estado de pérdidas y ganancias**

Este concepto se centra en la medición de gastos y deudas, siendo crucial para las decisiones gerenciales que impactan sobre los ingresos o pérdida de una empresa. A través de este informe, se evalúa el desempeño económico de la empresa durante un periodo contable, permitiendo conocer la utilidad o pérdida derivada de las transacciones financieras. En términos generales, se analizan los resultados de las operaciones para tomar decisiones sobre la rentabilidad del negocio (Brun et al., 2012; Guajardo y Andrade, 2013).

## **2.7. Costos de producción**

### **2.7.1. Concepto general**

Los costos de producción representan los gastos esenciales para mantener proyectos operativos, líneas de procesamiento o equipos. En el contexto empresarial, la disparidad entre los ingresos (por ventas u otras fuentes) y los costos de producción determinan el beneficio bruto (Nevado et al., 2007). Por consiguiente, comprender los costos de producción es de suma importancia en el ámbito tecnológico, especialmente para profesionales como los tecnólogos pesqueros. Estos costos presentan dos características contrastantes que a menudo no se comprenden completamente en países en desarrollo. Por un lado, la producción de bienes implica inevitablemente gastos, lo que conlleva la generación de costos (Brun et al., 2012).

### **2.7.2. Costos unitarios**

El costo unitario es el valor promedio, que se genera a cierto volumen de producción que llega a costar producir una unidad del producto. Este indicador, se obtiene al dividir el costo total entre la suma de los costos fijos y variables que es utilizada por la cantidad total producida. Por lo tanto, el costo medio desciende a medida que incrementa la producción, porque los costos fijos llegan a influir cada vez menos sobre el total. Asimismo, cuando se rebasa cierta frontera de eficiencia, los costos medios suben, dando como resultado una curva en forma de “U” (Contreras, 2006; González y Pagliettini, 2006; Molina, 2017).

### **2.7.3. Costo total**

Son aquellos costos realizados por el uso de los insumos de producción y recursos indirectos que se han intervenido durante el proceso productivo. Este indicador tiene la expresión formal (Contreras, 2006; González y Pagliettini, 2006; Molina, 2017):

$$CT = CU * Q$$

Leyenda:

CT = Costo total.

CU = Costo unitario.

Q = Producción total.

#### **2.7.4. Clasificación de los costos**

##### **2.7.4.1. Según su naturaleza**

###### **a. Costos variables**

Llamadas también costos directos y se encuentran dentro de los costos de producción, los cuales varían según la cantidad producida. Por ejemplo: Para diez hectáreas [10 ha] del cultivo de cacao, hay un mayor gasto en fertilizantes que 1 ha. Por lo tanto, al aumentar la producción, los costos variables aumentan, y cuando la producción disminuye, pasa lo contrario con los costos variables. Los costos variables para la producción de un cultivo, son mano de obra, insumos, materiales y equipos (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

###### **b. Costos fijos**

También llamado costos indirectos (costos fijos) porque llegan a ser inalterables en cualquier período establecido para cualquier cantidad de producto que se llega a obtener. Los costos fijos, no se elevan ni se reducen cuando aumenta o disminuye la producción, respectivamente. Ejemplo de costo fijos en la producción agrícola es la maquinaria agrícola y el equipo, cuando son propios del agricultor (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

##### **2.7.4.2. Según su relación con la actividad**

###### **a. Costos directos**

Son aquellos costos que se pueden asociar directamente con la producción de un bien o la prestación de un servicio, es decir, se pueden identificar y medir específicamente en relación con un producto, servicio o actividad. Estos costos varían proporcionalmente con el nivel de producción o el uso de los recursos. Un ejemplo común en la industria manufacturera es el costo de las materias primas necesarias para fabricar un producto. En una fábrica de muebles, la madera utilizada sería un costo directo, ya que está claramente relacionada con cada unidad producida (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

###### **b. Costos indirectos**

Son aquellos que no se pueden vincular directamente con un producto o servicio específico y suelen estar asociados a varios productos o actividades a la vez. Estos costos se distribuyen de manera más general entre los diferentes procesos, ya que no varían directamente con el nivel de producción. Un ejemplo sería el costo de la electricidad utilizada en una fábrica, que puede ser difícil de asignar exactamente a cada unidad producida.

Otros ejemplos incluyen el alquiler de las instalaciones o los salarios del personal de administración (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

### **2.7.4.3. Según su función**

#### **a. Costos de producción**

Son aquellos que se generan durante el proceso de fabricación de productos o la prestación de servicios. Estos incluyen materias primas, mano de obra directa, y costos indirectos de fabricación, como la energía y el mantenimiento de maquinaria. Por ejemplo, en una fábrica de zapatos, el costo de la piel y la mano de obra de los operarios serían costos de producción (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

#### **b. Costos de administración**

Son los gastos relacionados con la gestión y el funcionamiento general de la empresa, pero que no están directamente vinculados con la producción. Estos incluyen salarios del personal administrativo, servicios básicos de oficinas, y otros gastos de gestión. Por ejemplo, el salario de los gerentes o el costo de papelería de la oficina se consideran costos de administración (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

#### **c. Costos de ventas o distribución**

Se refieren a los gastos asociados con la comercialización y distribución de los productos o servicios. Estos incluyen publicidad, comisiones de vendedores, transporte y almacenamiento de productos. Por ejemplo, los costos de una campaña publicitaria o el transporte de mercancías desde la fábrica hasta los puntos de venta serían costos de ventas (Nevado et al., 2007; Brun et al., 2012).

#### **d. Costos financieros**

Son derivados de la obtención de recursos financieros, como intereses de préstamos, comisiones bancarias y gastos relacionados con el financiamiento. Por ejemplo, si una empresa toma un préstamo para financiar la compra de maquinaria, los intereses pagados por dicho préstamo serían considerados costos financieros (Nevado et al., 2007).

## **2.8. Trabajos realizados**

Santiago y Cedeño (1991), evaluó el efecto de la intensidad de la luz y su influencia sobre la floración y el crecimiento de *E. foetidum*. Para ello, utilizó 0, 47, 63 y 73 % de sombra sobre las plantas y concluyó que existió un retraso significativo sobre el inicio de la floración en plantas con 63 y 73 % de sombra en comparación a las plantas que crecieron a plena luz solar. Se observó también que las plantas bajo sombra produjeron menos espigas y presentaron peso más bajo que las que crecieron bajo luz solar. Finalmente, se determinó

significativamente que el contenido de clorofila en las plantas fue influenciado por la disminución en la intensidad de luz.

Eunice (2006) evaluó la producción de *E. foetidum* en tres ambientes (90 % y 50 % de sombra, y pleno sol) bajo dos tipos de fertilizantes (10-30-10 y bokashi). El autor concluyó que las plantas se desarrollaron significativamente mejor bajo 50 % de sombra, sin importar el fertilizante que se empleó. También, bajo este ambiente más la fertilización con bokashi se obtuvo el mayor rendimiento de biomasa seca (Eunice 2006).

Callejas et al. (2016) evaluaron 0, 40 y 70 % de sombra, respectivamente sobre el desarrollo de *E. foetidum* sembrados con distanciamientos de 10, 20 y 30 cm (entre planta y surco). Al finalizar la investigación se concluyó que 70 % de sombra y el distanciamiento de 10 cm fue mejor que el 40 y 0 % de sombra en las distintas variables estadísticas. Finalmente, se encontró que, *E. foetidum* tiene un mejor desarrollo vegetativo al incrementar el nivel de sombra y con una reducción en el distanciamiento entre planta y surco.

Key (2016) evaluó el efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro (*E. foetidum* L.) sometidas a poda de tallo floral, concluyendo lo siguiente: El inicio de la floración no fue afectado por las dosis de nitrógeno aplicadas. Altas dosis de nitrógeno tuvieron efectos negativos sobre el desarrollo de la planta, especialmente con la dosis más alta (3 g N/planta en suelo + 5 g N/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3 %), lo que resultó en una menor emisión de hojas y afectó negativamente la acumulación de materia fresca y seca, el área foliar total y el tamaño de las hojas. La poda del tallo floral aumentó la cantidad de hojas por planta y el área foliar, aunque las hojas resultaron más delgadas, con un menor peso, pero el tamaño promedio de las hojas no se vio afectado. La planta de culantro acumuló altas cantidades de nitrato, especialmente con las dosis más altas, lo que sugiere que debe consumirse en bajas cantidades. La poda no afectó esta variable. Finalmente, los resultados indicaron que la planta no parece ser muy exigente en nitrógeno, ya que a dosis de 0 g N/planta, con un suelo de contenido medio de materia orgánica, los rendimientos fueron aceptables, y la poda floral favoreció la obtención de plantas con más follaje y hojas más suaves.

Cuellar (2020) evaluó el efecto de tres sistemas de siembra en el rendimiento de *E. foetidum* L. (sacha culantro) en suelos degradados en el distrito de Pueblo Nuevo, obteniendo las siguientes conclusiones: El tratamiento T<sub>2</sub> (siembra por golpe) presentó los mayores valores de peso por planta en un metro cuadrado, con 1,056 kg/m<sup>2</sup>, en comparación con los otros tratamientos, siendo el T<sub>0</sub> (siembra convencional) el que obtuvo el valor más bajo de 0,465 kg/m<sup>2</sup>. En cuanto al número de tallos por metro cuadrado, el T<sub>2</sub> también destacó con un promedio de 10,63 tallos por planta, mientras que el T<sub>0</sub> presentó el menor valor con 4,69 tallos

por planta. Para el número de plantas por metro cuadrado, el tratamiento T<sub>1</sub> (chorro continuo) superó a los demás, alcanzando 206,45 plantas/m<sup>2</sup>, mientras que el T<sub>2</sub> obtuvo el menor promedio de 45,36 plantas/m<sup>2</sup>. Respecto a la altura de la planta, no se observaron diferencias significativas en los promedios, aunque el tratamiento T<sub>2</sub> mostró una mayor altura en comparación con los otros. Finalmente, en términos de rendimiento por hectárea, el T<sub>1</sub> (chorro continuo) registró la mayor producción con 56,36 kg/ha, mientras que el T<sub>2</sub> tuvo la menor producción, con 22,36 kg/ha.

Loarte (2021), evaluó el impacto del distanciamiento de siembra y la densidad de siembra en el rendimiento de *E. foetidum* en Tingo María. Se encontró que el espaciado de siembra de 20 x 20 cm tuvo un efecto significativo en el diámetro y altura de la planta, con un mayor número de hojas a los 120 días después del trasplante (ddt), mayor diámetro y longitud. Por otro lado, el distanciamiento de siembra de 10 x 10 cm resultó en una mayor densidad de plantas por hectárea. Además, se observó que el número de plantas por golpe llegó a afectar el número total de hijuelos, con el tratamiento de tres plantas por golpe mostrando el mayor promedio de hijuelos a los 120 ddt. Asimismo, los tratamientos más exitosos en términos de diámetro y altura de la planta, así como el tamaño de las hojas, fueron aquellos con dos y tres plantas por golpe espaciadas a 20 x 20 cm.

Muñoz (2021) evaluó el rendimiento del cultivo de sachaculantro (*E. foetidum* L.) en un sistema hidropónico con tres sustratos en Tingo María, concluyendo que el tratamiento T<sub>4</sub> (50 % arena + 50 % cascarilla de arroz) presentó la mayor producción, alcanzando 1514,82 kg/ha. En cuanto al mejor sustrato, el T<sub>3</sub> (fibra de coco 100 %) fue el más adecuado para la producción, con un rendimiento de 924,46 kg/ha. Para el volumen radicular, peso de hoja fresca y peso de raíz fresca, el tratamiento T<sub>4</sub> también se destacó, con 26,10 ml, 136,23 g y 48,73 g, respectivamente. Sin embargo, para el porcentaje de materia seca total, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Pérez (2022) evaluó el comportamiento agronómico y de rendimiento del *E. foetidum* L. (sachaculantro) bajo diferentes distanciamientos de siembra, concluyendo que: El distanciamiento de siembra tiene un impacto significativo en el comportamiento agronómico y el rendimiento de la planta. El tratamiento T<sub>4</sub> (0,35 m x 0,20 m) obtuvo los mejores resultados en términos de diámetro de la planta, longitud de la raíz, número de hojas por planta, peso de hojas por planta y peso total de la planta. El tratamiento T<sub>3</sub> (0,30 m x 0,20 m) presentó el mayor rendimiento en términos de peso de plantas por hectárea, con un promedio de 16 t/ha. El tratamiento T<sub>3</sub> también destacó por tener la mejor relación beneficio-costos, alcanzando S/ 49 379,00.

Huayhua (2023) evaluó el efecto del fosfito de potasio en la producción de *E. foetidum* L. (sacha culantro) con tres distanciamientos de siembra y concluyó lo siguiente: El distanciamiento de siembra (factor B) influyó en la altura de la planta, especialmente en la 4° y 5° evaluación, con el tratamiento T<sub>4</sub> (0,10 % - 20x20 cm) mostrando la mayor altura (14,86 y 15,92 cm, respectivamente). En cuanto al peso fresco y seco de la planta, el T<sub>5</sub> (0,20 % - 20x20 cm) mostró el mayor peso fresco (30,34 g), mientras que el T<sub>4</sub> destacó en el peso seco (4,38 g). El tratamiento T<sub>4</sub> también obtuvo los mayores valores en peso fresco y seco de la raíz (6,97 g y 1,60 g, respectivamente). En cuanto al área foliar, el T<sub>4</sub> también presentó el mayor valor (464,94 cm<sup>2</sup>). La incidencia de enfermedades fue influenciada por el factor A (dosis de fosfito de potasio), con el tratamiento T<sub>9</sub> (0,30 % - 15x15 cm) presentando la menor incidencia de enfermedades (39 %), siendo identificada *Colletotrichum* sp. como el agente causal. Respecto al análisis foliar de nutrientes, el fósforo (P) y el calcio (Ca) mostraron un efecto significativo del factor A y B, con los tratamientos T<sub>2</sub> (0 % - 15x15 cm) y T<sub>9</sub> (0,30 % - 15x15 cm) mostrando los mayores contenidos de P y Ca, respectivamente. El magnesio (Mg) solo estuvo influenciado por el factor A, con el tratamiento T<sub>10</sub> (0,10 % - 10x10 cm) presentando la mayor concentración de Mg (0,30 %). En cuanto al rendimiento, fue más influenciado por el factor B que por el factor A, observándose que los tratamientos con menor distanciamiento tuvieron mayor rendimiento, destacando el T<sub>11</sub> (0,20 % - 10x10 cm) con 31 atados/m<sup>2</sup>. Finalmente, el tratamiento más rentable fue el T<sub>4</sub> (0,10 % - 20x20 cm) con un 70,45 % de rentabilidad.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área experimental

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

El estudio se realizó en el Fundo Agrícola "Bandera Blanca", localizado en el Buenos Aires del distrito de Rupa Rupa, dentro de la provincia de Leoncio Prado, en la región Huánuco. Las coordenadas UTM del área experimental son: Longitud 390444,98 m E, Latitud 8969115,81 m S, con una altitud de 640,00 m.s.n.m.



**Figura 1.** Ubicación del área experimental (Google Earth, 2024).

##### 3.1.2. Zona de vida y características climáticas

El distrito de Rupa Rupa cuenta con dos zonas bien diferenciadas, una de ellas es la zona que corresponde a la selva donde destaca el cultivo de plátano y cacao, y la otra es la zona de selva alta, donde destacan el cultivo de café en menor proporción (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP], 2020).

##### 3.1.3. Historia del campo experimental

La investigación se realizó en el Fundo Agrícola "Bandera Blanca", cuya extensión es de 10 ha con plantaciones con una edad de 15 años, aproximadamente. La plantación de cacao está compuesta principalmente del clon CCN-51 a un distanciamiento de siembra de 3 m x 4 m.

### 3.1.4. Procedencia del material vegetal

Las semillas o material vegetal de *E. foetidum*, fueron adquiridas de la Asociación de Productores Bandera Blanca.

## 3.2. Diseño estadístico

### 3.2.1. Componentes en estudio

- ❖ Distanciamientos de siembra de sachaculantro: 10 cm x 10 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm y 30 cm x 30 cm.
- ❖ Plantación de cacao.

### 3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos se conformaron en base a las diferentes densidades de siembra de sachaculantro bajo 50 a 60 % de sombra del cultivo de cacao de la forma siguiente:

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos en estudio.

<u>Tratamientos</u>	<u>Plantación de cacao (sombra)</u>	<u>Distanciamiento de siembra</u>
T <sub>1</sub>	Diseño de 3m x 4m	10 cm x 10 cm
T <sub>2</sub>	Diseño de 3m x 4m	15 cm x 15 cm
T <sub>3</sub>	Diseño de 3m x 4m	20 cm x 20 cm
T <sub>4</sub>	Diseño de 3m x 4m	25 cm x 25 cm
T <sub>5</sub>	Diseño de 3m x 4m	30 cm x 30 cm

### 3.2.3. Diseño experimental

El diseño experimental a emplearse fue el diseño completamente al azar para un total de cinco tratamientos; el modelo aditivo lineal para este diseño es como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

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

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:  $i = 1, 2, \dots, 4$  tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, 4$  repeticiones.

### 3.2.4. Características del campo experimental

#### 3.2.4.1. Dimensiones del campo experimental

Largo	:	24,00 m
Ancho	:	15,00 m
Área experimental	:	360,00 m <sup>2</sup>

### 3.2.4.2. Distanciamiento de siembra del cultivo de cacao (sombra)

Ancho : 3,00 m

Largo : 4,00 m

### 3.2.4.3. Área de unidad de muestreo de sachá culantro

Numero de tratamientos : 5

Numero de repeticiones : 4

Total de parcelas : 20

Ancho parcela : 2,00 m

Largo parcela : 2,00 m

Área neta de parcelas : 4,00 m<sup>2</sup>

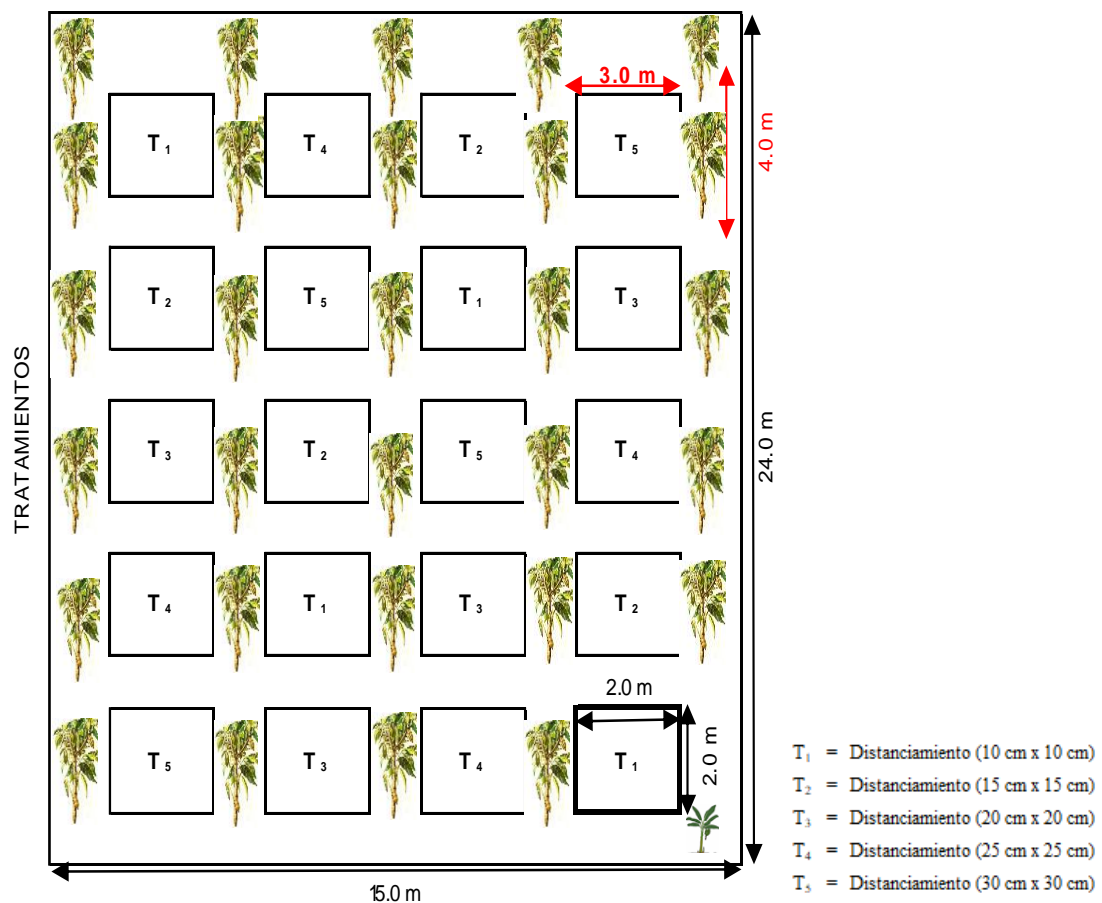
Distanciamiento entre unidades : 1,00 m

Área total de parcelas : 80,00 m<sup>2</sup>

## 3.2.5. Croquis del experimento

### 3.2.5.1. Croquis del área experimental

A continuación, se observa la disposición de los tratamientos de forma referencial en el croquis del área de producción (Figura 2).



**Figura 2.** Croquis del experimento

### 3.2.5.2. Croquis de las parcelas experimentales

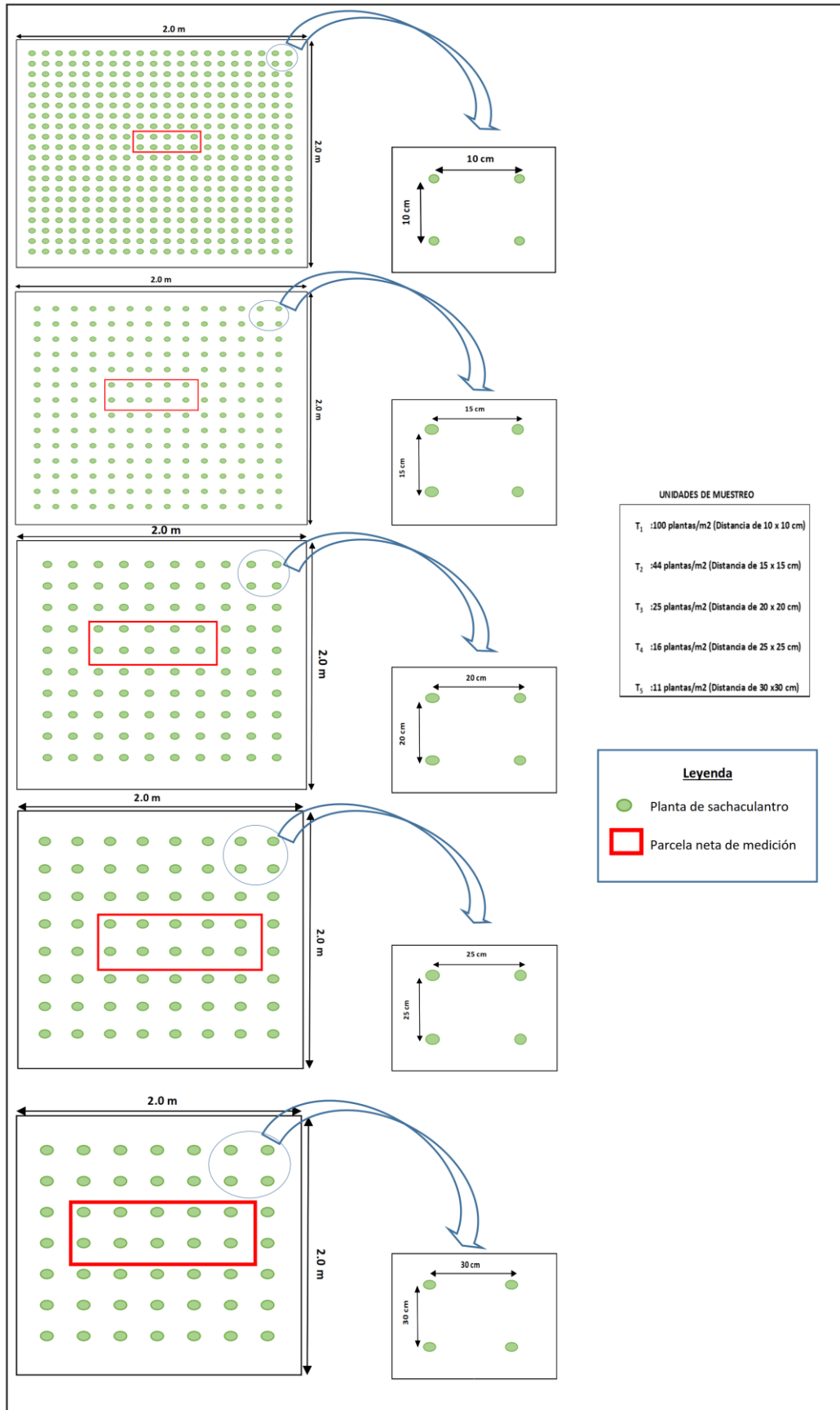


Figura 3. Croquis de las unidades de muestreo.

### 3.2.6. Análisis estadístico

Con el análisis de variancia (Tabla 2) se determinó el coeficiente de variabilidad, ecuación (1). Además, se hallaron las diferencias de los promedios obtenidos mediante la prueba de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) ( $\alpha=0,05$ ) (Balzarini et al., 2008; Calzada, 1982); para esto, se empleó el programa Infostat (Di Rienzo et al. 2008).

**Tabla 2.** Modelo de análisis de variancia

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	P-valor
Tratamientos	t-1	SC <sub>trat</sub>	SC <sub>trat</sub> /gl <sub>trat</sub> = CM <sub>trat</sub>	CM <sub>trat</sub> /CM <sub>ee</sub>	
Error experimental	(t)*(b-1)	SC <sub>ee</sub>	SC <sub>ee</sub> /gl <sub>ee</sub> = CM <sub>ee</sub>		
Total	(t*b) - 1	SC <sub>total</sub>			

t = tratamientos., b = repetición.

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

Donde:

CV = Coeficiente de variabilidad.

CMe = Cuadrado medio del error.

Y... = Promedio total de los tratamientos.

### 3.2.7. Análisis de regresión lineal

Los datos fueron organizados en dos columnas dentro de una hoja de cálculo del software Microsoft Excel. En una columna se colocaron los valores de la variable independiente (X), mientras que en la otra se ingresaron los valores de la variable dependiente (Y). Utilizando las funciones disponibles en el software, se generó un gráfico de dispersión acompañado de una línea de tendencia. A partir de esta línea de tendencia, se obtuvo la ecuación de regresión lineal, así como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de correlación de Pearson (r). La ecuación de regresión obtenido se empleó para predecir los valores de la variable dependiente (Y) de acuerdo a la variable independiente (X) (Balzarini et al., 2008).

### 3.2.8. Análisis del coeficiente de correlación Pearson (r)

Después de obtener el gráfico y la ecuación de regresión lineal, junto con el valor del coeficiente de correlación Pearson (r), se procedió a analizar este valor. El coeficiente de correlación Pearson (r) puede oscilar entre -1 y 1. Por lo tanto, un valor cercano a 1 sugiere una correlación positiva perfecta entre las variables, mientras que un valor próximo a -1 llega a indicar una correlación negativa perfecta. Por otro lado, un valor cercano a 0 indica una correlación débil o prácticamente inexistente entre dos variables.

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

Donde:

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

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

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

### 3.2.9. Variables de estudio

#### 3.2.9.1. Variables dependientes

##### a. Biometría de la parte aérea de *E. foetidum*

- Altura de planta (cm).
- Número de hojas.
- Longitud de hoja (cm)
- Ancho de la hoja (cm).
- Área foliar (cm<sup>2</sup>).

##### b. Rendimiento de *E. foetidum*

- Rendimiento en peso fresco (g/golpe).
- Rendimiento en peso seco (g/golpe).
- Rendimiento en peso fresco (kg/ha).
- Rendimiento en peso seco (kg/ha).
- Rendimiento comercial (atado/ha).

##### c. Análisis de rentabilidad

- Análisis del beneficio costo (ABC).

#### 3.2.9.2. Variables independientes

##### a. Especie vegetal

- Plantas de *E. foetidum*.

##### b. Distanciamiento de siembra

- 10 cm x 10 cm.
- 15 cm x 15 cm.
- 20 cm x 20 cm.
- 25 cm x 25 cm.
- 30 cm x 30 cm.

### 3.2.9.3. Frecuencia de evaluación

Las variables dependientes que se obtuvieron, fueron evaluadas y registradas una vez que finalizó la cosecha de las plantas de *E. foetidum*.

## 3.3. Metodología

### 3.3.1. Evaluación de la producción de *E. foetidum*

#### 3.3.1.1. Altura de planta, número de hojas, ancho y longitud de hojas

Se escogieron aleatoriamente diez plantas de la parcela neta para llevar a cabo las siguientes evaluaciones: a) Altura de planta: Con una regla se midió desde la distancia desde la base del tallo hasta el punto más alto de la planta. b) Número de hojas: Se contabilizó el total de hojas en cada planta desde el momento de la siembra hasta la cosecha. c) Ancho de hojas: Se midió el ancho de la hoja en su parte central utilizando una regla milimétrica. d) Longitud de la hoja: Con una regla estándar se midió desde la base hasta el extremo o punta del ápice de la hoja.

#### 3.3.1.2. Área foliar

Para calcular el área foliar del *E. foetidum* se empleó el programa de procesamientos de datos digitales por medio de fotografías (ImageJ) para todos los tratamientos en estudio. Esta labor se realizó en las plantas de la parcela neta en evaluación y consistió en fotografiar todas las hojas de cada planta para su posterior evaluación.

#### 3.3.1.3. Peso fresco peso seco

Se extrajeron las diez (10) plantas de la parcela neta por cada tratamiento en estudio, a partir de ello se obtuvo el peso fresco, posteriormente se llevaron a estufa por 24 horas para registrar el peso seco de las plantas esta labor se realizó en las plantas de la parcela neta evaluadas.

### 3.3.2. Análisis de rentabilidad

Para determinar el costo de producción de los tratamientos, se procedió a tener en cuenta todos los gastos que se requiere para la producción de *E. foetidum* según como se detalla en la Tabla 34 basados en 1 ha. De igual manera se desarrolló el análisis de relación beneficio y costo (B/C) de los tratamientos con la fórmula siguiente:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

Para hallar a rentabilidad, se hallará el beneficio neto. Este beneficio es la ganancia obtenida después de restar todos los costos y gastos de los ingresos generados con la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Ingresos} - \text{Costos totales}$$

A continuación, la rentabilidad se calculará así:

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$



**Figura 4.** Evaluaciones: a. Longitud de hoja, b. Diámetro de hoja, c. Área foliar, d. Atado de hojas, e. Peso de las hojas, f. Secado de las hojas.

### **3.4. Ejecución del experimento**

#### **3.4.1. Instalación de las parcelas experimentales**

El experimento fue instalado en una parcela de cacao del fundo agrícola “Bandera Blanca” el cual se encuentra ubicado en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Esta plantación tiene 15 años de instalación de forma homogénea y un diseño de plantación rectangular de 4 m entre plantas y 3 m entre hileras. Teniendo en cuenta el croquis descrito en la Figura 2, dentro de esta plantación, se delimitó el terreno en parcelas de 2 m de largo y 2 m de ancho, en cada una de estas parcelas se sembraron plantines de *E. foetidum* según los distanciamientos de siembra bajo 50 a 60 % de sombra aproximadamente. En ese sentido, se sembró de una parcela de cacao en producción, así como de semillas de *E. foetidum* como principales insumos para la elaboración de los tratamientos.

#### **3.4.2. Análisis del suelo agrícola a utilizar**

A través de un muestreo, se contempló la caracterización de los parámetros físico-químicos del suelo del área experimental para determinar la configuración edáfica del sitio. De ese modo se elaboró una fórmula de fertilización eficiente para el cultivo experimental. El análisis se hizo en el laboratorio de análisis de suelos, agua y ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

#### **3.4.3. Germinación de la semilla**

Esta etapa comenzó con la preparación del suelo para el almácigo, eliminando malezas, rastrojos orgánicos, entre otros restos, se tamizó el sustrato, luego se fertilizar el sustrato adecuándolo para asegurar la germinación de las semillas. Cabe mencionar que la cama de germinación se realizó en un área de 1 m<sup>2</sup> protegida con un tinglado que proteja la semilla del clima y de otros factores exógenos, esta se construyó en una zona próxima al área experimental con el fin de facilitar las labores de trasplante. Para el sembrado se volearon las semillas dentro de la cama de germinación; con el objetivo de monitorear el proceso de germinación se cubrió con una delgada capa de arena. Luego, se aplicaron medidas para el control de insectos que puedan resultar siendo plagas y/o generar enfermedades distintas. Las semillas del cultivo de sachaculanro se obtuvieron de la Asociación de Productores Bandera Blanca, la cantidad aproximada de semilla para realizar el trabajo fue de 50 g, esto considerando que existen de 66 000 a 78 500 semillas por onza (Morales Payán et al., 2013).

#### **3.4.4. Instalación de plantines de *E. foetidum***

Para el trasplante en cada parcela de estudio, se procedió de acuerdo a la distribución (Figura 2); se sembraron los plantines considerando las distancias de siembra de cada tratamiento, se utilizó una planta por golpe y después de aproximadamente 30 días después

de iniciada la germinación. Así, considerando un área neta de evaluación de 2 m x 2 m, se obtuvo el número de plantas (Tabla 3). Es importante mencionar que las plantas de cacao hicieron las veces de sombra en las plántulas de sachaculantro instaladas; así, se registró la información meteorológica periódicamente durante la investigación: temperatura, precipitación, humedad relativa y horas de sol.

**Tabla 3.** Número de plantas por densidad de siembra de sachaculantro.

Clave	Distanciamiento de siembra	Número de plantas / m <sup>2</sup>	Número de plantas por parcela (4m <sup>2</sup> )	Número total de plantas
T <sub>1</sub>	10 cm x 10 cm	100	400	1600
T <sub>2</sub>	15 cm x 15 cm	44	176	704
T <sub>3</sub>	20 cm x 20 cm	25	100	400
T <sub>4</sub>	25 cm x 25 cm	16	64	256
T <sub>5</sub>	30 cm x 30 cm	11	44	176

#### 3.4.5. Parcela neta

La parcela neta se delimitó después del momento del trasplante de las plántulas a campo definitivo el cual constó de 10 plantas por unidad experimental y un total de 40 plantas por tratamiento en estudio con sus repeticiones, de esta manera aportó con una mejor toma de datos para la evaluación lo que va a conducir a un adecuado resultado.

#### 3.4.6. Labores culturales

##### 3.4.6.1. Riego

Se consideró mantener una frecuencia constante de riego. Los riegos se realizaron manualmente, evitando el estrés en las plantas. Por lo tanto, se realizó en el horario de 7-8 a.m. en las mañanas y en las tardes de 5-6 p.m. evitando el exceso de agua durante las primeras semanas debido a los días soleados. A la cuarta semana de la siembra; los riegos se realizaron cada cuatro días durante tres semanas.

##### 3.4.6.2. Fertilización

A su vez, la fertilización se realizó de manera tradicional para lograr rendimiento óptimo de follaje de sachaculantro a una dosis recomendado por Callejas et al. (2016). Esta dosis consiste en aplicar 180 kg/ha N, 80 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120 kg/ha K<sub>2</sub>O. Por lo tanto, la fertilización se fraccionó en tres partes. La primera fertilización se realizó a los 15 días después de la germinación se aplicó todo el fósforo. La segunda y tercera fertilización se hizo

a los 30 y 50 días después de la germinación. En ambos fraccionamientos se aplicaron la mitad de las dosis nitrógeno y potasio, respectivamente.

### 3.4.6.3. Control de insectos plagas y fitopatógenos

Durante la investigación, se observó la presencia de larvas de *Spodoptera frugiperda* que estuvieron presentes en las hojas, causando daños mecánicos a nivel foliar al inicio de la siembra. No obstante, en toda la producción del cultivo, hubo alta presencia de grillos, cochinélicas y pulgones. Cabe recalcar que los grillos abundaron en los primeros meses de desarrollo del cultivo. Mientras que los cochinélicas y pulgones tuvieron presencia durante la floración del cultivo. Además, se identificó la presencia de *Cercospora* sp. también fue detectada, causando manchas de color café y halos amarillos en las hojas, distribuyéndose de manera irregular en el campo. A pesar de la presencia de estas plagas y enfermedades, no se alcanzaron los umbrales económicos que justificaran el uso de control químico.



**Figura 5.** a. Parcela de cacao, b. Limpieza, poda de cacao y demarcación el área experimental, c. Desinfección del área experimental, d. Limpieza y desmalezado de las unidades experimentales a los 30 ddt de *E. foetidum*.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características biométricas

#### 4.1.1. Altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) promedio de hojas

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha= 0,05$ ) de la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm) y área promedio (cm<sup>2</sup>) de hojas en el cultivo de sachaculantro (Anexo: Tabla 16 y 20), en cinco distanciamientos de siembra (10 cm x 10 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm y 30 cm x 30 cm), se encontró diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos, porque el p-valor estadístico calculado fue menor que el nivel de probabilidad que estuvo planteado (Balzarini et al., 2008) (Tabla 4). Es decir, que el distanciamiento de siembra presentó influencia en los resultados porque uno o alguno de los tratamientos llegarían a estar influenciando sobre las evaluaciones realizadas.

El coeficiente de variación o variabilidad (CV) de la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm) y área promedio (cm<sup>2</sup>) de hojas de sachaculantro fue menor al 30 % (Tabla 4). Por lo tanto, estos valores indican excelente homogeneidad en los experimentos en campo, porque cuanto más pequeño sea el CV, mayor confianza existirá en los datos obtenidos (Reyes, 1990). Esto nos indica que existió similar comportamiento entre las unidades experimentales de cada tratamiento en estudio; es decir, el registro de altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm) y área promedio (cm<sup>2</sup>) de hojas en el cultivo de sachaculantro en cada uno de los tratamientos tiene excelente homogeneidad.

El coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) en el número promedio, área foliar de hojas y longitud de la hoja de sachaculantro fue mayor de 0,75 (Tabla 4), lo que indica que existe correlación positiva considerable entre las variables número promedio y el distanciamiento de siembra, así como entre el área foliar de hojas y el distanciamiento de siembra. Las variables altura, ancho presentaron un coeficiente de determinación mayor a 0,50 y menor a 0,75, lo cual indica existe correlación positiva media entre estas variables y el distanciamiento de siembra (Balzarini et al., 2008).

Asimismo, los resultados registrados en el ANVA ( $\alpha= 0,05$ ) (Tabla 4) indican debe realizarse la prueba de medias de DGC ( $\alpha= 0,05$ ), para la altura, número, ancho longitud y área promedio de las hojas de sachaculantro. Con esta prueba se determinará que existen diferencias estadísticas significativas (Tabla 5), donde se registra que el tratamiento T<sub>5</sub> (20 cm x 20 cm) estadísticamente obtuvo los mejores resultados en todas las variables.

**Tabla 4.** Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm), longitud total (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) promedio hojas de las plantas en el cultivo de sachá culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

Fuente de variación	GL	Altura promedio		N° de hojas		Ancho promedio		Longitud promedio		Longitud total		Área foliar	
		CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Tratamiento	4	16,16	**	199,51	**	0,62	**	24,56	**	392,72	**	30749	**
Error exp.	95	0,35		1,43		0,03		0,06		0,97		304,43	
Total	99												
p-valor		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	
C.V. (%)		3,11		7,52		4,14		1,24		1,24		3,13	
R <sup>2</sup>		0,66		0,85		0,64		0,94		0,94		0,81	

\*\* : Existe diferencia estadística altamente significativa

**Tabla 5.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura (cm), número, ancho (cm), longitud (cm), longitud total (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) promedio de las hojas en el cultivo de sachá culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

Altura promedio			N° de hojas promedio			Ancho promedio			Longitud promedio			Longitud total			Área foliar promedio		
Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig
T <sub>5</sub>	19,77	a	T <sub>5</sub>	19,75	a	T <sub>5</sub>	4,63	a	T <sub>4</sub>	20,98	a	T <sub>4</sub>	83,91	a	T <sub>5</sub>	603,39	a
T <sub>4</sub>	19,67	a	T <sub>4</sub>	18,50	b	T <sub>4</sub>	4,49	b	T <sub>5</sub>	20,87	a	T <sub>5</sub>	83,49	a	T <sub>4</sub>	588,39	b
T <sub>3</sub>	19,17	b	T <sub>3</sub>	15,10	c	T <sub>3</sub>	4,39	b	T <sub>3</sub>	19,60	b	T <sub>3</sub>	78,40	b	T <sub>3</sub>	558,39	c
T <sub>2</sub>	18,77	c	T <sub>2</sub>	14,10	d	T <sub>2</sub>	4,23	c	T <sub>2</sub>	18,78	c	T <sub>2</sub>	75,11	c	T <sub>2</sub>	526,42	d
T <sub>1</sub>	17,77	d	T <sub>1</sub>	12,10	e	T <sub>1</sub>	4,21	c	T <sub>1</sub>	18,67	c	T <sub>1</sub>	74,66	c	T <sub>1</sub>	511,42	e
(E.E)	± 0,13		(E.E)	± 0,27		(E.E)	± 0,04		(E.E)	± 0,06		(E.E)	± 0,22		(E.E)	± 3,90	

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

T<sub>1</sub>: 10 cm x 10 cm.

T<sub>2</sub>: 15 cm x 15 cm.

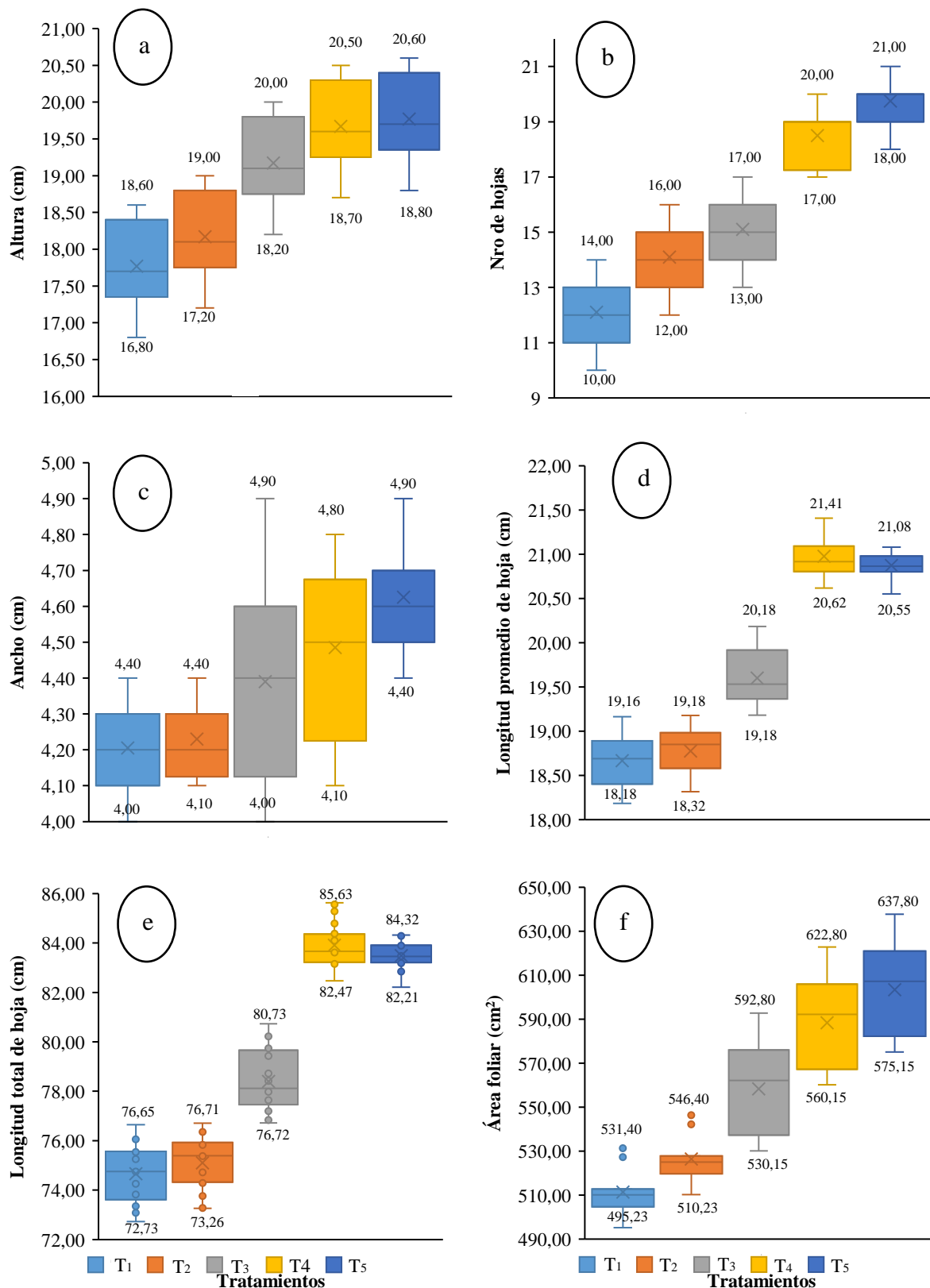
T<sub>3</sub>: 20 cm x 20 cm.

T<sub>4</sub>: 25 cm x 25 cm.

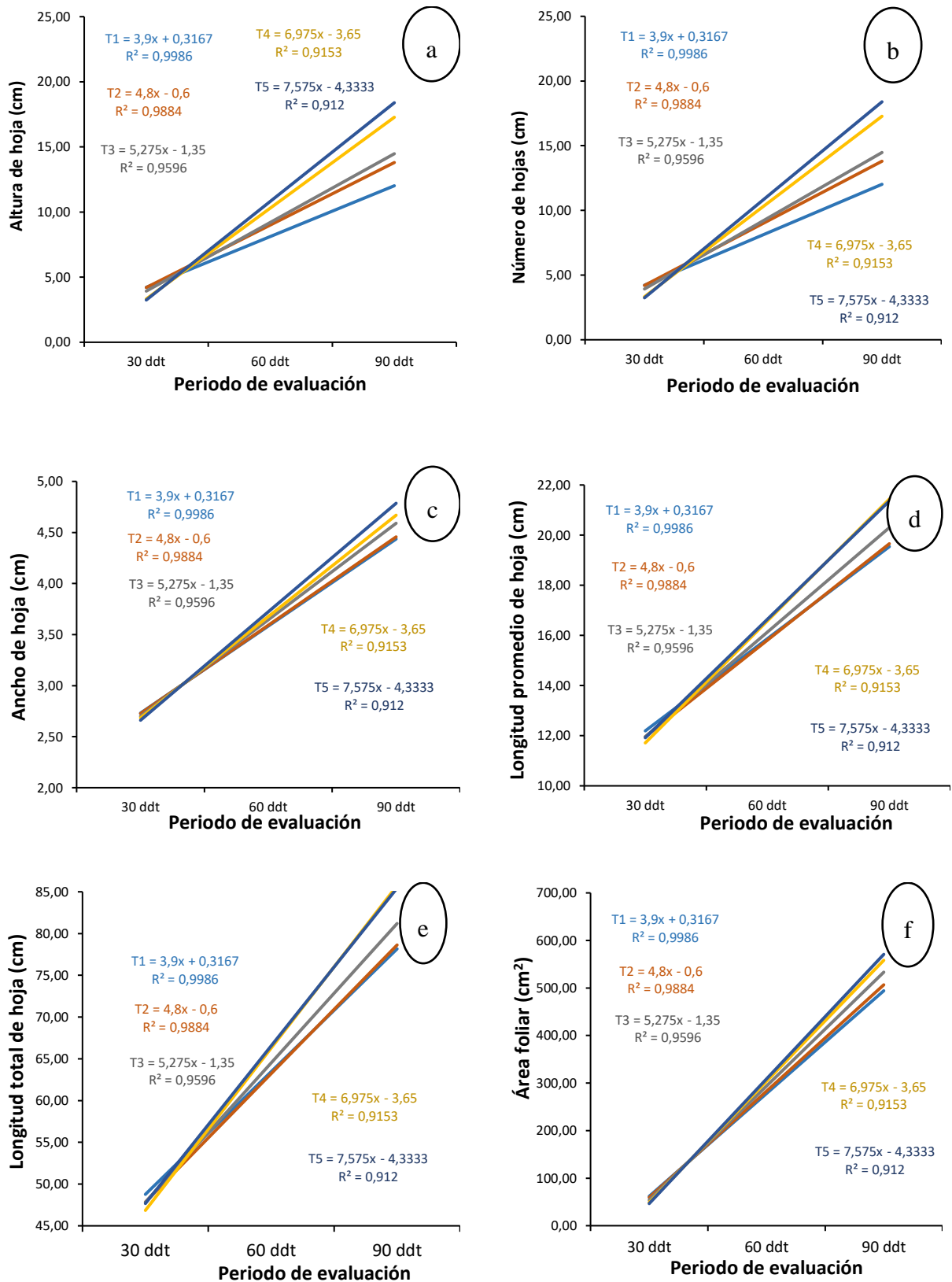
T<sub>5</sub>: 30 cm x 30 cm.

El mejor resultado de altura responde cuando *E. foetidum* es sembrado a mayor distanciamiento (30 cm x 30 cm), porque tiene más espacio y mayor disponibilidad por agua y nutrientes, pues existen menos plantas en una misma área, además de que la competencia por la luz solar es menor (Figura 6a). Loarte (2021) obtuvo mejores resultados en *E. foetidum* cuando la densidad de siembra fue mayor, alcanzando 15,20 g promedio a los 90 ddt con el distanciamiento de 20 cm x 20 cm. Respecto al número de hojas. Asimismo, reporta un valor similar en el número de hojas a los 90 ddt (14,30) al sembrar a una densidad de 20 cm x 20 cm, así como menor resultado (9,00) en el mismo periodo tras aplicar un distanciamiento de 10 cm x 10 cm (Figura 6b). Asimismo, para el ancho de hojas reporta que en los distanciamientos de 20 cm x 20 cm y de 10 cm x 10 cm se obtuvo un valor de 3,70 cm en el mismo periodo (Figura 6c). Sin embargo, es importante tener en cuenta que dirigir bien un experimento, presenta información acerca de un solo lugar y año. Asimismo, la repetición de tales experimentos en diferentes lugares es necesario para determinar las variaciones en los factores externos (Balzarini et al., 2008), incluso cuando se utiliza bloques para reducir el error experimental, aunque si existe diferencias estadísticas significativas entre bloques, estos podrían presentar influencia sobre los resultados.

En cuanto a la longitud de hojas de *E. foetidum*, la Tabla 5 muestra que existe diferencia estadística significativa ( $\alpha= 0.05$ ) en los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respecto a los demás, presentándose mejor promedio en el último caso (Figura 5d y Figura 5e). Los resultados de los valores en esta variable son superiores a lo reportado por Loarte (2021), que en sus distanciamientos de 10 cm x 10 cm y de 20 cm x 20 cm presenta longitud promedio de entre 10 cm y 11 cm, respectivamente. Sin embargo, su investigación utiliza un diseño completamente al azar en bloques, y en sus resultados reporta que estos tuvieron influencia significativa en cuanto a la longitud de hojas y coeficiente de variabilidad (entre los 20 y 30 %), valores aceptables para trabajo de campo (Balzarini et al., 2008). En la presente investigación, el nivel de sombra que brindan las plantas de cacao podría estar proporcionando condiciones más adecuadas para un mejor desarrollo de las hojas. El área foliar está directamente relacionado a la longitud y ancho de la hoja. La densidad de 30 cm x 30 cm (T<sub>5</sub>) ha mostrado resultados mayores ante los demás tratamientos a los 90 ddt (Figura 5f). Este resultado es similar a lo presentado por Loarte (2021), quien en su tratamiento de mayor distanciamiento (20 cm x 20 cm) ha reportado 607,00 cm<sup>2</sup> a los 120 ddt. Asimismo, reporta que el distanciamiento de 10 cm x 10 cm ha alcanzado un área foliar promedio de 310 cm<sup>2</sup>, mientras que en la presente investigación se obtuvo un valor de 511,42 cm<sup>2</sup> aplicando la misma densidad.



**Figura 6.** Promedio de a) altura, b) número, c) ancho, d) longitud promedio, e) longitud total y, f) área foliar de sachaculantro, a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.



**Figura 7.** Regresión lineal de a) altura, b) número, c) ancho, d) longitud promedio, e) longitud total y, f) área foliar de sachá culantro, a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

#### **4.2. Rendimiento en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) por tratamiento**

Los resultados del análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha=0,05$ ) indican que los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) de las plantas en el cultivo de sachá culantro (Anexo – Tabla 18), en cinco distanciamientos de siembra (10 cm x 10 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm y 30 cm x 30 cm), se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos. Estas diferencias se deben a lo registrado por el p-valor estadístico de la probabilidad calculado, el cual fue menor en comparación al nivel de probabilidad planteado (Balzarini et al., 2008) (Tabla 6). Esto indica, que es muy probable que el distanciamiento de siembra llegó a influir sobre los resultados, porque al menos un tratamiento en estudio estaría significativamente influenciado sobre las evaluaciones realizadas.

Los valores de los coeficientes de variabilidad (CV) para los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) de las plantas en el cultivo de sachá culantro fue menor al 10 % (Tabla 6). Por lo tanto, estos valores indican excelente homogeneidad en los experimentos en campo, porque según Reyes (1990), cuando más pequeño sea el valor del CV, mayor confianza existirá en los datos obtenidos. Razón por el cual, se sustenta que hubo similar comportamiento entre las unidades experimentales de cada tratamiento en estudio; es decir, los valores en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) de las plantas en el cultivo de sachá culantro de hojas en cada uno de los tratamientos en estudio, fueron altamente homogéneos.

Los valores obtenidos de los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) en el peso fresco (g/golpe) y peso seco (g/golpe) de sachá culantro fue mayor a 0,50 y menor a 0,75. Estos valores indican que existe correlación positiva media entre estas variables y el distanciamiento de siembra (Tabla 6). Por su parte, las variables de peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y rendimiento comercial (atado/ha) se encuentran muy cerca a la unidad (0,99). Por lo tanto, estos valores podrían sustentar que existe una relación positiva muy alta entre las distintas variables y el distanciamiento de siembra.

Finalmente, y basado en los resultados obtenidos en el ANVA ( $\alpha=0,05$ ) (Tabla 6), se realizó la prueba de comparación de promedio DGC ( $\alpha=0,05$ ) para el promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y rendimiento comercial (atado/ha) de las plantas de sachá culantro. Con esta prueba se llegó a determinar que los tratamientos muestran diferencias estadísticas significativas (Tabla 7).

**Tabla 6.** Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) en el cultivo de sachá culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

F.V.	gl	PF (g/golpe)			PS (g/golpe)			PF (kg/ha)			PS (kg/ha)			Comercial (atado/ha)		
		CM	Sig	p-valor	CM	Sig	p-valor	CM	Sig	p-valor	CM	Sig	p-valor	CM	Sig	p-valor
Tratamientos	4	49,55	**	<0,0001	0,77	**	<0,0001	464685910	**	<0,0001	7290067	**	<0,0001	286120797130	**	<0,0001
Error	95	1,01			0,02			117028,76			2436,72			72058152,67		
Total	99															
CV	4,5	4,51			5,2			6,12			7,06			6,12		
R <sup>2</sup>	0,7	0,67			0,61			0,99			0,99			0,99		

**Tabla 7.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para los rendimientos promedio en peso fresco (g/golpe), peso seco (g/golpe), peso fresco (kg/ha), peso seco (kg/ha) y comercial (atado/ha) en el cultivo de sachá culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

Peso fresco (g/golpe)			Peso seco (g/golpe)			Peso fresco (kg/ha)			Peso seco (kg/ha)			Rdto. comercial (atado/ha)		
Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig	Clave	Medias	Sig
T <sub>5</sub>	24,18 ± 0,23	a	T <sub>5</sub>	3,03 ± 0,03	a	T <sub>1</sub>	13662,33 ± 76,49	a	T <sub>1</sub>	1710,67 ± 11,04	a	T <sub>1</sub>	339015,72 ± 1898,13	a
T <sub>4</sub>	23,58 ± 0,23	a	T <sub>4</sub>	2,95 ± 0,03	a	T <sub>2</sub>	6249,93 ± 76,49	b	T <sub>2</sub>	781,04 ± 11,04	b	T <sub>2</sub>	155085,01 ± 1898,13	b
T <sub>3</sub>	22,38 ± 0,23	b	T <sub>3</sub>	2,80 ± 0,03	b	T <sub>3</sub>	3730,58 ± 76,49	c	T <sub>3</sub>	466,00 ± 11,04	c	T <sub>3</sub>	92570,31 ± 1898,13	c
T <sub>2</sub>	21,09 ± 0,23	c	T <sub>2</sub>	2,64 ± 0,03	c	T <sub>4</sub>	2515,57 ± 76,49	d	T <sub>4</sub>	314,24 ± 11,04	d	T <sub>4</sub>	62421,17 ± 1898,13	d
T <sub>1</sub>	20,49 ± 0,23	c	T <sub>1</sub>	2,57 ± 0,03	c	T <sub>5</sub>	1791,37 ± 76,49	e	T <sub>5</sub>	224,15 ± 11,04	e	T <sub>5</sub>	44450,88 ± 1898,13	e

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

T<sub>1</sub>: 10 cm x 10 cm.

T<sub>2</sub>: 15 cm x 15 cm.

T<sub>3</sub>: 20 cm x 20 cm.

T<sub>4</sub>: 25 cm x 25 cm

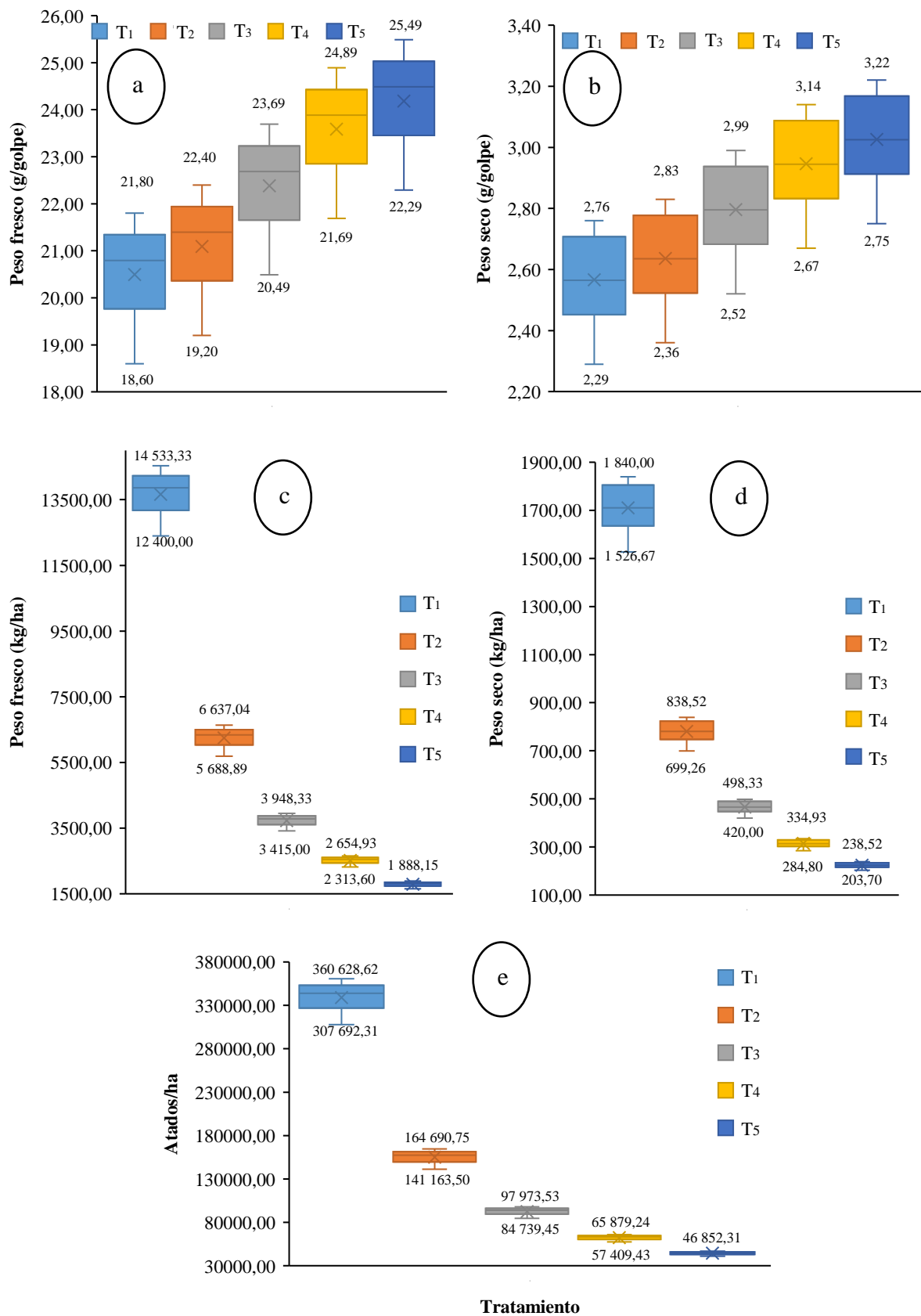
T<sub>5</sub>: 30 cm x 30 cm..

La prueba de DGC para el peso fresco (g/golpe) de *Eryngium foetidum* L. (Tabla 7), muestra que a los 90 ddt las densidades de 30 cm x 30 cm (T<sub>5</sub>) y 25 cm x 25 cm (T<sub>4</sub>) alcanzaron mejores resultados, presentando diferencia estadísticamente significativa ante los demás tratamientos. Loarte (2021), reporta que el tratamiento con mayor distanciamiento (20 cm x 20 cm) alcanzó 31,30 g de peso fresco a los 120 ddt, aunque en un distanciamiento de (15 cm x 15 cm) presenta un resultado de 24,80 g, asemejándose a lo obtenido en esta investigación con el mismo distanciamiento; sin embargo, ha considerado un periodo de evaluación mayor (Figura 8a).

En cuanto al rendimiento en peso seco (g/golpe), la Tabla 7 muestra que a los 90 ddt las densidades de 30 cm x 30 cm (T<sub>5</sub>) y 25x25 cm (T<sub>4</sub>) alcanzaron mejores resultados, presentando diferencia estadísticamente significativa ante los demás tratamientos. Estos resultados son menores a los obtenidos por Loarte (2021), quien reporta que el tratamiento con mayor distanciamiento (20 cm x 20 cm) alcanzó 5,70 g de peso seco a los 120 ddt; sin embargo, a un distanciamiento de 10 cm x 10 cm obtuvo 2,60 g, similar a lo encontrado en esta investigación aplicando la misma densidad, aunque considerara un tiempo de evaluación mayor (Figura 8b).

En cuanto al rendimiento en peso fresco (kg/ha) y peso seco (kg/ha) de *E. foetidum*, los tratamientos presentaron diferencia estadísticamente significativa entre sí (Tabla 7), siendo el distanciamiento de 10 cm x 10 cm (T<sub>1</sub>) el que presentó mejor resultado. Sin embargo, este valor es mucho menor al 50 % de lo reportado por Loarte (2021) con la misma densidad, aunque en dicho caso la evaluación se extendió por mayor tiempo (55,40 t/ha en 120 ddt). Aunque en las unidades experimentales de T<sub>1</sub> se obtuvieron menores valores para las variables ancho, longitud y número de hojas respecto a las demás tratamientos, se obtuvo un mayor rendimiento debido a que en el mismo espacio pueden ser sembradas mayor cantidad de plantas (Figura 8c y Figura 8d).

Por último, el rendimiento comercial (atado/ha) de *E foetidum* (Tabla 7), muestra que los tratamientos presentan diferencia estadísticamente significativa entre sí, siendo el distanciamiento de 10 cm x 10 cm (T<sub>1</sub>) el que presenta resultado superior (Figura 8e). Sin embargo, los resultados son mucho menores a los obtenidos por Loarte (2021), quien reporta 776 265 atados/ha en esta densidad, aunque en dicho caso la evaluación se extendió por un periodo de 120 ddt.



**Figura 8.** Promedio de rendimientos promedio en a) peso fresco, b) peso seco, c) peso fresco (kg/ha), d) peso seco (kg/ha) y e) comercial (atado/ha), a los 90 días, con cinco distanciamientos de siembra en Buenos aires, distrito de Rupa Rupa.

**Tabla 8.** Correlación de Pearson (r) entre las variables biométricas y rendimiento de la planta de *E. foetidum* de los tratamientos en estudio.

<b>T<sub>1</sub> (10 cm x10 cm)</b>										
<b>Parámetros</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>Longitud de hoja (cm)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	<b>Peso seco (g/golpe)</b>	<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Peso seco (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
Altura (cm)	1,00	0,00	0,57	0,30	0,31	0,73	0,77	0,73	0,77	0,73
N° de hojas	1,00	1,00	0,57	0,30	0,31	0,73	0,77	0,73	0,77	0,73
Ancho de hoja (cm)	-0,14	-0,14	1,00	0,56	0,26	0,89	0,18	0,89	0,18	0,89
Longitud de hoja (cm)	0,24	0,24	-0,14	1,00	0,66	0,52	0,56	0,52	0,56	0,52
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	-0,24	-0,24	0,26	0,10	1,00	0,21	0,90	0,21	0,90	0,21
Peso fresco (g/golpe)	-0,08	-0,08	0,03	0,15	0,29	1,00	0,95	0,00	0,95	0,00
Peso seco (g/golpe)	0,07	0,07	0,31	0,14	0,03	-0,01	1,00	0,95	0,00	0,95
Peso fresco (kg/ha)	-0,08	-0,08	0,03	0,15	0,29	1,00	-0,01	1,00	0,95	0,00
Peso seco (kg/ha)	0,07	0,07	0,31	0,14	0,03	-0,01	1,00	-0,01	1,00	0,95
Rendimiento (atado/ha)	-0,08	-0,08	0,03	0,15	0,29	1,00	-0,01	1,00	-0,01	1,00
<b>T<sub>2</sub> (15 cm x 15 cm)</b>										
<b>Parámetros</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>Longitud de hoja (cm)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	<b>Peso seco (g/golpe)</b>	<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Peso seco (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
Altura (cm)	1,00	0,96	0,52	0,78	0,22	0,98	0,79	0,98	0,78	0,98
N° de hojas	0,01	1,00	0,44	0,87	0,94	0,73	0,77	0,73	0,77	0,73
Ancho de hoja (cm)	0,15	-0,18	1,00	0,57	0,82	0,21	0,68	0,21	0,78	0,21
Longitud de hoja (cm)	0,07	-0,04	-0,13	1,00	0,07	0,91	0,94	0,91	0,89	0,91
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0,29	0,02	0,05	0,41	1,00	0,23	0,72	0,23	0,77	0,23
Peso fresco (g/golpe)	0,01	-0,08	0,29	0,03	-0,28	1,00	0,99	0,00	0,95	0,00
Peso seco (g/golpe)	-0,06	0,07	0,10	-0,02	0,09	0,00	1,00	0,99	0,00	0,99
Peso fresco (kg/ha)	0,01	-0,08	0,29	0,03	-0,28	1,00	0,00	1,00	0,95	0,00

<b>Peso seco (kg/ha)</b>	-0,07	0,07	0,07	-0,03	0,07	-0,01	0,99	-0,01	1,00	0,95
<b>Rendimiento (atado/ha)</b>	0,01	-0,08	0,29	0,03	-0,28	1,00	0,00	1,00	-0,01	1,00

**T<sub>3</sub> (20 cm x 20 cm)**

<b>Parámetros</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>Longitud de hoja (cm)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	<b>Peso seco (g/golpe)</b>	<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Peso seco (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
<b>Altura (cm)</b>	1,00	0,97	0,85	0,93	0,38	0,98	0,78	0,98	0,78	0,98
<b>N° de hojas</b>	0,01	1,00	0,00	0,22	0,08	0,73	0,78	0,73	0,78	0,73
<b>Ancho de hoja (cm)</b>	-0,04	-0,65	1,00	0,61	0,08	0,21	0,25	0,21	0,25	0,21
<b>Longitud de hoja (cm)</b>	-0,02	0,30	-0,12	1,00	0,26	0,43	0,42	0,43	0,42	0,43
<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	-0,21	-0,42	0,40	-0,27	1,00	0,39	0,94	0,39	0,94	0,39
<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	0,01	-0,08	0,29	0,19	0,20	1,00	0,95	0,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (g/golpe)</b>	-0,07	0,07	-0,27	0,19	-0,02	-0,01	1,00	0,95	0,00	0,95
<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	0,01	-0,08	0,29	0,19	0,20	1,00	-0,01	1,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (kg/ha)</b>	-0,07	0,07	-0,27	0,19	-0,02	-0,01	1,00	-0,01	1,00	0,95
<b>Rendimiento (atado/ha)</b>	0,01	-0,08	0,29	0,19	0,20	1,00	-0,01	1,00	-0,01	1,00

**T<sub>4</sub> (25 cm x 25 cm)**

<b>Parámetros</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>Longitud de hoja (cm)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	<b>Peso seco (g/golpe)</b>	<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Peso seco (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
<b>Altura (cm)</b>	1,00	0,02	0,89	0,59	0,38	0,98	0,78	0,98	0,78	0,98
<b>N° de hojas</b>	0,51	1,00	0,14	0,20	0,88	0,67	0,83	0,67	0,83	0,67
<b>Ancho de hoja (cm)</b>	-0,03	0,34	1,00	0,46	0,50	0,49	0,37	0,49	0,37	0,49
<b>Longitud de hoja (cm)</b>	-0,13	-0,30	-0,17	1,00	0,38	0,42	0,56	0,42	0,56	0,42
<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	-0,21	0,04	0,16	-0,21	1,00	0,39	0,94	0,39	0,94	0,39
<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	0,01	0,10	0,17	-0,19	0,20	1,00	0,95	0,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (g/golpe)</b>	-0,07	0,05	0,21	-0,14	-0,02	-0,01	1,00	0,95	0,00	0,95

<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	0,01	0,10	0,17	-0,19	0,20	1,00	-0,01	1,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (kg/ha)</b>	-0,07	0,05	0,21	-0,14	-0,02	-0,01	1,00	-0,01	1,00	0,95
<b>Rendimiento (atado/ha)</b>	0,01	0,10	0,17	-0,19	0,20	1,00	-0,01	1,00	-0,01	1,00

**T<sub>5</sub> (30 cm x 30 cm)**

<b>Parámetros</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>Longitud de hoja (cm)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	<b>Peso seco (g/golpe)</b>	<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Peso seco (kg/ha)</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
<b>Altura (cm)</b>	1,00	0,03	0,65	0,10	0,38	0,98	0,78	0,98	0,78	0,98
<b>N° de hojas</b>	0,50	1,00	0,43	0,61	0,65	0,56	0,53	0,56	0,53	0,56
<b>Ancho de hoja (cm)</b>	-0,11	-0,19	1,00	0,34	0,94	0,53	0,40	0,53	0,40	0,53
<b>Longitud de hoja (cm)</b>	0,38	-0,12	0,22	1,00	0,04	0,53	0,37	0,53	0,37	0,53
<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	-0,21	0,11	0,02	-0,46	1,00	0,39	0,94	0,39	0,94	0,39
<b>Peso fresco (g/golpe)</b>	0,01	0,14	0,15	-0,15	0,20	1,00	0,95	0,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (g/golpe)</b>	-0,07	-0,15	0,20	0,21	-0,02	-0,01	1,00	0,95	0,00	0,95
<b>Peso fresco (kg/ha)</b>	0,01	0,14	0,15	-0,15	0,20	1,00	-0,01	1,00	0,95	0,00
<b>Peso seco (kg/ha)</b>	-0,07	-0,15	0,20	0,21	-0,02	-0,01	1,00	-0,01	1,00	0,95
<b>Rendimiento (atado/ha)</b>	0,01	0,14	0,15	-0,15	0,20	1,00	-0,01	1,00	-0,01	1,00

### 4.3. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio

Los resultados de la prueba F del análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha=0,05$ ) realizado para el beneficio costo (B/C) en la producción del cultivo de sachá culantro (Tabla 9) con cinco distanciamientos de siembra (10 cm x 10 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm y 30 cm x 30 cm), muestra que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. Este resultado se sustenta que el p-valor, que es un valor estadístico de la probabilidad calculado, llega a ser menor que el nivel de probabilidad que fue planteado (Balzarini et al., 2008). Es decir, que el distanciamiento de siembra del cultivo incidió sobre los resultados, porque uno, dos o más tratamientos incidieron sobre los resultados en distintas evaluaciones.

Asimismo, se registra que el valor del coeficiente de variabilidad (CV) para el valor B/C promedio del cultivo de sachá culantro fue de 2,95 %. Este valor indica una excelente homogeneidad, porque cuanto más pequeño sea el valor del CV, mayor será la confianza de los datos obtenidos en las distintas evaluaciones realizadas (Reyes, 1990). Esto indica, que existió casi igual comportamiento de las unidades experimentales en respuesta de cada tratamiento. Por lo tanto, los valores de beneficio costo en el cultivo de sachá culantro en cada uno de los tratamientos indica excelente homogeneidad. Asimismo, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue 0,95 y razón por el cual, se deduce que hubo una relación positiva muy alta entre estas variables y distanciamiento de siembra.

Finalmente, cabe destacar que en base a los resultados obtenidos en el ANVA ( $\alpha=0,05$ ) (Tabla 9), se realizó la comparación de promedios de DGC ( $\alpha=0,05$ ) para el beneficio costo del cultivo de sachá culantro, mediante la cual se determinó que existen diferencias estadísticas significativas (Tabla 10).

**Tabla 9.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el beneficio costo (B/C) en el cultivo de sachá culantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	128,19	4	32,05	4338,44	<0,0001
Error	0,11	15	0,01		
Total	128,3	19			
CV (%)	2,95				
$R^2$	0,95				

El beneficio costo de los cinco tratamientos aplicados en la investigación, como también del sembrío de cacao (Tabla 10), en un sistema integrado, muestra que los tratamientos proyectan un B/C mayor a uno. Es indica que los beneficios económicos son mayores que los costos (Mendieta, 2005) y por lo tanto la diferencia beneficio costo (B-C) sería positivo. Esto indica las ganancias por unidad monetaria invertida y viceversa (González y Pagliettini, 2006; Molina, 2017); sin embargo, es importante considerar que un valor de relación beneficio costo igual a uno según Mendieta (2005), no indica que no existe beneficio, sino por lo contrario, esto apenas pueden llegar a compensar el costo de oportunidad de las alternativas que hay de inversión. Asimismo, el distanciamiento de 10 cm x 10 cm (T<sub>1</sub>) presenta una mejor proyección respecto a beneficio costo. El valor 8,66 indica que por cada S/ 1,00 soles invertidos, se obtendrá un beneficio de S/ 7,66 soles. Además, con la asociación del cultivo de cacao en la misma área proyecta un costo beneficio adicional de 2,27, entendiéndose que por cada S/ 1,00 sol invertido, se obtendrá un beneficio de S/ 1,27 soles.

El objetivo del análisis de beneficio y costo, es llegar a proporcionar un procedimiento consistente con el fin de evaluar las decisiones en términos de sus consecuencias (Brun et al., 2012), y por lo mismo se recomienda su aplicación si se considera introducir un producto en el mercado (Guajardo y Andrade, 2013). Con los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> se obtuvieron resultados por encima de la RBC obtenidas en otras investigaciones en las que se aplicaron fertilizantes como nitrógeno (175 kg/ha), donde el valor calculado fue de 3,61 en el cultivo de *Eryngium foetidum* L.

**Tabla 10.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para beneficio costo (B/C) en el cultivo de sachaculantro a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

Clave	Costo de producción/ha (S/)	Ingreso total/ha (S/)	B/C (S/)	Rentabilidad (%)	Sig
T <sub>1</sub>	9 790,00	80 516,21	8,66 ± 0,04	87,84	a
T <sub>2</sub>	8 990,00	36 832,71	4,32 ± 0,04	75,59	b
T <sub>3</sub>	8 190,00	21 985,43	2,83 ± 0,04	62,75	c
T <sub>4</sub>	7 390,00	14 825,01	2,11 ± 0,04	50,15	d
T <sub>5</sub>	6 590,00	10 557,08	1,69 ± 0,04	37,58	e

T<sub>1</sub>: 10 cm x 10 cm.

T<sub>2</sub>: 15 cm x 15 cm.

T<sub>3</sub>: 20 cm x 20 cm.

T<sub>4</sub>: 25 cm x 25 cm

T<sub>5</sub>: 30 cm x 30 cm.

El análisis de beneficio y costo, no tiene como meta a tomar decisiones ni tampoco justificarlas, sino su fin es llegar a brindar asistencia en la elección. Por lo tanto, según Van Horne y Wachowicz (2002), cuando se llega a utilizar de esta manera, viene a ser una herramienta que es invaluable en la futura toma de decisiones. Razón por el cual, es relevante determinar las cantidades que logren constituir los ingresos llamados “beneficios” y los egresos llamados “costos”, con la finalidad de que sea una herramienta en la toma de elecciones para el cultivo de sachá culantro. Finalmente, es importante considerar que el análisis de beneficio y costo, según Sánchez (2002), viene a ser un instrumento de toma de decisiones cuantitativo y sistémico a largo plazo y pensado en los efectos.

La rentabilidad de los cinco tratamientos varía significativamente, siendo T<sub>1</sub> el más rentable con un 87,84 %, mientras que T<sub>5</sub> muestra la rentabilidad más baja con un 37,58 %. Los tratamientos con mayor densidad de siembra, como T<sub>1</sub>, logran mayores ingresos totales y mejores relaciones beneficio/costo (B/C), lo que se traduce en una mayor eficiencia económica. A medida que la densidad disminuye, como en T<sub>5</sub>, la rentabilidad y la relación B/C también disminuyen, lo que sugiere que una mayor densidad o manejo más intensivo favorece un mejor rendimiento financiero. Por lo tanto, T<sub>1</sub> es el tratamiento más rentable y eficiente, mientras que T<sub>5</sub>, aunque aún rentable, es considerablemente menos lucrativo.

Al tratamiento T<sub>1</sub>, le siguen los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con rentabilidades de 75,59 % y 62,75 %, respectivamente, aún con retornos significativos, pero en descenso. Los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, con rentabilidades del 50,15 % y 37,58 %, respectivamente, muestran una disminución notable en los beneficios obtenidos respecto a los costos, lo que sugiere que, a menor densidad o cambios en el manejo, los ingresos por hectárea se reducen. Finalmente, el análisis de rentabilidad del tratamiento T<sub>1</sub>, indica que, por cada 1 sol invertido, se obtendrá un 87,84 % de ganancia. Mientras que con los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, indican que, por cada 1 sol invertido, se obtendrá 50,15 % y 37,58 % de ganancia, respectivamente.

## V. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos que mostraron mejores características biométricas a los 90 ddt fue la siembra que se realizó a un distanciamiento de 30 cm x 30 cm (T<sub>5</sub>), presentando diferencias estadísticas significativas en las variables de altura de planta con 19.77 cm, número de hojas con 19,75 unidades, ancho de hoja con 4.64 cm, longitud de hoja con 21.07 cm y área foliar con 603.39 cm<sup>2</sup> respecto a los demás tratamientos en estudio.
2. La rentabilidad de los tratamientos en estudio es positiva, siendo el distanciamiento de 10 cm x 10 cm (T<sub>1</sub>) el que proyecta mayor rentabilidad en comparación a los demás tratamientos percibiéndose que por cada S/ 1,00 invertido, se obtendrá un 87,84 % de ganancia.

## VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Dado que el tratamiento de 30x30 cm (T<sub>5</sub>) mostró las mejores características biométricas a los 90 días después del trasplante, se recomienda realizar estudios adicionales como la evaluación de la resistencia/tolerancia a plagas y enfermedades, eficiencia en el uso del agua y nutrientes, y calidad poscosecha del *E. foetidum*. Asimismo, se podrían investigar combinaciones de densidad de siembra con diferentes prácticas de manejo agronómico para determinar si el cultivo es más eficiente y sostenible a largo plazo.
2. Se recomienda capacitar a los agricultores locales en las mejores prácticas de siembra y manejo para *E. foetidum*, especialmente en los distanciamientos de 10 cm x 10 cm y 30 cm x 30 cm, que mostraron los mejores resultados en términos de rentabilidad y características biométricas.

## VII. REFERENCIAS

- Aguirre, J., Prieto, M., Escamilla, J. (1997). Contabilidad de costos gestión y control presupuestario, control de gestión, la función del "controller". *Tomo II Cultural de Ediciones, S.A. España.* <http://sisbiblio.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3428>
- Balzarini, G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., y Robledo, W. (2008). InfoStat software estadístico: manual del usuario. *Editorial Bruja.*
- Brun, X., Benito, E., y Puig, X. (2012). Matemática financiera y estadística básica. *PROFIT.* <https://patrimonia.bsm.upf.edu/matematica-financiera-estadistica-basica-xavier-brun/>
- Callejas, I., Cerritos, R., y Rauda, M. (2016). *Caracterización morfoagronómica e invertebrados asociados al acapate (Apiaceae: Eryngium foetidum L.)* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional UES. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/7d7cacf3-42be-496c-92fe-1a8d9dcc0039>
- Contreras, I. (2006). Análisis de la rentabilidad económica (ROI) y financiera (ROE) en empresas comerciales y en contexto inflacionario. *Revista del Centro de Investigaciones y Desarrollo Empresarial*, 5(1), 13-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545874003>
- Cuéllar, R. (2020). *Efecto de tres sistemas de siembra en el rendimiento de Eryngium Foetidum L. (sacha culantro) en condiciones de suelos degradados en el distrito de Pueblo Nuevo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2017>
- 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.
- Fonseca, J. (2021). *Metales pesados (Cd<sup>++</sup>, Pb<sup>++</sup>) en granos de cacao (Theobroma cacao) y la fitoextracción de cultivos en callejones, valle del Alto Huallaga – Perú* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6885>
- González y Pagliettini (2006). Los costos agrarios y sus aplicaciones. *Universidad de Buenos Aires.* <https://www.orientacionlibros.com.ar/productos/costos-agrarios-y-sus-aplicaciones-los-m-gonzalez-l-pagliettini/>
- Guajardo, G., y Andrade, N. (2013). Contabilidad financiera. Sexta edición. *McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.* <https://www.sbs.com.pe/contabilidad-financiera-6ed-9786071510013.html>

- Heredia, J. (2002). *Deshidratación del sachá culantro (Eryngium foetidum L.) por flujo de aire caliente* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/59>
- Huayhua, M. (2023). *Efecto del fosfito de potasio en la producción de Eryngium foetidum L. (Sachá culantro) en tres distanciamientos de siembra* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2506>
- Integrated Taxonomic Information System. (2022). ITIS Report, *Eryngium foetidum L.* Taxonomic Serial N° 29507. *Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*. <https://tinyurl.com/44psefn>
- Loarte, U. (2021). *Efecto del distanciamiento y número de plantas por golpe en el rendimiento de Eryngium foetidum L. en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2016?show=full>
- Key, M. (2016). *Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro (Eryngium foetidum L.) sometidas a poda de tallo floral* [Tesis de pregrado, Universidad Central de Venezuela]. Repositorio Institucional UCV. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/20862>
- Mendieta, B. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión agropecuaria. Universidad Nacional Agraria*. <https://repositorio.una.edu.ni/2437/>
- Mejía, K. y Rengifo, E. (2000). *Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)*. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/74>
- Molina, O. (2017). Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela. *Revista Visión Gerencial*, 16(2), 217 – 232. <https://doaj.org/article/e33a7400ed7d402eba7eb3a73d18a691>
- Morales, J., Brunner, B., Flores, L., y Martínez, S. (2011). Cilantrillo orgánico: Hoja informativa. *Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos*. <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/05/cultivo-cilantrillo-organico.pdf>
- Muñoz, E. (2021). *Rendimiento del cultivo de Sachá culantro (Eryngium foetidum L.) en un sistema hidropónico con tres sustratos en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2021>

- Nevado, D., López, V., y Pérez, J. (2007). Cómo gestionar el binomio rentabilidad – productividad. *Especial Directivos*. <https://editorial.tirant.com/es/libro/como-gestionar-el-binomio-rentabilidad-productividad-9788493602802>
- Pérez, M. (2022). *Comportamiento agronómico y de rendimiento bajo distanciamientos de siembra en Eryngium foetidum L. “sacha culantro”, en Zungarococha-Loreto 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/8236>
- Picó, B. y Nuez, F. (2000). Minor crops of Mesoamerica in early sources (II). Herbs used as condiments. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47, 541-552. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008732626892>
- Pinedo, M., Rengifo, L. y Cerrutti, T. (1997). Plantas medicinales de la Amazonía peruana, estudio de su uso y cultivo. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)*. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/131>
- 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 de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional Científica. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/741>
- Sánchez, J. (2002). Análisis de rentabilidad de la empresa. *Universidad de Murcia*. <https://ciberconta.unizar.es/LECCION/anarenta/>
- Reyes, P. (1990). Bioestadística aplicada. agronomía, biología, química. *TRILLAS*. <https://www.centrolibrero.com/es/productos/bioestadistica-aplicada-agronomia-biologia-quimica/>
- Santiago, L. y Cedeño, A. (1991). Efecto de la intensidad de la luz sobre la floración y crecimiento del culantro, *Eryngium foetidum* L. *J. Agric. Univ. P. R.*, 75(4), 383-389. <https://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/download/3624/3120>
- Santiago, L. (2001). La producción de recaó o culantro (*Eryngium foetidum* L.) en Puerto Rico. *Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola*. <https://www.echocommunity.org/es/resources/76fd6d86-b1f5-4f37-97cb-9bfed01b04b1>
- Van Horne, J., y Wachowicz, J. (2002). Fundamentos de administración financiera. *Undécima edición*. Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

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 de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1015?locale-attribute=en>

## **ANEXOS**



**Figura 9.** Limpieza y desmalezado de las unidades experimentales a los 60 ddt de *E. foetidum*.



**Figura 10.** Evaluación de los tratamientos en estudio de *E. foetidum* en compañía del jurado de tesis a los 90 días después del trasplante.



**Figura 11.** Visita del jurado de tesis al campo experimental.



**Figura 12.** Alistando las hojas de *E. foetidum* para obtener el porcentaje de materia seca.

**Tabla 11.** Promedio de altura de hojas (cm) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio (cm)		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	8,22	13,58	18,00
	R2	7,96	12,44	17,44
	R3	9,04	13,30	17,80
	R4	8,04	12,58	17,84
T <sub>2</sub>	R1	8,10	13,78	18,40
	R2	7,86	12,64	17,84
	R3	7,84	13,50	18,20
	R4	9,46	12,78	18,24
T <sub>3</sub>	R1	8,32	13,83	19,40
	R2	8,06	12,69	18,84
	R3	9,14	13,55	19,20
	R4	8,14	12,83	19,24
T <sub>4</sub>	R1	8,20	14,18	19,90
	R2	7,96	13,04	19,34
	R3	7,94	13,90	19,70
	R4	9,56	13,18	19,74
T <sub>5</sub>	R1	8,42	14,68	20,00
	R2	8,16	13,54	19,44
	R3	9,24	14,40	19,80
	R4	8,24	13,68	19,84

**Tabla 12.** Promedio de número de hojas en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	4,20	7,80	11,60
	R2	4,40	7,80	12,00
	R3	4,20	8,00	12,80
	R4	4,40	8,20	12,00
T <sub>2</sub>	R1	4,80	7,80	13,60
	R2	4,40	8,60	14,00
	R3	4,60	8,60	14,80
	R4	4,20	8,60	14,00
T <sub>3</sub>	R1	4,60	7,60	14,60
	R2	4,80	7,80	15,00
	R3	4,20	8,60	15,80
	R4	4,60	7,80	15,00
T <sub>4</sub>	R1	4,40	7,80	18,40
	R2	4,40	7,80	18,60
	R3	4,80	8,00	18,60
	R4	4,60	7,80	18,40
T <sub>5</sub>	R1	4,60	8,00	19,80
	R2	4,40	8,00	19,80
	R3	4,60	8,60	19,60
	R4	4,80	7,80	19,80

**Tabla 13.** Promedio de ancho de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	2,44	4,14	4,68
	R2	2,52	4,04	4,68
	R3	2,54	3,96	4,54
	R4	2,50	4,04	4,60
T <sub>2</sub>	R1	2,46	3,96	4,20
	R2	2,46	4,16	4,26
	R3	2,58	3,96	4,18
	R4	2,50	4,10	4,18
T <sub>3</sub>	R1	2,42	4,08	4,68
	R2	2,50	4,04	4,60
	R3	2,52	4,04	4,54
	R4	2,56	4,02	4,68
T <sub>4</sub>	R1	2,42	4,08	4,60
	R2	2,56	4,02	4,68
	R3	2,46	4,14	4,68
	R4	2,56	3,94	4,54
T <sub>5</sub>	R1	2,42	4,16	4,68
	R2	2,48	4,00	4,68
	R3	2,60	3,94	4,54
	R4	2,50	4,08	4,60

**Tabla 14.** Promedio de longitud de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	11,49	17,41	18,69
	R2	10,95	17,73	18,71
	R3	11,21	17,63	18,85
	R4	11,61	17,70	18,41
T <sub>2</sub>	R1	11,11	17,65	18,64
	R2	11,14	17,63	18,92
	R3	11,22	17,58	18,71
	R4	10,85	17,42	18,83
T <sub>3</sub>	R1	11,19	17,49	19,65
	R2	11,45	17,43	19,51
	R3	11,26	17,61	19,78
	R4	11,14	17,60	19,46
T <sub>4</sub>	R1	11,27	17,61	20,84
	R2	11,36	17,52	21,00
	R3	11,27	17,29	21,04
	R4	11,10	17,56	21,03
T <sub>5</sub>	R1	11,31	17,89	20,94
	R2	11,50	17,33	20,92
	R3	11,70	17,74	20,84
	R4	11,20	17,52	20,79

**Tabla 15.** Promedio de longitud total de hoja (cm) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	45,97	69,65	74,76
	R2	43,78	70,92	74,85
	R3	44,86	70,53	75,41
	R4	46,45	70,78	73,63
T <sub>2</sub>	R1	44,44	70,58	74,55
	R2	44,55	70,52	75,68
	R3	44,86	70,32	74,86
	R4	43,40	69,68	75,34
T <sub>3</sub>	R1	44,75	69,95	78,60
	R2	45,78	69,72	78,03
	R3	45,03	70,42	79,13
	R4	44,57	70,41	77,84
T <sub>4</sub>	R1	45,10	70,45	83,37
	R2	45,45	70,06	83,98
	R3	45,07	69,18	84,17
	R4	44,42	70,24	84,11
T <sub>5</sub>	R1	45,26	71,56	83,77
	R2	46,00	69,34	83,66
	R3	46,80	70,95	83,37
	R4	44,79	70,07	83,16

**Tabla 16.** Promedio de área foliar (cm<sup>2</sup>) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

Tratamiento	Repeticiones	Promedio		
		30 ddt	60 ddt	90 ddt
T <sub>1</sub>	R1	78,56	242,85	511,97
	R2	80,20	243,16	510,87
	R3	77,54	245,28	511,97
	R4	80,10	242,56	510,87
T <sub>2</sub>	R1	77,38	242,56	523,55
	R2	78,94	248,24	526,40
	R3	77,84	242,80	527,05
	R4	82,00	240,24	528,68
T <sub>3</sub>	R1	77,00	241,28	555,31
	R2	80,06	239,30	563,36
	R3	79,74	249,12	546,64
	R4	79,64	244,14	568,24
T <sub>4</sub>	R1	81,46	244,74	585,31
	R2	80,96	241,64	593,36
	R3	77,94	245,98	576,64
	R4	76,04	241,48	598,24
T <sub>5</sub>	R1	77,78	246,20	600,31
	R2	82,24	244,20	608,36
	R3	80,38	240,90	591,64
	R4	76,00	242,54	613,24

**Tabla 17.** Promedio de rendimiento en peso fresco (g/golpe) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Promedio (g/golpe)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	R1	20,72
	R2	20,27
	R3	20,08
	R4	20,90
<b>T<sub>2</sub></b>	R1	21,32
	R2	20,87
	R3	20,68
	R4	21,50
<b>T<sub>3</sub></b>	R1	22,61
	R2	22,16
	R3	21,97
	R4	22,79
<b>T<sub>4</sub></b>	R1	23,81
	R2	23,36
	R3	23,17
	R4	23,99
<b>T<sub>5</sub></b>	R1	24,41
	R2	23,96
	R3	23,77
	R4	24,59

**Tabla 18.** Promedio de rendimiento en peso seco (g/golpe) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Promedio (g/golpe)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	R1	2,59
	R2	2,64
	R3	2,51
	R4	2,52
<b>T<sub>2</sub></b>	R1	2,66
	R2	2,71
	R3	2,58
	R4	2,59
<b>T<sub>3</sub></b>	R1	2,82
	R2	2,87
	R3	2,74
	R4	2,75
<b>T<sub>4</sub></b>	R1	2,97
	R2	3,02
	R3	2,89
	R4	2,90
<b>T<sub>5</sub></b>	R1	3,05
	R2	3,10
	R3	2,97
	R4	2,98

**Tabla 19.** Promedio de rendimiento en peso seco y peso fresco (kg/ha) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Promedio peso fresco (kg/ha)</b>	<b>Promedio seco (kg/ha)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	R1	1726,67	13816,00
	R2	1760,00	13514,67
	R3	1674,67	13386,67
	R4	1681,33	13932,00
<b>T<sub>2</sub></b>	R1	788,15	6318,22
	R2	802,96	6184,30
	R3	765,04	6127,41
	R4	768,00	6369,78
<b>T<sub>3</sub></b>	R1	470,00	3769,00
	R2	478,33	3693,67
	R3	457,00	3661,67
	R4	458,67	3798,00
<b>T<sub>4</sub></b>	R1	316,80	2540,16
	R2	322,13	2491,95
	R3	308,48	2471,47
	R4	309,55	2558,72
<b>T<sub>5</sub></b>	R1	225,93	1808,44
	R2	229,63	1774,96
	R3	220,15	1760,74
	R4	220,89	1821,33

**Tabla 20.** Promedio de rendimiento comercial (atado/ha) en diferentes densidades de siembra de *E. foetidum*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (atado/ha)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	R1	538285,71
	R2	526545,45
	R3	521558,44
	R4	542805,19
<b>T<sub>2</sub></b>	R1	246164,50
	R2	240946,61
	R3	238730,16
	R4	248173,16
<b>T<sub>3</sub></b>	R1	146844,16
	R2	143909,09
	R3	142662,34
	R4	147974,03
<b>T<sub>4</sub></b>	R1	98967,27
	R2	97088,83
	R3	96290,91
	R4	99690,39
<b>T<sub>5</sub></b>	R1	70458,87
	R2	69154,40
	R3	68600,29
	R4	70961,04

**Tabla 21.** Peso fresco y precio por atado en el mercado de Tingo María

<b>Bodega</b>	<b>Peso fresco por atado (gr)</b>	<b>Precio de compra por atado al por mayor</b>
1	38,00	0,25
2	41,00	0,25
3	42,00	0,25
4	36,00	0,25
5	45,00	0,25
6	39,00	0,25
7	40,00	0,25
8	36,00	0,25
9	44,00	0,25
10	42,00	0,25
<b>Promedio</b>	<b>40,30</b>	<b>0,25</b>

**Tabla 22.** Costo Beneficio de producción de cacao en la investigación.

<b>Actividades en la producción de cacao</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor Unitario (S/.)</b>	<b>C</b>	<b>Costo Total (S/.)</b>
<b>I. Costos directos</b>				Cacao
1.2 Insumos y equipos				
Alquiler de terreno con cacao	ha	500,00	1	500,00
Fungicida	kg.	280,00	1	280,00
Insecticida	l.	40,00	1	40,00
Fertilizante 20-20-20; N-P-K	saco	165,00	6	990,00
Fertilizante Foliar (cuajado y floración)	l.	45,00	1	45,00
Machete	ud	18,00	3	54,00
Lima	ud	12,00	3	36,00
Tijera de Podar	ud	35,00	1	35,00
SERRUCHO podador	ud	60,00	1	60,00
1.1 Mano de obra				
Limpieza de malezas	Jor.	50,00	20	1000,00
Poda y deschuponeo de plantas de cacao	Jor.	50,00	14	700,00
Fertilización	Jor.	50,00	9	450,00
Aplicaciones foliares	Jor.	80,00	3	240,00
Cosecha, descocado, fermentación y secado de cacao	Jor.	50,00	20	1 000,00
Transporte y Carguío	Jor.	50,00	4	200,00
<b>Total (S/)</b>				<b>5 630,00</b>
<b>II. Valorización de la cosecha</b>				
2.1 Rendimiento bruto de la producción (kg/ha)				1 450,00
2.5 Precio promedio de venta (S/.x kg)				8,80
2.6 Ingreso bruto de la Producción				12760
<b>III. Análisis económico</b>				
4.2 Costo Total de Producción				5 630,00
4.3 Precio Promedio de Venta Unitario				9,10
4.4 Ingreso Total				12 760,0
4.5 Utilidad de la Producción				7 130,00
<b>4.6 Beneficio Costo (B/C)</b>				<b>2,27</b>

**Tabla 23.** Costo Beneficio de producción de *Eryngium foetidum* L. en la investigación.

Actividades de producción de sachaculantro	Unidad de medida	Valor Unitario (S/.)	C	Costo	C	Costo	C	Costo	C	Costo	C	Costo
				Total (S/.)		Total (S/.)		Total (S/.)		Total (S/.)		Total (S/.)
<b>I. Costos directos</b>				T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		T <sub>5</sub>
1.2 Insumos y equipos												
Alquiler de terreno	ha	800	1	800	1	800	1	800	1	800	1	800
Semilla	kg.	340	1	340	1	340	1	340	1	340	1	340
fungicida	l.	320	3	960	3	960	3	960	3	960	3	960
Insecticida	l.	40	4	160	4	160	4	160	4	160	4	160
Fertilizante Foliar N-P-K	l.	50	4	200	4	200	4	200	4	200	4	200
1.1 Mano de obra												
Preparación de terreno	Jor.	60	33	1980	33	1980	33	1980	33	1980	33	1980
Trasplante	Jor.	50	30	1500	25	1250	20	1000	15	750	10	500
Control de malezas	Jor.	50	10	500	10	500	10	500	10	500	10	500
Poda de inflorescencia	Jor.	50	10	500	9	450	8	400	7	350	6	300
Cosecha	Jor.	50	20	1000	17	850	14	700	11	550	8	400
Clasificación, lavado y amarrado	Jor.	50	25	1250	20	1000	15	750	10	500	5	250
Carguío	Jor.	50	12	600	10	500	8	400	6	300	4	200
<b>Total (S/)</b>				9 790,00		8 990,00		8 190,00		7 390,00		6 590,00
<b>II. Valorización de la cosecha</b>												
2.1 Rendimiento bruto de la producción (kg/ha)				13662,33		6249,93		3730,58		2515,57		1791,37
2.2 Pérdidas y mermas (5%)				683,12		312,50		186,53		125,78		89,57

2.3 Rendimiento probable de la producción (kg/ha)	12979,21	5937,43	3544,05	2389,79	1701,80
2.4 Peso del atado comercial (gr)	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30
2.5 Rendimiento probable (Atados/ha)	339015	155084,5	92570	62421	44450
2.5 Precio promedio de venta (S/.x atado/ha)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2.6 Ingreso bruto de la Producción	84753,8	38771,1	23142,5	15605,1	11112,6
<b>III. Análisis económico</b>					
4.1 Costo de Producción Unitaria	0,03	0,06	0,09	0,12	0,16
4.2 Costo Total de Producción	9790,00	8990,00	8190,00	7390,00	6590,00
4.3 Precio Promedio de Venta Unitario	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
4.4 Ingreso Total	84753,81	38771,13	23142,50	15605,13	11112,56
4.5 Utilidad de la Producción	74963,81	29781,13	14952,50	8215,13	4522,56
<b>4.6 Beneficio Costo (B/C)</b>	<b>7,66</b>	<b>3,31</b>	<b>1,83</b>	<b>1,11</b>	<b>0,69</b>

**Tabla 24.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para altura de planta en el cultivo de sachá culantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	64,64	4	16,16	46,79	<0,0001
Tratamientos	64,64	4	16,16	46,79	<0,0001
Error	32,81	95	0,35		
Total	97,45	99			

**Tabla 25.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el número de hojas en el cultivo de sachá culantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	798,04	4	199,51	139,21	<0,0001
Tratamientos	798,04	4	199,51	139,21	<0,0001
Error	136,15	95	1,43		
Total	934,19	99			

**Tabla 26.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el ancho de hoja en el cultivo de sachá culantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	2,48	4	0,62	18,81	<0,0001
Tratamientos	2,48	4	0,62	18,81	<0,0001
Error	3,13	95	0,03		
Total	5,61	99			

**Tabla 27.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la longitud promedio de hoja en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	122,54	4	24,56	405,95	<0,0001
Tratamientos	122,54	4	24,56	405,95	<0,0001
Error	53,17	95	0,06		
Total	175,71	99			

**Tabla 28.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la longitud total de hoja en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	98,25	4	24,56	405,95	<0,0001
Tratamientos	98,25	4	24,56	405,95	<0,0001
Error	5,75	95	0,06		
Total	104,00	99			

**Tabla 29.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el área foliar en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	122996,95	4	30749,24	101,01	<0,0001
Tratamientos	122996,95	4	30749,24	101,01	<0,0001
Error	28920,67	95	304,43		
Total	151917,62	99			

**Tabla 30.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso fresco (g/golpe) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	198,19		4 49,55	48,85	<0,0001
Tratamientos	198,19		4 49,55	48,85	<0,0001
Error	96,36		95 1,01		
Total	294,56		99		

**Tabla 31.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso seco (g/golpe) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	3,08		4 0,77	36,43	<0,0001
Tratamientos	3,08		4 0,77	36,43	<0,0001
Error	2,01		95 0,02		
Total	5,08		99		

**Tabla 32.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para peso fresco (kg/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1858743641,51		4 464685910,38	3970,70	<0,0001
Tratamientos	1858743641,51		4 464685910,38	3970,70	<0,0001
Error	11117732,11		95 117028,76		
Total	1869861373,63		99		

**Tabla 33.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el peso seco (kg/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	29160269,63		4 7290067,41	2991,76	<0,0001
Tratamientos	29160269,63		4 7290067,41	2991,76	<0,0001
Error	231488,30	95	2436,72		
Total	29391757,93	99			

**Tabla 34.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el rendimiento (atado/ha) en el cultivo de sachaculantro, a los 90 días, en el Fundo Agrícola “Bandera Blanca”, Buenos aires del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, de marzo a julio del 2019.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1144483188523,82		4 286120797130,96	3970,69	<0,0001
Tratamientos	1144483188523,82		4 286120797130,96	3970,69	<0,0001
Error	6845524503,74	95	72058152,67		
Total	1151328713027,56	99			