



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE
CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE
ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA,
PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:
Crespo Martínez Walter Sebastián

Tutora:
López Castillo Guadalupe de las Mercedes.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Crespo Martínez Walter Sebastián, con cédula de ciudadanía No.0550652515, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”, siendo la Ingeniera Mg Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 10 de febrero del 2026

Walter Sebastián Crespo Martínez
C.C: 0550365878
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CRESPO MARTINEZ WALTER SEBASTIAN**, identificado con cédula de ciudadanía **0550365878** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 - Marzo 2022.

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026.

Tutor: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

Tema: **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 de febrero del 2026..

Walter Sebastián Crespo Martínez
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”

de Crespo Martinez Walter Sebastian, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 10 de febrero del 2026

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg
C.C: 1801902907
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Crespo Martínez Walter Sebastián, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 10 de febrero del 2026

Ing. Tapia Borja Isabel Alexandra, Mg
C.C: 0502661754
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, Ph.D.
C.C: 0501645568
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.
CC: 1802267037
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por el don de la vida y la salud, por brindarme fortaleza en los momentos difíciles de esta etapa y por permitirme culminar este proceso con perseverancia y bienestar.

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este camino académico. De manera especial, a mis queridos padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y su confianza, pilares fundamentales para alcanzar este logro. A mis hermanos, por sus palabras de ánimo, su ayuda y por acompañarme siempre, brindándome motivación en cada etapa de este proceso.

Mi gratitud a mi tutora, Ing. Guadalupe López, por su orientación, dedicación, exigencia académica y valioso acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, a mis lectores, Ing. Alexandra Tapia, Ing. Fabián Troya e Ing. Giovana Parra, por sus aportes, conocimientos y recomendaciones, que fueron fundamentales para el fortalecimiento y culminación de este trabajo investigativo.

Finalmente, agradezco a mi compañera Daysi por su sincera amistad, por cada palabra de aliento, cada consejo y por su apoyo constante en los momentos más complejos. Su compañía fue un respaldo invaluable a lo largo de este camino, que siempre será recordado con gratitud.

Walter Sebastián Crespo Martínez

DEDICATORIA

Dedico esta investigación con todo mi amor, gratitud y respeto a mis padres, Walter Crespo y Lilia Martínez, quienes con su esfuerzo, sacrificio y confianza hicieron posible la realización de este sueño. Gracias por creer siempre en mí, por su apoyo incondicional y por ser la base y fortaleza que me impulsa a seguir adelante; este logro es, en gran parte, el reflejo de su amor y dedicación.

A mis hermanos, Javier y Andrés, por su constante acompañamiento, sus consejos y por llenar de alegría cada etapa de mi vida, brindándome motivación en los momentos más importantes.

A mi amiga Daysi, por su sincera amistad, por escucharme, animarme y estar presente en cada paso de este proceso.

Este logro también les pertenece a ustedes, porque sin su amor, apoyo y confianza nada de esto habría sido posible. Infinitas gracias.

Walter Sebastián Crespo Martínez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGANICO EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, PARROQUIA ALAQUEZ PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autor:
Crespo Martínez Walter Sebastián

RESUMEN

La investigación se realizó en el barrio Chitán, parroquia Aláquez, cantón Latacunga (2948 msnm), con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) bajo cuatro niveles de ecoabonaza (0, 10, 20 y 30 t/ha) mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2×4 y tres repeticiones, las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro de tallo, número de nódulos radiculares, días a la floración, propagación de *Rhizobium* y rendimiento en grano verde. Los resultados mostraron que las variables agronómicas como porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro de tallo, número de nódulos radiculares y días a la floración no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, evidenciando un comportamiento homogéneo del cultivo y que las dosis de ecoabonaza no influyeron de forma determinante en el crecimiento vegetativo. Además, las condiciones ambientales se mantuvieron estables y dentro de rangos óptimos para el cultivo, permitiendo una evaluación experimental confiable. En cuanto a la microbiología del suelo, se observó mayor propagación de *Rhizobium* en algunos tratamientos, lo que indica que la materia orgánica favoreció principalmente la actividad biológica del suelo. Sin embargo, el efecto más importante de la ecoabonaza se evidenció en la fase productiva, donde el nivel de abono orgánico fue significativo para el peso total de vainas ($p=0,0045$) y semillas ($p=0,0145$), destacándose la dosis de 30 t/ha con 4,13 kg/12 m² en vainas y 1,17 kg/12 m² en semillas, asociándose así a una mayor rentabilidad potencial en la cosecha de grano verde de la inflorescencia central bajo las condiciones agroecológicas del ensayo.

Palabras clave: Ecoabonaza, diseño de bloques completamente al azar, rhizobium

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “Evaluation of the Yield of Two Varieties of Chocho (*Lupinus mutabilis*) Under Different Levels of Organic Fertilizer in the City of Latacunga, Aláquez Parish, Cotopaxi Province.”

Author:
Crespo Martinez Walter Sebastian

ABSTRACT

The research was conducted in the Chitán neighborhood, Aláquez parish, Latacunga canton (2948 meters above sea level), with the objective of evaluating the agronomic performance of two varieties of chocho (*Lupinus mutabilis*) under four levels of ecoabonaza (0, 10, 20 and 30 t/ha) using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a 2×4 factorial arrangement and three replications. The evaluated variables were germination percentage, plant height, stem diameter, number of root nodules, days to flowering, Rhizobium propagation, and green grain yield. The results showed that agronomic variables such as germination percentage, plant height, stem diameter, number of root nodules, and days to flowering did not present significant differences among treatments, indicating a homogeneous crop behavior and that ecoabonaza doses did not have a determining influence on vegetative growth. Furthermore, environmental conditions remained stable and within optimal ranges for the crop, allowing a reliable experimental evaluation. Regarding soil microbiology, greater Rhizobium propagation was observed in some treatments, indicating that organic matter mainly favored soil biological activity. However, the most important effect of ecoabonaza was evidenced in the productive phase, where the organic fertilizer level was significant for total pod weight ($p=0.0045$) and seed weight ($p=0.0145$), with the 30 t/ha dose standing out with 4.13 kg/12 m² in pods and 1.17 kg/12 m² in seeds, thus being associated with higher potential profitability in the harvest of green grain from the central inflorescence under the agroecological conditions of the trial.

Keywords: Ecoabonaza, randomized complete block design, Rhizobium.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE GRAFICAS	xvii
1.INFORMACIÓN GENERAL	1
1. JUSTIFICACIÓN.....	3
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
2.1 Beneficiarios directos	3
2.2 Beneficiarios indirectos	3
3. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1 Objetivo general.....	5
4.2 Objetivos específicos	5
5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EM RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
6.1 Generalidades del chocho	6
6,2 Taxonomía.....	7
6.3 Características botánicas	7
6.4 Sistema radicular y función agronómica.....	8
6.4.1 Raíz.....	8

6.4.2	El tallo	8
6.4.3	Las hojas	9
6.4.4	Flores e inflorescencia.....	9
6.4.5	La semilla	9
6.5	Etapas fenológicas del cultivo	10
6.5.1	Siembra.....	10
6.5.2	Riego.....	10
6.5.3	Fase de emergencia.....	11
6.5.4	Fase cotiledones.....	11
6.5.5	Fase de desarrollo	12
6.5.6	Fase de floración.....	12
6.5.7	Fase de envainamiento.....	12
6.5.8	Fase de cosecha	12
6.6	Condiciones agroecológicas del cultivo de chocho	13
6.6.1	Temperatura	13
6.6.2	Precipitación	13
6.6.4	Riego.....	14
6.7	Principales Plagas	14
6.7.1	Mosca de la semilla	14
6.7.2	Trozadores	15
6.7.3	Barrenador del ápice.....	16
6.7.4	Barrenador del tallo	16
6.7.5	Chinches	17
6.7.6	Polilla.....	17
6.8	Principales Enfermedades.....	18
6.8.1	Antracnosis	18
6.8.2	Roya.....	18
6.8.3	Cercospora	19
6.9	Variedad Iniap 450	19
6.9.1	Características agronómicas y adaptación.....	19
6.9.2	Siembra y época de siembra	20
6.10	Variedad Iniap 451	21
6.10.1	Características agronómicas y adaptación.....	21
6.10.2	Siembra y época de siembra	22
6.11	Eco abonaza	22

6.11.1	Composición.....	23
6.11.2	Implicación agronómica	23
6.11.3	Dosificación.....	23
6.11.4	Equivalencias operativas	24
6.11.5	Forma de aplicación.....	24
6.11.6	Beneficios esperados y riesgos a considerar.....	24
7.1	Hipótesis alternativa	25
7.2	Hipótesis nula	25
8.1	Ubicación del área de estudio	25
8.2	Características climáticas.....	26
8.3	Operacionalización de Variables.....	26
8.4	Datos a evaluar.....	27
8.5	Materiales y equipos	28
8.5.1	Materiales en campo.....	28
8.5.2	Equipos.....	28
8.5.3	Software	29
8.5.4	Tipo de investigación	29
8.5.5	Técnica	29
8.5.6	Factores en estudio	30
8.5.7	Tratamientos	31
8.5.8	Diseño experimental.....	31
8.5.9	Método de campo.....	32
9.	Análisis y discusión de resultados	35
9.1	PORCENTAJE DE GERMINACION.....	35
9.2	ALTURA DE LA PLANTA	36
9.3	DIAMETRO	37
9.4	NÓDULOS RADICULARES	38
9.5	FLORACION.....	40
9.6	PROPAGACION DE RHIZOBIUM	41
9.7	TEMPERATURA	43
9.8	HUMEDAD	44
9.9	POTENCIAL HIDROGENO.....	45
9.10	Peso total de vainas.....	46
9.11	Peso total de semillas	48
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51

10.1 Conclusiones	51
10.2 Recomendaciones	52
11. BIBLIOGRAFÍA	53
12. ANXEOS	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Hoja de vida de la tutora.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 2 Hoja de vida del estudiante.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 3 Analisis de suelo	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 4 Composicion de la Eco Abonaza	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 5 Temperatura Ilustración 6 Humedad Ilustración 7 pH.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 8 Fumigación	Ilustración 9	Conteo de plantas Ilustración 10 Fumigación
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 11 Tanque de fumigación Ilustración 12 Supervisión Ilustración 13 Toma de datos	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 14 Toma de datos.....	Ilustración 15	Toma de datos Ilustración 16 Fumigación
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 17 Conteo de nódulos	Ilustración 18	Fumigación Ilustración 19 Supervisión
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 20 Temperatura Ilustración 21 Supervisión Ilustración 22 Fumigación	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 23 Fumigación	Ilustración 24	Fumigación Ilustración 25 Químicos
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 26 Floración.....	Ilustración 27	Floración Ilustración 28 Floración
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 29 plantas con nódulos y suelo	Ilustración 30	Muestras de suelo Ilustración 31 Laboratorio
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 32 Siembra Ilustración 33 Siembra Ilustración 34 Siembra..	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 35 Floración.....	Ilustración 36	Supervisión Ilustración 37 Floración
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 38 Supervisión	Ilustración 39	Floración Ilustración 40 Supervisión
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 41 Envainamiento	Ilustración 42	Cuajado Ilustración 43 Cuajado
	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 44 Cuajado Ilustración 45 Visita de campo.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 46 Visita de campo Ilustración 47 Cosecha en grano verde Ilustración 48 Pesaje de grano verde	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 49 Base de datos diámetro, altura, nódulos, floración y germinación.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 50 Base de datos temperatura, PH y humedad	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 51 Base de datos peso total de vainas (KG) y peso total de semillas en (KG)	;	Error! Marcador no definido.
.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 52 Aval de traducción	;	Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades en base al objetivo 1.....	5
Tabla 2 Actividades en base al objetivo 2.....	6
Tabla 3 Actividades en base al objetivo 3.....	6
Tabla 4 Taxonomía del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	7
Tabla 5 Etapa fenológica del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	11
Tabla 6 Datos demográficos	26
Tabla 7 Parámetros y promedios.....	26
Tabla 8 Operacionalización de variables	26
Tabla 9 Tratamientos, simbología y descripción	31
Tabla 10 Esquema de adeva.....	32
Tabla 11 Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 39 días	35
Tabla 12 Análisis de varianza en la altura de las plantas a los 45, 74, 103 y 139 días	36
Tabla 13 Análisis de varianza del diámetro del tallo de las plantas a los 45, 74, 103 y 139 días	37
Tabla 14 Análisis del conteo de los nódulos radiculares a los 139 días.....	39
Tabla 15 Análisis del conteo de días a la floración.....	40
Tabla 16 Conteo de colonias de rhizobium a los 138 días en suelo.....	41
Tabla 17 <i>Conteo de colonias rhizobium a los 138 días en raíz</i>	42
Tabla 18 Análisis de varianza temperatura	43
Tabla 19 Análisis del porcentaje de humedad.....	44
Tabla 20 Análisis de varianza del PH	45
Tabla 21 Análisis de varianza del peso total de vainas Kg.....	46
Tabla 22 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de las vainas en dosis de materia orgánica	46
Tabla 23 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de las vainas.....	47
Tabla 24 Análisis de varianza de peso total de las semillas Kg.....	48
Tabla 25 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de semillas en dosis de materia orgánica.....	49
Tabla 26 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de semillas	49

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Peso total de vainas en KG	47
Grafica 2 Peso de semillas KG	50

1.INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación del rendimiento de dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) bajo diferentes niveles de abono orgánico en la ciudad de Latacunga, parroquia Alaquez provincia de Cotopaxi”

Fecha de inicio: Julio, 2025

Fecha de finalización:

Lugar de ejecución:

Sector: Parroquia Aláquez Barrio Chitan

Comunidad: Chitan

Parroquia: Aláquez

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Sustento Andino: Preservación y Fortalecimiento de la Diversidad de semillas locales.

Equipo de Trabajo:

Coordinador del proyecto

Nombre: Walter Sebastián Crespo Martínez

Teléfono: 0997979711

Correo electrónico: walter.crespo5878@utc.edu.ec

Tutora: Ing. Mg. Guadalupe López

Lector 1: Ing. Mg. Alexandra Tapia

Lector 2: Ing. Mg. Fabian Troya. PhD

Lector 3: Ing. Mg. Giovanna Parra.

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Línea 2: Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción Agrícola Sostenible y sistemas agroecológicos.

Línea de vinculación

Gestión de recursos Naturales, Biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano social.

1. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica por la necesidad de generar información técnica y experimental local sobre el comportamiento agronómico de dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) bajo diferentes niveles de abono orgánico en el barrio Chitán, parroquia Aláquez, cantón Latacunga, mediante la aplicación de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), el cual permite controlar la variabilidad edáfica y ambiental propia de los sistemas agrícolas altoandinos. A pesar de la importancia del cultivo del chocho como alternativa productiva y su aporte a la seguridad alimentaria, existe una limitada validación científica en condiciones locales que sustente recomendaciones precisas sobre el manejo de la fertilización orgánica. El uso del DBCA posibilita una evaluación objetiva de los tratamientos al reducir el error experimental asociado a la heterogeneidad del suelo, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados y su aplicabilidad práctica. En este contexto, los resultados del estudio contribuirán a optimizar el manejo del suelo, mejorar la eficiencia en el uso de abonos orgánicos y apoyar la toma de decisiones técnicas de los productores, en concordancia con los lineamientos nacionales para el manejo sostenible del cultivo y la conservación de la fertilidad del suelo establecidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. (INIAP, 2023)

2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

2.1 Beneficiarios directos

La siguiente investigación va a beneficiar directamente a:

- Los agricultores del barrio chitan Aláquez-juan Montalvo cantón Latacunga de Cotopaxi agricultores que se dedican a este cultivo, el Departamento de Investigación de Granos Andinos de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Estudiantes y Docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2 Beneficiarios indirectos

Cotopaxi: El MAG que atiende a más de 30,000 productores en 2024, aunque no todos específicamente de chocho (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024).

Investigaciones de la UTC identificaron 38 productores en Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura en un estudio específico. (Merizalde, 2023)

3. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En el Ecuador, el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*.) ha sido objeto de investigación y mejoramiento genético por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, que ha desarrollado variedades mejoradas con alto potencial productivo y adaptación a condiciones altoandinas. No obstante, persiste una brecha significativa entre la información técnica generada por esta institución y su aplicación efectiva en los sistemas productivos locales. A pesar de la disponibilidad de catálogos varietales, manuales técnicos y recomendaciones generales de manejo, los rendimientos obtenidos en campo continúan siendo bajos e inestables, lo que evidencia limitaciones en la validación local de las tecnologías propuestas por el INIAP y en su transferencia hacia los productores.

Uno de los principales problemas radica en que las recomendaciones institucionales sobre fertilización y manejo del suelo no siempre consideran la alta variabilidad edáfica y climática presente en las zonas altoandinas, como la provincia de Cotopaxi. En este contexto, los productores aplican abonos orgánicos de manera empírica, sin criterios técnicos definidos ni dosis ajustadas a las condiciones locales, lo que limita la respuesta agronómica de las variedades mejoradas desarrolladas por el INIAP. Esta situación dificulta la expresión del potencial genético de materiales como INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito, generando inconsistencias productivas y reduciendo la confianza de los agricultores en las tecnologías institucionales.

Adicionalmente, la falta de estudios experimentales locales que evalúen la interacción entre variedades INIAP y niveles de fertilización orgánica bajo diseños estadísticos apropiados ha restringido la formulación de recomendaciones específicas por territorio. Si bien el INIAP dispone de lineamientos técnicos nacionales, la ausencia de validaciones en condiciones reales de producción limita su adopción y efectividad. En consecuencia, el cultivo de chocho enfrenta problemas de baja productividad, degradación progresiva del suelo y escasa sostenibilidad, lo que subraya la necesidad de investigaciones aplicadas que fortalezcan el vínculo entre la generación de tecnología del INIAP y su implementación práctica en los sistemas agrícolas locales.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) Bajo diferentes niveles de abono orgánico en la parroquia Aláquez, ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar la variedad que se adapta a la zona de estudio.
- Determinar el efecto de diferentes niveles de abono orgánico en dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*).
- Realizar la evaluación económica de la cosecha en grano verde de la inflorescencia central.

5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EM RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades en base al objetivo 1

Objetivo 1	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Identificar la variedad que se adapta a la zona de estudio	Siembra de las dos variedades con diferentes niveles de abono orgánico.	Mejor adaptabilidad en desarrollo de la planta Parcela abierta y estructurada en 16 placas	Libro de campo Análisis comparativo entre variedades Fotografías

(Crespo, 2026).

Tabla 2 Actividades en base al objetivo 2

Objetivo 2	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Determinar el efecto de diferentes niveles de abono orgánico en dos variedades de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).	Toma de datos	Una vez implementado el cultivo se evaluó el nivel de crecimiento en sus diferentes etapas.	Libro de campo Base de datos digital con el análisis estadístico Fotografías

(Crespo, 2026).

Tabla 3 Actividades en base al objetivo 3

Objetivo 3	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Realizar la evaluación económica de la cosecha en grano verde de la inflorescencia central.	Cosecha	Análisis económico.	Análisis estadístico y fotografías.

(Crespo, 2026).

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1 Generalidades del chocho

En el enfoque productivo, el chocho es considerado relevante para los pequeños y medianos agricultores, esto porque es considerado una medida de rotación y asociación con cereales como el maíz, cebada, trigo y tubérculos como la papa, estos sembríos son considerados beneficiosos para el ecosistema, su cultivo se desarrolla en climas característicos de la sierra ecuatoriana, en

la que los suelos sean de textura ligera, espacios de condiciones hídrica favorable (Choloquina, 2022).

La pertinencia agronómica en la sierra ecuatoriana se vincula con el sistema radicular y su asociación biológica para la fijación de nitrógeno atmosférico, lo cual evita la erosión del suelo, reduce la dependencia de los fertilizantes sintéticos, se aporta que este es recomendable en zonas que presentan desgaste por uso continuo, erosión o pérdida de materia orgánica, por ende esta investigación permite dar a conocer el enfoque de nutrición orgánica y de esta manera establecer estrategias de producción más eficientes y sostenibles (Yanchaliquin, 2025).

6,2 Taxonomía

Es importante considerar que desde el punto de vista taxonómico, una clasificación ampliamente utilizada por Caisaguano (2021), la jerarquía para el chocho andino es:

Tabla 4 Taxonomía del chocho (*Lupinus mutabilis*)

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae (Leguminosae)
Género	Lupinus
Subgénero	Polycarpos
Nombre Científico	Lupinus mutabilis Sweet
Nombres comunes	“Tarwi”, “Chocho”, “tahuri”, “lupino”

(Caisaguano, 2026).

6.3 Características botánicas

El chocho también es conocido como tarwi o lupino andino, esta es una especie que es cultivada de mayor importancia en la región andina ecuatoriana, esto por su variabilidad morfológica, es decir, que su capacidad de adaptación es adecuada para los pisos altoandinos, ideal para cultivos anuales, es decir en términos generales el chocho es erguido y en condiciones adecuadas puede alcanzar un tamaño favorable con otras leguminosas de grano, eso se logra con la correcta

densidad de siembra, control de malezas y riesgo de acame, por lo tanto se describe que el tarwi es típicamente de crecimiento erecto y puede llegar a medir aproximadamente dos metros (Vera, 2024).

6.4 Sistema radicular y función agronómica

El sistema radicular del chocho es de tipo pivotante, es decir que la raíz principal es más gruesa tiene tendencias a profundizar, acompañada de raíces secundarias, morfológicamente hablando es una planta que tiene raíz gruesa y pivotante, característica que se relaciona con su capacidad de exploración del perfil del suelo, lo cual es relevante en condiciones donde la humedad puede ser variable, es decir en contextos andinos (Empuño, 2024).

En el contexto de la zona de estudio es decir Aláquez, este componente botánico es clave debido a que se explora el nivel de respuesta frente a exposiciones de nivel de abono orgánico, o cual también se manifiesta en el vigor radicular, eficiencia de absorción, y establecimiento de cultivo, por eso en estas evaluaciones es importante prestar especial atención en que la raíz constituye la base funcional que sostiene el crecimiento vegetativo y reproductivo (INIAP, 2023).

6.4.1 Raíz

La raíz tiende a desarrollar y desempeñar un papel muy importante, el de sostener y conducir a la savia, orgánica o inorgánica, desde el suelo hasta los demás órganos de toda la planta, se define por ser de bastante gruesa y pivotante, esta porque se profundiza en el suelo para generar raíces secundarias, para la mejorar la capacidad de aprovechar humedad y nutrientes disponibles, especialmente en ambientes altoandinos con variabilidad hídrica. Contribuyen a contribuir con el ciclo del nitrógeno, aspecto que es importante para la fertilidad del sistema de cultivo, de este depende la tolerancia en periodos secos y desempeño en etapas críticas del cultivo, es considerado el componente funcional clave (Valdizán, 2025).

6.4.2 El tallo

Es considerada la arquitectura de la planta, la ramificación es de forma cilíndrica con posibilidad de ramificación, este es considerado único que tiene características aplanadas dependiendo de la especie cultivada (Empuño, 2024).

La ramificación está relacionada directamente con factores de rendimiento, es decir aporta información acerca del número de estructuras reproductivas, distribución de vainas, eficiencia de llenado de grado, es importante dar a conocer que en el tallo se puede observar las respuestas

del chocho frente al ambiente y manejo nutricional, por ello la respuesta que se observa con el abono orgánico en sus diferentes dosificaciones, se evidencia en la altura de la planta, número de ramas productivas y altura de inserción de primeras vainas (Vera, 2024).

6.4.3 Las hojas

En el plano botánico, las hojas proporcionan información que permite identificar la especie y variedad, y características agronómicas en el área foliar y capacidad fotosintética, las hojas de los chochos se representan como oblongo – elípticas o ensanchadas en los extremos. (Buenrostro, 2023)

Las hojas representan el motor del rendimiento, esto porque la planta transforma la radiación y nutrientes en biomasa y luego en grano, en la provincia de Cotopaxi, la radiación, la temperatura, la humedad pueden fluctuar entre días, debido al estado de follaje y su sanidad condicionan el desempeño del cultivo (Buenrostro, 2023).

6.4.4 Flores e inflorescencia.

Las flores del chocho se denominan papilionáceas, y presentan diferentes variaciones del color, estas tonalidades pueden ser blancos, crema, azules o púrpura. Esta variabilidad es relevante porque determinan en aspectos de durabilidad y sincronía, lo cual influye en el cuajo de las vainas, en el presente estudio la variable hojas es determinante porque es un punto crítico que da a conocer el estado de estrés nutricional o sanitario, lo cual se refleja en los abortos florales o menor número de vainas, lo cual afecta en el rendimiento. (Empuño, 2024)

6.4.5 La semilla

Esta reporta rangos de tamaño de aproximadamente 4 a 15mm tiene formas elipsoidales o lenticulares, con variantes en los bordes, posee una gran gama de colores como: blanco, gris, negro y moteado. Generalmente son de forma redondeada de color blanquecino o variado. (Chicaiza, 2025)

Para efectos de la presente investigación cuando se habla de rendimiento agronómico lo importante no es la cantidad de la cosecha, sino los componentes como el número de vainas por planta, el número de granos por vaina, es decir, desde el punto de vista botánico el fruto y la semilla son determinantes al momento de medir un diseño factorial a nivel de estudio variedad x nivel de abono (Chicaiza, 2025).

6.5 Etapas fenológicas del cultivo

Este apartado, permite describir al chocho desde aspectos observables y verificables, en todo el proceso desde la siembra hasta la cosecha, las etapas fenológicas no son un seguimiento sino más bien es una herramienta que se utiliza para programar labores, interpretar respuestas agronómicas y explicar el rendimiento entre variedades y niveles de nutrición. En Ecuador el chocho se cultiva de preferencia en la sierra, usualmente entre 2.600 y 3.400 m s. n. m., lo que condiciona la velocidad de desarrollo del cultivo y su sensibilidad a estrés hídrico o térmico (INIAP, 2023).

En este contexto, investigaciones en Latacunga (Campus CEASA) han reforzado la importancia de registrar la fenología, no únicamente por días de calendario, si no por tiempo fisiológico, es decir por unidades térmicas o grados – día para comprender mayor el avance del cultivo. (Santillan, 2021).

6.5.1 Siembra

es la parte principal de la fenología, considerada como la parte invisible del proceso, en este paso la semilla absorbe agua para activar las rutas metabólicas y empieza la germinación, incluye la emisión de la radícula y el crecimiento inicial del embrión, es decir “la salida de la planta”, esta etapa es considerada la que evidencia la densidad real entre las plantas y la uniformidad del lote (Santillan, 2021).

6.5.2 Riego

Se maneja con frecuencia en condiciones de temporal seco, esto en razón a que su rango de precipitación es de 300 – 600 mm, es decir sectores en los que los agricultores dependa de la lluvia, se expone además que la necesidad de riego se entiende de dos formas:

Primero en base a la disponibilidad real de riego, es decir, en Ecuador aproximadamente 1,13 millones de hectáreas, de superficie cultivada se desarrolla sin riego, dando a entender por qué el chocho se desarrolla sin riego, por la cantidad de lluvia ya que la posibilidad de riego no siempre está disponible para el productor (INEC, 2023).

Segundo riego como soporte en fases críticas, esto a pesar de que el chocho puede aguantar periodos de sequía se vuelve sensible en etapas de formación de flores y frutos, por ello cuando existe una infraestructura mínima de riego es técnicamente defendible utilizar el riego complementario, aunque no es necesario durante todo el ciclo, esto desde el punto de vista

institucional a fin de reducir riesgos productivos cuando las lluvias son limitadas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2025).

Atendiendo a estas consideraciones se muestra a continuación una ilustración que permite el mejor entendimiento del cultivo hasta la cosecha:

Tabla 5 Etapa fenológica del chocho (*Lupinus mutabilis*)

Emergencia	Primera hoja verdadera	Racimo Floral	Floración	Fructificación	Maduración
0 – 10 días	30 días	31 – 60 días	61 – 180 días	120 – 210 días	181 - 210



Guzmán,(2015)

6.5.3 Fase de emergencia

En esta etapa en la que la plántula rompe la superficie de la tierra y permite el establecimiento del cultivo, esta fase es considerada crítica porque define la población efectiva y concentra alta vulnerabilidad frente a suelos encontrados, con exceso de humedad, heladas, daños por insectos, o incorrecta profundidad de siembra, determina que, tiene una duración de aproximadamente 12 días. (Santillan, 2021)

6.5.4 Fase cotiledones

En esta etapa los cotiledones son capaces de sostener el arranque de crecimiento, para dar paso a la formación de las hojas verdaderas, es un periodo corto pero determinante, esto en razón a que cualquier daño presente es sinónimo de retraso en el cultivo y puede desplazar la etapa de floración, esta dura aproximadamente 8 días es decir relativamente rápido cuando no es limitado por estrés fuerte (Santillan, 2021).

6.5.5 Fase de desarrollo

Conocido como crecimiento activo, está relacionado con la altura, expansión foliar y consolidación de la estructura de la planta, es decir se considera con la capacidad productiva, ya que en este periodo aumenta su área fotosintética y acumula biomasa, que es la que luego lo sostendrá en la fase reproductiva, en esta etapa intervienen variables morfológicas como altura y número de hojas verdaderas, realizada cada 15 días desde el día 8 después de la siembra, este proceso puede operacionalizarse con mediciones simples, repetibles y compatibles en campo utilizando diseño experimental (Santillan, 2021).

6.5.6 Fase de floración

Primero se forman las estructuras precursoras de la floración denominadas botones o primordios, aquí la planta demanda de más recursos para la formación de los órganos reproductivos, ocurre aproximadamente al día 95, es un periodo sensible de nutrición, si el cultivo llega a esta etapa con problemas afecta en la formación de las vainas. Cuando las flores logran abrirse, continúa con el racimo de las flores funcionales, en esta etapa se visualiza el porcentaje de floración como un indicador morfológico relevante, esta debe observarse con criterios claros, de inicio, plena y floración final, para determinar las variaciones micro climáticas o respuestas distintas (Santillan, 2021).

6.5.7 Fase de envainamiento

Una vez fecundada, las flores dan lugar a vainas: este proceso incluye el cuajado y el envainamiento, se define como los componentes directos del rendimiento como el número de vainas por planta y número de granos por vaina, esta cuantificación más allá del porcentaje de floración si el grano está verde o seco o el número de vainas, refuerza el seguimiento de la etapa reproductiva, es decir es decir que en términos fenológicos se marca el cuándo y el rendimiento el cuánto (Choloquina, 2022).

6.5.8 Fase de cosecha

Finalmente, sigue el llenado del grano dando paso a la madurez fisiológica y madurez de cosecha, aquí el grano acumula materia seca hasta alcanzar, su punto máximo, después la planta va perdiendo humedad, hasta llegar al momento óptimo de recolección con las menores pérdidas posibles y proseguir con el secado y almacenamiento, después de este periodo se pueden tomar datos de siembra y temperatura a fin de determinar las fases del rendimiento en grano seco, mostrando que el cierre del ciclo se puede definir por criterios medibles y no únicamente por aproximación (Choloquina, 2022).

6.6 Condiciones agroecológicas del cultivo de chocho

6.6.1 Temperatura

Es un cultivo altoandina por lo tanto su buen desarrollo se asocia a entornos de temperaturas frescas, es decir el ambiente ideal esta entre los 7 °C y 14 °C una precipitación acumulada durante el ciclo de 300 a 600 mm, rango en el que se encuentra la provincia de Cotopaxi, es importante mencionar que esta leguminosa tiene la capacidad de soportar heladas durante la floración podrá perder una cantidad muy alta de flores hasta de un 90% afectando el llenado del grano y rendimiento final (INIAP, 2023).

6.6.2 Precipitación

Sin embargo cuando la precipitación supera 600 mm, la planta genera mucha biomasa, por ende el riego de enfermedades de acame aumentan considerablemente, ocurre el alargamiento del ciclo y presentando dificultades en la cosecha, es decir más lluvia no es igual a más rendimiento, puede ser más crecimiento vegetativo, lo cual conlleva mayor presión sanitaria por ende problemas de manejo. (Torres, 2021),

Con respecto a etapas de sequía, el chocho puede tolerar las primeras etapas, pero en la etapa de formación de flores y frutos es sensible, ya que podría afectar seriamente la producción (Guzman, 2015).

6.6.3 Suelos y Altitud

INIAP describe que se cultiva en áreas agroecológicas entre 2.800 y 3.400 m – 3.500 m como rango frecuente, lo cual resalta su asociación con el sistema productivo serrano, sin embargo, desde la metodología expone que las variaciones de respuesta pueden ocurrir por microclimas, es decir: heladas o periodos secos (Torres, 2021).

En cuanto a la textura, pH y drenaje el chocho se adapta a los suelos que tienen características franco-arenosos o arenosos con pH entre 5,5 y 7,0 conjuntamente con un buen drenaje que eviten encharcamientos, en Cotopaxi se encuentran suelos que pueden coexistir suelos con buena estructura y otros con problemas de compactación o drenaje, influyendo de forma considerable el manejo de materia orgánica, en la nutrición y dinámica del agua (INIAP, 2023).

Se aporta también, una comparación útil para fines de comprensión del presente proyecto, y es que el INIAP expone que el perfil edáfico con una serie de características propuestas para la textura, pH y drenaje, pero la revisión literaria describe al chocho como una semilla que tiene

la capacidad de adaptarse a suelos arenosos y relativamente secos, lo cual, sustenta que los cultivos requieren evitar los excesos de humedad y suelos con mal drenaje (Torres, 2021).

6.6.4 Riego

Se maneja con frecuencia en condiciones de temporal seco, esto en razón a que su rango de precipitación es de 300 – 600 mm, es decir sectores en los que los agricultores dependa de la lluvia, se expone además que la necesidad de riego se entiende de dos formas:

Primero en base a la disponibilidad real de riego, es decir, en Ecuador aproximadamente 1,13 millones de hectáreas, de superficie cultivada se desarrolla sin riego, dando a entender por qué el chocho se desarrolla sin riego, por la cantidad de lluvia ya que la posibilidad de riego no siempre está disponible para el productor (INEC, 2023).

Segundo riego con soporte en fases críticas, esto a pesar de que el chocho puede aguantar periodos de sequía se vuelve sensible en etapas de formación de flores y frutos, por ello cuando existe una infraestructura mínima de riego es técnicamente defendible utilizar el riego complementario, aunque no es necesario durante todo el ciclo, esto desde el punto de vista institucional a fin de reducir riesgos productivos cuando las lluvias son limitadas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2025).

6.7 Principales Plagas

Estas son las que constituyen los factores capaces de explicar la variabilidad del rendimiento del chocho en la Sierra, estas afectan al cultivo, reducen el vigor de la planta, y en afectaciones repetitivas comprometen la formación de las vainas y el llenado de grano. En Cotopaxi, esta situación se torna preocupante cuando el control se lo hace mediante aplicaciones reactivas, en las que no existe ninguna clase de monitoreo, ni controles técnicos, lo que se desencadena en incremento de costos, riegos ambientales, por ende, hay pérdida de eficacia a lo largo del tiempo (Yanchaliquin, 2025).

6.7.1 Mosca de la semilla

Empieza: 0 días hasta los 10 días después de la siembra (dds)

Nombre Común: Mosca de la semilla

Nombre Científico: *Delia platura*

Es considerada crítica, compromete el crecimiento del cultivo, afecta a la semilla o la plántula recién emergida, por lo tanto, reduce el número de plantas efectivas, lo que traduce en menor

rendimiento final, si no existe la compensación por ramificación o densidad, se advierte que su incidencia puede aumentar en territorios que hayan tenido estos problemas en el pasado, por ende, se recomienda proteger a semilla y ajustar la densidad de la siembra (INIAP, 2025).

Desde el enfoque biológico, menciona que presenta un ciclo con estados de huevo-larva-pupa-adulto, el daño se concentra en la larva, la cual se alimenta del tejido tierno durante la etapa temprana (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas , 2023).

Documentos técnicos mencionan que se debe priorizar el cultivo con acciones directas de protección y decisiones de densidad para reducir pérdidas en campo mientras que los sistemas de vigilancia resaltan la importancia de la comprensión del ciclo biológico y especial atención de la ventana crítica, a fin de poder tomar decisiones de intervención (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023). Esta comparación permite justificar que la mosca de la semilla se debe considerar como un riesgo de pérdida, no como una plaga presente. (INIAP, 2025)

6.7.2 Trozadores

Aparece desde los 11 días hasta los 25 días DDS.

Nombre Común: Trozador

Nombre Científico: *Agrotis* sp

Son consideradas plagas de establecimiento de primer desarrollo, esto porque cortan los tallos tiernos a ras del suelo, ocasionando la muerte de plantas jóvenes y disminución directa de stand, su importancia pasa desapercibida hasta que se observa la disminución de plantas, lo cual distorsiona la uniformidad el ensayo obligando a llevar un correcto registro de la población emergida, resiembras, y porcentaje de daño (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023).

En la provincia de Cotopaxi, esta plaga es una de las principales en índices de incidencia y severidad, muestra diferencias considerables con respecto al manejo de abono químico vs orgánico vs sin aplicación, Esto desde el punto de vista metodológico es un daño típico y el efecto es inmediato en plántulas, mientras que la evidencia en Cotopaxi lo trata como una variable asociada de forma cuantificable incidencia/severidad. (Yanchaliquin, 2025).

6.7.3 Barrenador del ápice

Empieza desde los 30 – 120 días DDS.

Nombre Común: Barrenador del ápice

Nombre Científico: Anthomyiidae sp.

En el chocho se caracteriza por presentarse en forma de largas que ingresan y afectan al eje central, generando crecimiento de las ramas laterales, esta plaga no afecta necesariamente al rendimiento, pero sí en la obtención del grano para semilla, es decir afecta a la calidad, uso del grano, uniformidad de la planta y selección (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023).

En Cotopaxi, esta plaga es parte de complejo principal evaluado en términos de medición de incidencia y severidad, es decir que su impacto no siempre se expresa como una pérdida directa expresada en kg/ha sino en impactos agronómicos y de calidad/uso (Yanchaliquin, 2025).

6.7.4 Barrenador del tallo

Se empieza a aparecer desde los 120 – 150 días DDS.

Nombre Común: Barrenador del tallo.

Nombre Científico: Anthomyiidae sp

Esta plaga puede referirse a dos organismos distintos, el primero *Melanogromyza* sp en base a documentación técnica se presenta como larvas que ingresan al tallo y se alimentan del consumo del tejido interno, la sintomatología se evidencia con plantas pequeñas, clorosis, lo que obliga al agricultor definir métodos de diagnóstico, es decir el corte de talles para hacer un muestreo destructivo, y no basarse únicamente en las observaciones externas (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023).

El segundo, denominado *Diatraea saccharalis* esta reportado con incidencias y severidades registradas de diferentes manejos, refuerza su descripción biológica describiendo su ciclo: oviposición, estadios larvales y el daño típico por galerías internas que reducen conducción y vigor, además de facilitar entrada de patógenos (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023).

6.7.5 Chinchas

Empieza aparecer desde los 150 – 180 días DDS.

Nombre Común: Chinchas

Nombre científico: *Rhinocloa* sp.

Se describen como succionadoras, adultas y ninfas extrae savia y pecíolos y hojas, provocando atrofia lateral, decoloración y deformación, muy esporádicamente se transforma en perdida inmediata, sin embargo, afecta el área foliar funcional en etapas sensibles, compromete el vigor y formación de las estructuras formativas. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023)

Como un consejo de metodología, no es una cuestión de memorizar los controles porque a las chinchas se evalúan de mejor manera con muestreos repetitivos, ya que su dinámica es exagerada y dependiente del microclima, es decir si hay estrés nutricional o hídrico, la succión será más severa (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2023).

6.7.6 Polilla

Orden: Lepidóptera

En el caso de esta plaga, como parte de una recomendación técnica es que parte del daño relevante se asocia con el grano seco, por lo tanto, se debe realizar una cosecha oportuna a fin de evitar pérdidas, la forma de disminuir pérdida postcosecha es que el grano sea secado muy bien, mediante el almacenamiento en ambientes secos, frescos y ventilados, debido a que la generación de plagas ocurre por ambientes húmedos y mala ventilación. (Mina, 2022).

El manejo de insecticidas en chocho advierte que los controles no se tratan de matar plagas, si no de proteger el sistema reproductivo: polinizadores, enemigos naturales y productividad final, esto en razón a que las plagas están asociadas a floración/fructificación, donde intervenciones tardías pueden afectar polinización o equilibrio biológico (Mina, 2022).

Finalmente, es importante dar a conocer que las plagas no actúan aisladas, y su efecto puede amplificarse según el vigor del cultivo, el estado fenológico, y la oportunidad de manejo, en la provincia de Cotopaxi se han empleado varias prácticas de control, que no siempre han sido eficaces, en razón a que no se ha considerado el manejo integrado y temporalidad adecuada (Corteva, 2023).

6.8 Principales Enfermedades

El tema de la sanidad como lo exponen Huaringa Amelia, García Sandy, Pinedo, & Camarena, (2023) vegetal es uno de los factores que expresan el potencial productivo del chocho, especialmente en lugares que tienen variabilidad climática como lluevas, humedad y cambios térmicos, estos favorecen la aparición de patógenos y aceleran su dispersión, en la sierra ecuatoriana estos problemas no solo reducen el rendimiento y la calidad del grano, si no que como lo menciona Chicaiza (2025) se incrementa el costo de producción por resiembras, controles correctivos y pérdidas en cosecha, por lo tanto abordar las enfermedades es indispensable para mejorar la productividad y que no sea afectada por enfermedades aun cuando exista un manejo adecuado de fertilización, densidad de siembra o labores culturales.

6.8.1 Antracnosis

Desde la floración hasta el llenado o cuajado de la vaina se presenta esta enfermedad.

Nombre Común: Antracnosis

Nombre Científico: *Colletotrichum* sp

Es una de las enfermedades de mayor importancia económica, tiene la capacidad de afectar a diferentes órganos por ende provoca pérdidas directas en el número de vainas útiles en el llenado del grano, se manifiesta como lesiones necróticas y deformación de los tejidos jóvenes acompañadas del debilitamiento del crecimiento y reducción del potencial productivo, su impacto repercute en el rendimiento cuando no se aplican prácticas preventivas de sanidad, manejo de residuos, o monitoreo oportuno (Quispe, 2020).

6.8.2 Roya

Se presenta cuando en la zona existe lluvias esporádicas.

Nombre Común: Roya

Nombre Científico: *Uromyces lupini*

Su efecto se evidencia en el área foliar fotosintética, lo que repercute en la formación de la biomasa y el llenado de grano, se asocia típicamente con póstulas que favorecen senescencia prematura y debilitamiento general de la planta, causado por noches frías, humedad relativa, periodos del rocío, esto aumenta cuando el tejido foliar permanece húmedo por tiempos prologados (Huaringa Amelia, 2023)

6.8.3 Cercospora

Empieza aparecer cuando da inicio de floración, las condiciones para que se origine es con la presencia de la lluvia.

Nombre Común: Cercospora

Nombre Científico: Cercospora sp

Se incluye dentro del grupo de manchas foliares es causada por hongos, el comportamiento epidemiológico está condicionado por temas de humedad prolongada que se da cuando se exponen a ambientes nublados o con baja radiación, es decir que estas manchas se expanden causando necrosis, y reducen el área funcional de la hoja, afectan el desempeño del cultivo (Álzate, 2023).

6.9 Variedad Iniap 450

Esta variedad constituye una de las mejores variantes mejoradas en la Sierra ecuatoriana, es considerada referente para la validación de la semilla en distintos ambientes, se analiza por su comportamiento agronómico y capacidad de adaptarse a condiciones altoandinas (INIAP, 2023).

Su origen, es una variedad obtenida a través de la selección de germoplasma, introducido desde Perú en 1992, su uso trasciende el ámbito agrícola y se integra en cadenas de valor es decir para procesamiento y extracción de aceite (Bravo, 2025).

6.9.1 Características agronómicas y adaptación

Días a floración en el eje central: 76 a 125 días

Días al envainamiento en el eje central: 100 a 132 días

Días a la cosecha: 167 a 225 días

Rendimiento, t ha: 0.33 a 1.5

Número de vainas por planta: 8 a 28

Altura de planta: 90 a 185

Tolerancia a plagas: Susceptible

Tolerancia enfermedades: Susceptible

Tolerancia al volcamiento: Tolerante

Se caracteriza por ser de hábito herbáceo y precoz, lo cual es ideal para ambientes climáticos donde a la ventana climática puede ser limitada o variable, presenta cierta susceptibilidad plagas y enfermedades foliares y radicales, lo cual es de notable consideración metodológica, ya que el rendimiento no solo depende de la genética sino del control sanitario y más en zonas de humedad fluctuante (INIAP, 2023).

Respecto a la adaptación, la tecnología del INIAP, especifica una zonificación amplia para las provincias de la Sierra, mediante la implementación de lotes y bancos de semilla, las cuales mediante monitoreo se pueden identificar de mejor manera el manejo de plagas y enfermedades bajo enfoques agroecológicos, sin embargo, es importante mencionar que, no solo se trata de provincias aptas si no los esfuerzos de difusión y disponibilidad de la semilla de forma estructurada (INIAP, 2024).

En términos generales, esta semilla se caracteriza por su precocidad, amplia zonificación en la sierra, rendimiento superior y calidad comercial del grano, está limitada por el desamargo causado por alcaloides, esta tiene una interacción directa con los niveles de abono orgánico ya que su rendimiento depende del ajuste ambiental, manejo de fertilidad y control sanitario (Garófol, 2023).

6.9.2 Siembra y época de siembra

La variedad INIAP 450 “Andino” es un material mejorado de (*Lupinus mutabilis*), su establecimiento en gran medida es exitoso, depende de la sincronización existente con el régimen de lluvias, y la aplicación de una técnica de lluvia que garantice emergencia uniforme, buena población y menor riesgo sanitario, favorable para terrenos como Cotopaxi, en donde el cultivo se maneja en condiciones en base a la temporada o con riego complementario. (INIAP, 2023).

Es importante manifestar que, la fecha de siembra se define buscando dos objetivos: asegurar humedad y buscar que la cosecha coincida con meses relativamente secos, a fin de reducir el índice de pérdida por pudriciones, manchado del grano y dificultades de trilla (INIAP, 2023).

Con respecto a la técnica de siembra, el componente de distanciamientos, número de semillas y forma de colocación influye directamente en la población lograda y en la competencia por cultivo de luz, agua y nutrientes, se proponen labores mecanizadas entre 80 cm entre surcos y 50 cm entre sitios, depositando 3 semillas, con un requerimiento aproximado de 38–40 kg/ha; mientras que para labores manuales se sugiere 60–70 cm entre surcos y 3 semillas cada 30 cm,

con un uso cercano a 50 kg/ha, estas distancias, buscan una población adecuada, facilitando el deshierbe, aporques y aplicaciones sanitarias en campo (Nárvaez, 2021).

Con respecto a la integración de abono en el momento de la siembra, para evitar riesgos de pudrición o baja emergencia, se recomienda depositar el abono descompuesto en el fondo del surco y cubrirlo con una capa de tierra, evitando el contacto con la semilla, después se realiza la siembra y de tapa con una capa superficial, cuidando la humedad del suelo, por ende, se pone en evidencia la importancia de la estandarización del método de colocación, a fin de observar las diferencias en los niveles aplicados a fin de no causar daño por exceso de concentración en contacto con la semilla (INIAP, 2023).

6.10 Variedad Iniap 451

Se considera un material mejorado de chocho (*Lupinus mutabilis*) posee características definidas que le permiten comparar su desempeño frente a diferentes niveles de fertilización orgánica, esta es una variable de crecimiento erecto, tolerante a enfermedades y al acame de tallo por viento, rasgos importantes para ambientes altoandinos, su periodo de floración es a los 80 días y 171 días para la cosecha en seco, con un rendimiento promedio de 1395 kg/ha y un rango de adaptación altitudinal de 2.200 a 3.600 m s. n. (INIAP, 2023).

Esta variedad, fue desarrollada para la siembra específicamente condiciones de suelo propias del suelo de la provincia de Bolívar, sin embargo, la distribución reproductiva responde tanto a adaptación como a disponibilidad de semilla y tradición productiva, por lo tanto, aunque la zonificación sea diferente, el rango latitudinal, deja abierta la posibilidad de un desempeño favorable en localidades como Aláquez, siempre y cuando el manejo agronómico sea consiente (Vera, 2024).

6.10.1 Características agronómicas y adaptación

Se reporta como un grano de color liso blanco, de tamaño mediano en grano seco y forma ovalada aplanada, este componente es especial ya que en cuestión del rendimiento lo proyecta de manera favorable a la aceptación comercial, lo cual se relaciona con la rentabilidad como parte del costo/beneficio. (Choloquina, 2022).

Su adaptación no es un rasgo automático, ya que, en condiciones reales, la respuesta del cultivo depende de su interacción con el material genético, el suelo, clima y manejo, se destaca que desde la floración hasta la cosecha, registra variedades morfológicas productivas, ya que es capaz de completar su ciclo bajo condiciones de clima y suelo como las que posee Cotopaxi,

tiene registros cuantificables en altura, floración y producción, lo cual respalda la viabilidad agronómica (Choloquina, 2022).

6.10.2 Siembra y época de siembra

Esta variedad debe planificarse con un criterio agroclimático, a fin de asegurar humedad suficiente en el suelo para una emergencia uniforme, esta estrategia ayudara a evitar que en las fases sensibles no coincidan con temporalidades de estrés térmico o sequías, es decir que se debe ajustar la fecha de siembra de diciembre a marzo, a fin de que coincida con el inicio y estabilidad de la época lluviosa de cada localidad, ya que esta tiene un ciclo más corto (INIAP, 2023).

En la provincia de Cotopaxi, este criterio es de gran relevancia ya que existe riesgo de helada puede adelantarse o retrasarse con respecto al periodo invernal, por lo tanto, se recomienda basar el cultivo en calendarios estacionales de siembras los cuales ayudaran a reducir impactos negativos, esto debe ser usado como referencia no como fechas fijas. (Padilla, 2023).

Atendiendo a estas consideraciones, la forma de siembra debe garantizar la profundidad, cobertura y densidad acordes al manejo local, ya que de surgir una emergencia local puede distorsionar la comparación de tratamientos, afectando considerablemente al rendimiento, por ende, se recomienda que la siembra se realice a inicio de la época lluviosa definida por la zona y se encuentre en constante monitoreo agroclimático a fin de reducir el riesgo de heladas en etapas críticas del cultivo (Padilla, 2023).

6.11 Eco abonaza

En este contexto es importante considerar que en los sistemas agrícolas el manejo de la fertilidad, suele enfrentar retos recurrentes derivados de la pérdida progresiva de materia orgánica causada por labranza, erosión, baja cobertura, además, existen limitaciones químicas que se producen por la disponibilidad del fósforo, desequilibrios de bases, variabilidades climáticas que afectan la mineralización de los nutrientes. Estos escenarios son reducidos de manera considerable con el uso de compostadas organizas que actúan de forma edáfica, mejorando las propiedades del suelo, no actuando solo como un aporte rápido de nutrientes. (Chauca & Oñate, 2023).

Por tal motivo, eco bonaza es una enmienda orgánica que está compuesta a base de residuos que producen las granjas avícolas, la cual pasa por un proceso de compostaje que permite estabilizar el material y potenciar el efecto agronómico, esta es utilizada en diferentes cultivos y se comercializa a través de la red de INDIA/PRONACA (Chauca & Oñate, 2023).

Para efectos del presente estudio, desde un enfoque basado en la sostenibilidad se hace énfasis en el uso de la marca comercial PRONACA, está por su estrategia de revalorización de residuos orgánicos, que son transformados en abonos bajo el modelo de economía circular, y volúmenes de residuos orgánicos transformados (Cámara de Comercio Quito, 2024).

6.11.1 Composición

En Ecuador, existen composiciones típicas en términos de macronutrientes y materia orgánica, conocida como pollinaza/Ecoabonaza, los valores de referencia para los fertilizantes orgánicos que incluyen pollinaza (eco bonaza) los valores de referencia son N-P-K-Mg (%) y en materia orgánica (%), permitiendo justificar el rol nutricional y edáfico del producto (Jácome, 2024).

6.11.2 Implicación agronómica

N: favorecedor para el crecimiento vegetativo, se debe considerar que en abonos compostados su liberación va a depender de la temperatura, humedad y actividad microbiana(Weil, 2017).

P y K: de gran importancia en suelos andinos, en donde se quede fijado el fósforo, es una enmienda que permite mejorar la disponibilidad por cambios ocurrientes causados por la química del suelo(Espinosa, 2018).

Materia orgánica: este es el eje más importante, considerado como beneficioso se caracteriza por ser lento pero estable, se involucra en la estructura, agregación, retención de agua, porosidad, soporte de microbiota(Lal, 2020).

6.11.3 Dosificación

La lógica agronómica y equivalencias de los niveles puede sustentarse de la siguiente manera:

0 t/ha (testigo): refiere al rendimiento de cada variedad sin enmienda, importante para calcular el efecto neto del abono (Orrego, 2023).

10 t/ha (baja–media): funciona como una dosis de introducción que permite mejorar la fertilidad sin riesgo elevado de salinidad/amonio (Orrego, 2023).

20 t/ha (media–alta): explora mejoras más acentuadas en materia organica y disponibilidad de nutrientes (Orrego, 2023).

30 t/ha (alta): da a conocer un escenario de intervención fuerte, en el que los suelos degradados con baja MO, exigiendo control técnico (Orrego, 2023).

6.11.4 Equivalencias operativas

Como $1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$ y $1 \text{ t} = 1.000 \text{ kg}$:

- $10 \text{ t/ha} = 10.000 \text{ kg/ha} = 1 \text{ kg/m}^2$
- $20 \text{ t/ha} = 2 \text{ kg/m}^2$
- $30 \text{ t/ha} = 3 \text{ kg/m}^2$

Estas equivalencias permiten convertir la dosis a kg por parcela dependiendo del área de la unidad experimental, a fin de documentarlo como un medio de verificación en el libro de campo (Suarez, 2021).

6.11.5 Forma de aplicación

Desde el punto de vista crítico técnico, se reporta que las dosis crecientes tienen la capacidad de mejorar el rendimiento y variables productivas, sin embargo, el efecto depende del tipo de suelo, la calidad y dosificación adecuada, por ende, se refuerza la necesidad de que es válido probar distintos niveles esperando diferentes resultados (Orrego, 2023).

Se aporta también, desde el control normativo y trazabilidad, el registro del uso de fertilizantes, enmiendas se estructura a través de manuales técnicos que permiten especificar los requisitos y documentación para la comercialización y el uso formal del producto, es decir, se debe especificar el lote, procedencia del producto, características declaradas, método de aplicación y forma de almacenamiento (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022)

6.11.6 Beneficios esperados y riesgos a considerar

Los beneficios esperados están relacionados con la mejora en la condición del suelo, es decir el pH, la disponibilidad de P y K, incremento de N medido, mejora el desempeño del cultivo, ya que mientras la oferta de nutrientes sea mayor el entorno radicular mejora, además, contribuye a la economía circular, ya que está alineada a prácticas empresariales que pretende transformar los residuos orgánicos en abono (Cámara de Comercio Quito, 2024).

Con respecto a los riesgos, es importante mencionar que posee exceso de sales, esto sucede porque el material no está correctamente compostado, o si la dosis es alta, si no se describe con claridad el producto, con la etiqueta o ficha entre lotes puede ocurrir una variabilidad de composición, finalmente en zonas frías la mineralización es lenta, lo que puede desencadenar en el desplazamiento de las fases posteriores del cultivo, es decir causa un efecto distinto derivado del clima y suelo (Martínez, 2022).

7. Hipótesis

7.1 Hipótesis alternativa

La aplicación de diferentes niveles de abono orgánico influye significativamente en el desarrollo de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*).

7.2 Hipótesis nula

La aplicación de diferentes niveles de abono orgánico no influye significativamente en el desarrollo de las dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*).

8. Metodología

8.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló en un sitio experimental previamente seleccionado, donde se realizó un diagnóstico de suelo con el fin de caracterizar las condiciones edáficas iniciales y asegurar la correcta implementación del ensayo. El experimento se estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2×4 , considerando dos variedades de chocho (INIAP 450 e INIAP 451) y cuatro niveles de tratamiento, con el objetivo de evaluar su efecto sobre el comportamiento agronómico del cultivo. La distribución de los tratamientos se realizó mediante aleatorización, utilizando parcelas experimentales de 6×6 m, lo que permitió reducir la variabilidad experimental.

Imagen 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio



Ubicación de área

Tabla 6 Datos demográficos

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Aláquez
Comunidad	Chitán
Latitud	0° 51' 41" S (Sur)
Longitud	78°37'W
Altitud	2948 msnm

(Crespo, 2026)

8.2 Características climáticas

Desde el punto de vista agroclimático, presenta las características de un valle interandino, con un clima templado mesotérmico – semihúmedo (GAD Aláquez, 2020).

Tabla 7 Parámetros y promedios

Temperatura mínima	~7.4 °C
Temperatura máxima	~17.2 °C
Precipitación mm/año	~527 – 700 mm/año

Fuente: (Crespo, 2026)

8.3 Operacionalización de Variables

Tabla 8 Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables	Indicadores	Índice
Ha. La aplicación de diferentes niveles de abono orgánico influye significativamente en el desarrollo de las dos variedades de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).	Vi: Variedad de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>): INIAP 450 Andino; INIAP 451 Guaranguito	Porcentaje de la germinación.	%
		Altura de planta.	cm.
		Diámetro de planta.	mm.
		Numero de nódulos.	#
		Días a la floración.	Días.
		Propagación de rizobium	Conteo de colonias.
		Cosecha	Kg/ha

8.4 Datos a evaluar

- **Días de germinación**

La germinación se tomó a los 15 días después de la siembra del chocho en las parcelas, se realizó una regla de tres contabilizando el número de semillas sembradas vs número de semillas germinadas, se sacó en porcentaje.

- **Altura de la Planta**

La altura de planta se la tomo a los 45 días después de la siembra las cuales fueron evaluadas 16 plantas en la parcela neta de cada tratamiento este dato se lo tomo cada mes (4 meses), este dato se tomó desde el cuello de planta hasta el meristemo terminal de la rama principal, este dato se midió en cm con la ayuda de un flexómetro.

- **Diámetro del tallo**

El diámetro de la planta se la tomo a los 45 días después de la siembra las cuales fueron evaluadas 16 plantas en la parcela neta de cada tratamiento este dato se lo tomo cada mes (4 meses), este dato se tomó alrededor del cuello de la planta, este dato se midió en mm con la ayuda de un calibrador.

- **Numero de nódulos**

Para el conteo de los nódulos radiculares se hizo de sacar la raíz de una planta de chocho con la ayuda de una pala de desfonde de cada parcela después esta fue colocada en un plástico transparente y posteriormente puesta en un cedazo para separar la tierra de la raíz para poder contar los nódulos de cada raíz y ser anotados en el libro de campo

- **Días a la floración**

Para poder contar esta variable durante el tiempo de monitoreo de las parcelas se hizo cuenta desde los primeros días que comenzaron a florecer las plantas y después según como seguía apareciendo en cada parcela se contabilizo como iban apareciendo hasta que llegaron a su pico de floración

- **Propagación de rizobium**

Para aser este procedimiento se sacó una planta de cada parcela con ayuda de una pala de desfonde y después se la coloco esta con la tierra que salía para ser llevadas al laboratorio a aser la propagación de Rhizobium se realizó a partir de muestras de raíces y suelo rizosférico

de chocho recolectadas a los 138 días después de la siembra las muestras fueron procesadas en condiciones estériles, sembradas en medio selectivo e incubadas para la formación de colonias, las cuales fueron cuantificadas como indicador de la actividad simbiótica del microorganismo.

- **Cosecha en verde**

La cosecha del chocho en grano verde se realizó recolectando manualmente las vainas verdes formadas en la inflorescencia central de cada planta. Las vainas fueron colocadas en fundas identificadas según el tratamiento y repetición, y luego pesadas para obtener el peso total de vaina verde. Posteriormente, se desgranaron las vainas y el chocho verde obtenido se pesó nuevamente, con el fin de determinar el rendimiento en grano verde de cada tratamiento.

8.5 Materiales y equipos

8.5.1 Materiales en campo

- Piolas
- Estacas
- Abono orgánico Ecoabonaza (PRONACA)
- Semilla de chocho (variedades INIAP 450 e INIAP 451)
- Estacas de madera y/o PVC (para demarcación)
- Etiquetas impermeables o cinta de rotulación + marcador permanente (identificación T1–T8 y repeticiones)
- Fundas/sacos (para transporte de abono y cosecha)
- Libreta de campo (o fichas impresas) + portapapeles
- Guantes
- Lonas
- Botas

8.5.2 Equipos

- Tractor agrícola (preparación de terreno)

- Herramientas manuales: azadón/azada, pala, pico, rastrillo (labores culturales y apoyo en aplicación)
- Balanza (para pesar Ecoabonaza y grano cosechado)
- Cinta métrica (parcelas y distancias)
- Computadora
- Balanza
- Cámara fotográfica

8.5.3 Software

- InfoStat

8.5.4 Tipo de investigación

- **Cuantitativa**

Una vez recolectados los datos, se procedió a su tabulación en hojas de cálculo (Excel), donde se calcularon promedios, desviaciones estándar y porcentajes para cada tratamiento, posteriormente, se utilizó el software estadístico InfoStat.

- **Método Experimental**

En la investigación se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) para evaluar los efectos de concentración de abono orgánico. Los ensayos contarán con 4 niveles de abono orgánico en 2 variedades de chocho y 3 repeticiones. Para la experimentación se va ocupar áreas de 6 x 6 metros.

8.5.5 Técnica

- **Técnica bibliográfica**

La técnica bibliográfica se aplicó con el propósito de sustentar teóricamente la investigación y contextualizar los resultados obtenidos sobre el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*). Para ello, se realizó una revisión sistemática de literatura científica y técnica, consultando libros especializados, artículos científicos, tesis, informes técnicos y documentos institucionales relacionados con la fenología, manejo agronómico, nodulación, floración y rendimiento del

chocho, así como con el diseño experimental DBCA factorial y el análisis estadístico de datos agronómicos.

- **Técnica de campo**

Se realizó el experimento con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con una disposición factorial 2×4. Este diseño incluyó dos variedades de chocho y cuatro grados de tratamiento, los cuales fueron asignados aleatoriamente a las parcelas experimentales y gestionados consistentemente a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Se registraron las variables agronómicas en función del progreso fenológico: el diámetro del tallo y la altura de la planta se midieron a los 45, 74, 103 y 139 días; la floración abarcó un intervalo total de 41 días, desde su comienzo hasta su fin; el porcentaje de germinación fue registrado a los 39 días tras la siembra; y a los 139 días se observó la nodulación radicular.

- **Técnica de laboratorio**

La técnica de laboratorio se utilizó para cuantificar la propagación de *Rhizobium* en muestras de suelo rizosférico y raíces de chocho, recolectadas a los 138 días después de la siembra. Las raíces fueron extraídas, limpiadas y procesadas, y el suelo adherido a la rizosfera fue analizado para determinar la presencia del microorganismo. La cuantificación se realizó mediante técnicas microbiológicas estandarizadas, registrándose los valores obtenidos en suelo y raíz por tratamiento, los cuales se organizaron en una matriz comparativa para evaluar la colonización y asociación simbiótica entre *Rhizobium* y las dos variedades estudiadas.

- **Técnica de libro de campo**

Se registraron en el libro de campo datos sobre la fecha de siembra, las condiciones climáticas pertinentes, el manejo agronómico que se llevó a cabo y la evaluación de las variables agronómicas conforme al calendario establecido (germinación, altura de la planta, diámetro del tallo, floración y nodulación radicular). Además, se anotaron sucesos que sucedieron durante el ensayo, lo cual permitió monitorear el cultivo y asegurar la trazabilidad, fiabilidad y estabilidad de los datos que se utilizaron más adelante en la interpretación de resultados y en el análisis estadístico.

8.5.6 Factores en estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo experimental, mediante la implementación de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) 4x2x3, se llevó a cabo en la parroquia Aláquez, barrio Chitan.

Factor A: Variedades de Chocho

V1: INIAP 450(andino).

V2: INIAP 451(guaranguito).

Factor B: Concentración de abono orgánico:

a1: 0 t/ha

a2: 10 t/ha

a3: 20 t/ha

a4: 30 t/ha.

8.5.7 Tratamientos

Tabla 9 Tratamientos, simbología y descripción

TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
T1	V1a1	0 t/ha, Chocho INIAP 450
T2	V2a1	0 t/ha, Chocho INIAP 451
T3	V1a2	10 t/ha, Chocho INIAP 450
T4	V2a2	10 t/ha, Chocho INIAP 451
T5	V1a3	20 t/ha, Chocho INIAP 450
T6	V2a3	20 t/ha, Chocho INIAP 451
T7	V1a4	30 t/ha, Chocho INIAP 450
T8	V2a4	30 t/ha, Chocho INIAP 451

(Crespo, 2026)

8.5.8 Diseño experimental

Esquema del análisis de varianza, para la producción del chocho (**Lupinus mutabilis**),

Tabla 10 Esquema de adeva

Fuentes de variación	Fórmulas	Grados de libertad
Repeticiones	R-1	2
Tratamientos	T-1	7
Factor A variedades de chocho (andino, guaranguito)	A-1	1
Factor B dosis de ecoabonaza (0,10,20,30 t/ha)	B-1	3
AxB	AxB	3
Error	T-1*R-1	14
Total	(t*r)-1	23

(Crespo, 2026)

8.5.9 Método de campo

La presente investigación, se llevó a cabo el barrio Chitán, perteneciente a la parroquia rural de Aláquez, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi (Ecuador), esta es una zona representativa de los sistemas altoandinos que se caracterizan porque el chocho se ha convertido en una fuente relevante de diversificación económica familiar campesino.

El sitio fue seleccionado por sus características agronómicas de este cultivo, permitiendo que los resultados generados sean técnicamente aplicables con capacidad para ser aplicados en un contexto real.

Labores preculturales

- El área destinada al cultivo de chocho fue sometida a labores preculturales orientadas a garantizar condiciones óptimas para el establecimiento del cultivo. Estas actividades incluyeron la limpieza del terreno, eliminando residuos de cultivos anteriores, malezas y material vegetal de manera manual.
- Después se procedió a la pasada de dos manos de rastra en el área destinada a la siembra para tener un terreno óptimo para la siembra del chocho posterior a esto se pasó la guachadora para poder sembrarlo en los surcos.

Trazado y delimitación de parcelas experimentales

- Una vez acondicionado el suelo, se procedió al trazado y delimitación de las parcelas experimentales conforme al diseño estadístico establecido DBCA respetando las dimensiones de cada parcela y los pasillos de separación entre bloques y tratamientos, con el fin de evitar interferencias entre unidades experimentales.

Aplicación del abono orgánico

- Antes de la siembra, se aplicaron los diferentes niveles de abono orgánico correspondientes a cada tratamiento, distribuyéndolos de manera uniforme sobre el suelo de cada parcela. Posteriormente, el abono fue incorporado superficialmente mediante labores manuales, con el propósito de favorecer su descomposición y disponibilidad gradual de nutrientes

Siembra del cultivo

- La siembra se realizó de forma manual, utilizando semilla certificada de chocho, colocada a la profundidad y distancia recomendadas para el cultivo. Esta actividad se ejecutó procurando uniformidad en la densidad de siembra en todas las parcelas experimentales, con el fin de reducir variaciones atribuibles al establecimiento del cultivo. Alrededor de las parcelas se sembró maíz,

Manejo de malezas

- Durante el desarrollo del cultivo se efectuó el control de malezas de manera manual, especialmente durante la fase de crecimiento vegetativo inicial, con el objetivo de minimizar la competencia por recursos y asegurar un adecuado desarrollo de las plantas de chocho. Estas labores se realizaron de forma periódica según la presencia y densidad de malezas en el área experimental.

Manejo fitosanitario

- El manejo fitosanitario del cultivo de chocho se realizó de manera planificada y acorde a las distintas fases fenológicas del cultivo, mediante aplicaciones homogéneas con bomba de motor,
- Durante la fase de plántula y establecimiento inicial (17 días después de la siembra), se realizó la primera fumigación con Antracol, Evergreen, Cyperpac, Spectro, Ángel y Ad Grow. Esta aplicación tuvo como finalidad proteger al cultivo frente a patógenos y plagas tempranas, así como favorecer el desarrollo inicial de las plantas.

- En la fase de crecimiento vegetativo inicial (32 días después de la siembra), se efectuó la segunda fumigación con Antracol, Evergreen, Clorpilq y Agrofix, orientada al control preventivo de enfermedades foliares y al fortalecimiento del follaje. Esta aplicación permitió mantener la sanidad del cultivo durante una etapa crítica de desarrollo vegetativo.
- Posteriormente, en la fase de crecimiento vegetativo avanzado (97 días después de la siembra), se realizó una tercera fumigación con Opera, Curacron, Disphe y Ángel. Esta aplicación estuvo dirigida al control de insectos y enfermedades que suelen presentarse en etapas de mayor biomasa vegetal.
- Al inicio de la fase reproductiva (104 días después de la siembra), se aplicó Huma, Exel, Soft Grow, Borzinc y Fish Power, productos orientados principalmente al fortalecimiento fisiológico y nutricional del cultivo.
- Durante la fase de floración en desarrollo (109 días después de la siembra), se efectuó la quinta fumigación con Arpon, Cadillac, Dispher y Tacora, con el objetivo de proteger los órganos reproductivos del cultivo. Posteriormente, en la floración avanzada (116 días después de la siembra), se realizó la sexta fumigación con Econatur, Soft Grow, Karate Zeon y Arpon, manteniendo la sanidad del cultivo hasta el final del periodo evaluado.
- En conjunto, el esquema de fumigaciones aplicado por fases fenológicas permitió mantener condiciones sanitarias adecuadas durante todo el periodo evaluado, sin generar efectos diferenciales entre tratamientos.

9. Análisis y discusión de resultados

9.1 PORCENTAJE DE GERMINACION

Esta variable se la registro a los 39 días de la siembra se contabilizo las plantas germinadas vs las semillas sembradas

Tabla 11 Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 39 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	605,45	2	302,73	1,62	0,2337
TRATAMIENTOS	521,86	7	74,55	0,37	0,9070
FACTOR_A	18,48	1	18,48	0,10	0,7581ns
FACTOR_B	149,80	3	49,93	0,27	0,8484ns
FACTOR_A*FACTOR_B	353,58	3	117,86	0,63	0,6082ns
Error	2623,37	14	187,38		
Total	3750,68	23			
CV	25,95				

De acuerdo con la tabla de el porcentaje germinación a los 39 días no mostró diferencias estadísticamente significativas en tratamientos Factor A ($p=0,7581$), Factor B ($p=0,8484$) ni para su interacción ($p=0,6082$), indicando que los tratamientos no influyeron sobre esta variable. El coeficiente de variación (25,95 %) refleja una variabilidad moderada, aceptable para una variable biológica como la germinación.

Este coeficiente de variación puede considerarse moderado y aceptable para variables de establecimiento del cultivo, ya que en condiciones de campo y especialmente en zonas altoandinas como Cotopaxi (2948 msnm), la germinación suele estar influenciada por micro variaciones edáficas y climáticas que afectan la uniformidad de la emergencia. Este comportamiento coincide con lo señalado por investigaciones agronómicas recientes, donde se indica que el chocho presenta una germinación relativamente estable cuando se utiliza semilla certificada y adecuada humedad del suelo, mostrando además una limitada respuesta a la fertilización orgánica en etapas iniciales. Lo anterior se explica porque, en climas fríos de altura, la mineralización de los nutrientes orgánicos es más lenta, lo que retrasa su disponibilidad para la planta y reduce su efecto inmediato sobre la emergencia, reflejándose así en una variabilidad moderada propia de sistemas productivos andinos. (Simbaña, 2023)

En este contexto, los resultados obtenidos son coherentes que los abonos orgánicos compostados funcionan principalmente como enmiendas de liberación gradual, cuyo efecto agronómico se manifiesta con mayor énfasis en variables de crecimiento y rendimiento antes que en la germinación. En consecuencia, la similitud en la emergencia entre tratamientos puede atribuirse a las condiciones ambientales relativamente homogéneas registradas durante el ensayo, tales como temperatura, humedad y pH estables, así como al manejo experimental bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), lo que redujo la variabilidad experimental y permitió inferir que la germinación estuvo más influenciada por factores fisiológicos de la semilla y condiciones ambientales que por las dosis de abonadura orgánica aplicadas. (Oñate, 2023)

9.2 ALTURA DE LA PLANTA

Esta variable se la registro a los 45, 74, 103 y 135 días posteriores de la siembra se midió las alturas de 16 plantas de la parcela neta de cada tratamiento.

Tabla 12 Análisis de varianza en la altura de las plantas a los 45, 74, 103 y 139 días

		45 días	74 días	103 días	139 días
F.V.	gl	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
REPETICIONES	2	0,4593	0,5946	0,6219	0,6337
TRATAMIENTOS	7	0,6314	0,5081	0,3989	0,8025
FACTOR_A	1	0,4743ns	0,7527ns	0,9803ns	0,8961ns
FACTOR_B	3	0,5153ns	0,3537ns	0,2423ns	0,5991ns
FACTOR_A*FACTOR_B	3	0,5451ns	0,4890ns	0,4890ns	0,6914ns
Error	14				
Total	23				
CV		23,91	20,84	15,87	15,17

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 45, 74, 103 y 139 días no mostró diferencias significativas en tratamientos, Factor A, Factor B y su interacción el coeficiente de variación representativos fueron de 23,91; 20,84; 15,87 y 15,17 respectivamente.

Lo que indica que los niveles de abono orgánico aplicados no influyeron de manera determinante en el crecimiento vertical del cultivo. Este resultado es consistente con investigaciones realizadas en leguminosas del género **Lupinus**, donde se ha observado que la altura de planta está fuertemente determinada por factores genéticos y ambientales, particularmente temperatura, radiación y disponibilidad hídrica, más que por variaciones moderadas en la fertilización orgánica. En cultivos de *Lupinus mutabilis*, se ha reportado que la expresión del crecimiento vegetativo responde principalmente a condiciones agroecológicas y adaptación varietal, pudiendo alcanzar rangos amplios de altura sin que necesariamente exista relación directa con incrementos en fertilización. (Simionuc, 2021)

Desde el punto de vista fisiológico, la elongación del tallo en leguminosas depende del equilibrio hormonal (auxinas y giberelinas) y de la capacidad fotosintética de la planta, procesos que no siempre se ven significativamente modificados por la adición de materia orgánica cuando el suelo presenta niveles aceptables de fertilidad base. Estudios en lupino blanco (*Lupinus mutabilis*) han demostrado que la incorporación de enmiendas orgánicas puede mejorar características del suelo sin generar incrementos estadísticamente significativos en altura de planta bajo ciertas condiciones experimentales. Este comportamiento es comparable con los resultados obtenidos en la investigación, donde la altura mostró un patrón de crecimiento homogéneo entre tratamientos. (ResearchGate, 2024)

9.3 DIAMETRO

Esta variable se la registro a los 45, 74, 103 y 139 días de la siembra se midió el diámetros de las 16 plantas de la parcela neta.

Tabla 13 Análisis de varianza del diámetro del tallo de las plantas a los 45, 74, 103 y 139 días

		45 días	74 días	103 días	139 días
	gl	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
REPETICIONES	2	0,088	0,2915	0,0348	0,0015
TRATAMIENTOS	7	0,6619	0,3591	0,3989	0,9717
FACTOR_A	1	0,5020ns	0,1559ns	0,6139ns	0,3955ns
FACTOR_B	3	0,5706ns	0,361ns	0,5965ns	0,8277ns
FACTOR_A*FACTOR_B	3	0,1589ns	0,4181ns	0,4410ns	0,6011ns
Error	14				
Total	23				
CV		31,73	14,84	12,00	9,93

El análisis de la varianza para el diámetro del tallo de chocho a los 45, 74, 103 y 139 no mostró diferencias significativas en tratamientos, Factor A, Factor B y su interacción el coeficiente de variación representativos fue de 31,73; 19,84; 12,00 y 9,93 respectivamente

Esta reducción indica una mayor homogeneidad estructural del cultivo conforme avanza su desarrollo, comportamiento que coincide con estudios realizados en la Sierra centro del Ecuador, donde se reporta mayor dispersión del diámetro del tallo en fases tempranas y una posterior uniformidad en el crecimiento. Asimismo, investigaciones en Cotopaxi bajo esquemas de fertilización orgánica señalan que las diferencias en diámetro no siempre alcanzan significancia estadística cuando el suelo presenta adecuadas condiciones físicas y disponibilidad moderada de nutrientes, lo que favorece un crecimiento más equilibrado entre tratamientos; por tanto, la variabilidad observada en los primeros estadios no compromete necesariamente el desarrollo posterior del cultivo, sino que forma parte de su dinámica fisiológica inicial. (Simbaña, 2023)

Desde el punto de vista agronómico, el diámetro del tallo constituye un indicador indirecto del vigor estructural y de la capacidad de sostener estructuras reproductivas, influyendo en la tolerancia al acame y en la eficiencia de llenado de grano. Señala que variedades como INIAP 450 e INIAP 451 presentan un hábito de crecimiento erecto y buena tolerancia al volcamiento, por lo que incrementos sustanciales en diámetro solo se observan cuando existen deficiencias nutricionales marcadas o condiciones de estrés. En este estudio, la ausencia de diferencias significativas podría interpretarse como evidencia de que las dosis de Ecoabonaza aplicadas no generaron contrastes nutricionales suficientes para modificar estructuralmente el grosor del tallo. (INIAP, 2023)

9.4 NÓDULOS RADICULARES

Esta variable se la registro a los 139 días después de la siembra se contabilizo los nódulos radiculares formados en cada raíz.

Tabla 14 Análisis del conteo de los nódulos radiculares a los 139 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	1275,75	2	637,88	1,92	0,1830
TRATAMIENTOS	3211,29	7	458,76	1,24	0,3386
FACTOR_A	408,38	1	408,38	1,23	0,2860ns
FACTOR_B	1980,46	3	660,15	1,99	0,1619ns
FACTOR_A*FACTOR_B	822,46	3	274,15	0,83	0,5011ns
Error	4645,58	14	331,83		
Total	9132,63	23			
CV	41,28				

De acuerdo con la tabla 15 de nódulos radiculares a los 139 días el análisis de varianza evidenció que no existieron diferencias estadísticamente significativas en tratamientos, Factor A, Factor B ni en su interacción, con un coeficiente de variación de 41,28.

Desde el punto de vista fisiológico, el chocho (*Lupinus mutabilis*) presenta una elevada capacidad de asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, lo que le permite fijar nitrógeno atmosférico de manera eficiente incluso en suelos de baja fertilidad, disminuyendo su dependencia directa de fertilizantes orgánicos o químicos en etapas iniciales del cultivo. En este sentido, la ausencia de efecto significativo del Factor B (abonos) puede atribuirse a que la ecoabonaza actúa principalmente como mejorador de las propiedades físicas y biológicas del suelo a mediano plazo, más que como un insumo de respuesta inmediata, mientras que la nodulación está condicionada en mayor grado por la compatibilidad cepa-planta, la humedad, la aireación del suelo y la temperatura, factores que en condiciones altoandinas como las de Cotopaxi resultan determinantes para el desarrollo simbiótico y la dinámica del nitrógeno en el cultivo. (INIAP, 2023)

De igual manera, el coeficiente de variación de 41,28 % evidencia una elevada variabilidad biológica en el número de nódulos, situación habitual en estudios de nodulación en leguminosas, ya que las bacterias simbióticas no se distribuyen de forma uniforme en el suelo y su presencia depende de microambientes edáficos particulares. En este sentido, investigaciones microbiológicas en leguminosas andinas indican que la nodulación puede diferir notablemente entre plantas dentro de una misma parcela, debido a variaciones en la

rizosfera, la actividad microbiana y la disponibilidad de oxígeno del suelo. En consecuencia, los resultados del presente estudio se ajustan al comportamiento natural de la nodulación en sistemas agrícolas de altura, donde la heterogeneidad espacial del suelo tiene mayor influencia que la fertilización orgánica sobre el proceso de colonización simbiótica. (Hungria, 2018)

9.5 FLORACION

Esta variable se la registro a los 41 días donde, comenzó la floración

Tabla 15 Análisis del conteo de días a la floración.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	67,00	2	33,50	1,56	0,2449
TRATAMIENTOS	74,00	7	10,57	0,46	0,8494
FACTOR_A	4,17	1	4,17	0,19	0,6665ns
FACTOR_B	30,67	3	10,22	0,48	0,7044ns
FACTOR_A*FACTOR_B	39,17	3	13,06	0,61	0,6212ns
Error	301,00	14	21,50		
Total	442,00	23			
CV	16,27				

Los resultados del análisis de la floración del chocho indicaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos, Factor A, Factor B ni su interacción, lo que demuestra que los tratamientos evaluados no influyeron significativamente en la floración del cultivo entre los 41 días. El coeficiente de variación es de 16,27.

En las condiciones altoandinas del área de estudio, donde las temperaturas oscilaron entre 7 °C y 17 °C, se observó que el desarrollo fenológico del chocho se mantuvo estable y relativamente uniforme entre tratamientos, debido a la homogeneidad de las condiciones ambientales durante el ensayo. De acuerdo con estudios recientes en la región andina, el inicio de la floración está determinado principalmente por la adaptación genética del cultivo y la acumulación térmica, mientras que la fertilización orgánica tiende a influir más en fases posteriores como el envainamiento y el llenado de grano. En este sentido, la no significancia registrada en la presente investigación permite inferir que las condiciones climáticas uniformes y el manejo agronómico homogéneo favorecieron una floración similar entre los tratamientos evaluados. (Simbaña, 2023)

Asimismo, el coeficiente de variación de 16,27 % refleja una variabilidad baja y aceptable para una variable fenológica, lo que evidencia estabilidad experimental y precisión en la medición de la floración durante el ensayo. Diversos estudios en leguminosas andinas indican que valores de CV inferiores al 20 % en variables fenológicas representan una adecuada uniformidad del cultivo y una correcta ejecución del diseño experimental en condiciones de campo. En consecuencia, los resultados obtenidos permiten interpretar que la floración del chocho estuvo influenciada principalmente por las condiciones agroclimáticas locales del área de estudio, más que por las dosis de ecoabonaza aplicadas. (Santillan, Evaluación fenológica de cultivos andinos bajo condiciones de altura. Revista Andina de Producción Vegetal., 2021)

9.6 PROPAGACION DE RHIZOBIUM

Tabla 16 Conteo de colonias de rhizobium a los 138 días en suelo.

138 días

TRATAMIENTOS	SUELO
V1a1	2.3×10^3
V1a2	2.4×10^3
V1a3	1.7×10^3
V1a4	2.3×10^3
V2a1	7.2×10^3
V2a2	8.4×10^3
V2a3	6.0×10^2
V2a4	2.0×10^3

La variabilidad de tratamientos fue moderada ya que en el suelo las colonias fueron representativas en el tratamiento V2a2 (INIAP 450; 10 t/ha) con 8.4×10^3 contado de las colonias

Desde el punto de vista microbiológico, la mayor concentración de colonias en raíz en comparación con el suelo confirma la naturaleza rizosférica del género *Rhizobium*, el cual se multiplica preferentemente en la zona cercana a las raíces debido a la liberación de exudados radiculares que favorecen su proliferación y colonización simbiótica. Investigaciones recientes señalan que las leguminosas andinas como el chocho generan compuestos orgánicos en la

rizosfera que estimulan el crecimiento de bacterias fijadoras de nitrógeno, incrementando la densidad microbiana en raíz respecto al suelo circundante. (Martinez, 2017)

Tabla 17 *Conteo de colonias rhizobium a los 138 días en raíz.*

TRATAMIENTOS	RAIZ
V1a1	3.1×10^3
V1a2	1.7×10^3
V1a3	2.2×10^3
V1a4	1.9×10^3
V2a1	7.7×10^3
V2a2	5.5×10^3
V2a3	3.9×10^3
V2a4	8.4×10^3

La variabilidad de tratamientos fue moderada ya que en la raíz las colonias fueron representativas en el tratamiento V2a4 La variabilidad de tratamientos fue moderada ya que en el suelo las colonias fueron representativas en el tratamiento V2a4 (INIAP 450; 30 t/ha) con un valor de 8.4×10^3 contado de las colonias

Asimismo, la respuesta diferencial observada entre tratamientos puede explicarse por el efecto de la materia orgánica sobre la actividad microbiana del suelo. Estudios recientes demuestran que la aplicación de abonos orgánicos compostados incrementa la biomasa microbiana y la diversidad de bacterias benéficas, incluyendo rizobios, debido al aporte de carbono orgánico y mejora de la estructura del suelo. (Lopez, 2024)

9.7 TEMPERATURA

Esta variable se la registro cada semana previo a la siembra, se tomó el datos con ayuda de un medidor de temperatura

Tabla 18 Análisis de varianza temperatura

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,0045	2	0,0023	0,01	0,9852
TRATAMIENTOS	17,01	7	2,43	1,13	0,3911
FACTOR_A	0,02	1	0,02	0,14	0,7157ns
FACTOR_B	0,04	3	0,01	0,09	0,9629ns
FACTOR_A*FACTOR_B	0,43	3	0,14	0,95	0,4423ns
Error	2,13	14	0,15		
Total	2,63	23			
CV	2,58				

El análisis de varianza de la temperatura mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas en tratamientos, factores A y B, ni en su interacción. Esto indica que la temperatura se mantuvo homogénea durante todo el periodo durante la siembra. Los valores de p elevados evidencian que los tratamientos no influyeron sobre esta variable ambiental. Además, el coeficiente de variación de 2,58 % refleja baja variabilidad de los datos. En consecuencia, la temperatura no actuó como un factor de interferencia en el desarrollo del experimento.

Los valores medios registrados en el ensayo (aproximadamente entre 14,88 °C y 15,31 °C según tratamientos) se encuentran dentro del rango óptimo reportado para el cultivo de (*Lupinus mutabilis*), el cual se desarrolla adecuadamente en ambientes altoandinos con temperaturas medias entre 7 °C y 15 °C . (Lopez, 2023)

Asimismo, investigaciones realizadas en la Sierra central del Ecuador han reportado coeficientes de variación inferiores al 5 % en variables ambientales cuando los ensayos se desarrollan en un mismo periodo estacional, indicando condiciones climáticas uniformes. (Santillan, 2021)

9.8 HUMEDAD

Esta variable se la registro cada semana previo a la siembra, se tomó el dato con ayuda de un medidor de humedad.

Tabla 19 Análisis del porcentaje de humedad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICION	36,04	2	18,02	3,12	0,0757
TRATAMIENTOS	14,64	7	2,09	1,00	0,4656
FACTOR_A	0,36	1	0,36	0,06	0,8064ns
FACTOR_B	26,40	3	8,80	1,52	0,2518ns
FACTOR_A*FACTOR_B	17,70	3	5,90	1,02	0,4125ns
Error	80,83	14	5,77		
Total	161,34	23			
CV	6,52				

El análisis del porcentaje de humedad mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas en tratamientos para los factores A y B ni para su interacción. El efecto de bloque presentó una leve variación sin significancia estadística. El coeficiente de variación de 6,52 % indica una variabilidad aceptable de los datos.

Los valores registrados (promedios entre aproximadamente 33,59 % y 38,26 % según tratamientos) se encuentran dentro de rangos adecuados para el establecimiento del chocho en sistemas altoandino, *Lupinus mutabilis* se desarrolla favorablemente en suelos con humedad moderada y buen drenaje, evitando tanto el déficit hídrico severo como el encharcamiento. (INIAP, 2023)

Investigaciones realizadas en Cotopaxi por reportan que en suelos franco-arenosos con contenidos de humedad entre 30 % y 40 % no se registran diferencias marcadas en variables vegetativas cuando el manejo hídrico es uniforme. (Lopez, 2023)

9.9 POTENCIAL HIDROGENO

Esta variable se la registro cada semana previo a la siembra, se tomó el dato con ayuda de un medidor de PH

Tabla 20 Análisis de varianza del PH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICION	0,0046	2	0,0023	0,12	0,8886
TRATAMIENTOS	0,69	7	0,10	1,71	0,1757
FACTOR_A	0,0007	1	0,0007	0,04	0,8518ns
FACTOR_B	0,11	3	0,04	1,86	0,1827ns
FACTOR_A*FACTOR_B	0,05	3	0,02	0,79	0,5193ns
Error	0,27	14	0,02		
Total	0,43	23			
CV	2,06				

El análisis del pH indicó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, factores A y B, ni en su interacción. Esto evidencia que el pH se mantuvo estable durante el ciclo de cultivo. El bajo coeficiente de variación (2,06 %) confirma la homogeneidad y confiabilidad de los datos.

Los valores promedio registrados (entre 6,66 y 6,93 según tratamientos) se encuentran dentro del rango óptimo reportado para el cultivo de *Lupinus mutabilis* en la Sierra ecuatoriana. El chocho se adapta favorablemente a suelos con pH entre 5,5 y 7,0, siempre que exista buen drenaje y adecuada disponibilidad de materia orgánica. (INIAP, 2023)

9.10 Peso total de vainas

Tabla 21 Análisis de varianza del peso total de vainas Kg

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,18	2	0,09	0,15	0,8635
TRATAMIENTOS	13,97	7	2,00	3,74	0,0137*
FACTOR_A	0,31	1	0,31	0,57	0,4601ns
FACTOR_B	10,38	3	3,46	6,48	0,0045*
FACTOR_A*FACTOR_B	3,29	3	1,10	2,05	0,1473ns
Error	8,55	16	0,53		
Total	22,52	23			
CV	24,06				

El análisis de varianza del peso total de vainas muestra que el Factor B fue el único que influyó significativamente en la producción ($p = 0,0045$), lo que indica que sus tratamientos generaron diferencias reales en el rendimiento de vainas. En cambio, el Factor A ($p = 0,4601$) y la interacción $A \times B$ ($p = 0,1473$) no presentaron efectos significativos, evidenciando que no modificaron el peso de vainas de manera importante. Las repeticiones sí mostraron diferencias ($p = 0,0137$), lo que sugiere variabilidad del campo experimental. Además, el coeficiente de variación de 24,06 % refleja una variabilidad moderada propia de ensayos agrícolas, por lo que se concluye que el peso total de vainas estuvo determinado principalmente por el efecto del Factor B.

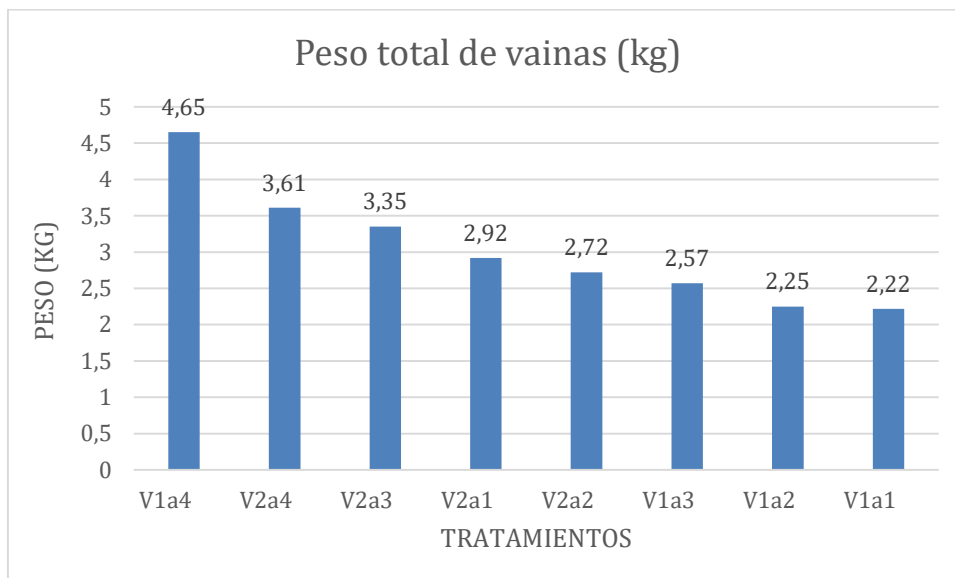
Tabla 22 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de las vainas en dosis de materia orgánica

Tratamientos	Medias
V1a4	4,13 A
V1a3	2,96 A
V1a1	2,57
V1a2	2,49

En la tabla 22 en el tratamiento (dosis de abonadura) se observa dos rangos de significación estadística, en el cual en la dosis a4 (30 ton/ha) tenemos el rango A con 4,13 kg/12m cuadrados y los rangos b lo comparten la dosis 3, 1 y 2 respectivamente.

Tabla 23 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de las vainas

Tratamientos	Medias		
V1a4	4,65	A	
V2a4	3,61	A	B
V2a3	3,35	A	B
V2a1	2,92	A	B
V2a2	2,72	A	B
V1a3	2,57	A	B
V1a2	2,25		B
V1a1	2,22		B



Grafica 1 Peso total de vainas en KG

La prueba de Tukey mostró que la dosis a4 (30 t/ha) obtuvo el mayor rendimiento con 4,13 kg/12 m², ubicándose en el grupo estadístico superior (A) y superando a las dosis menores (0, 10 y 20 t/ha), las cuales se mantuvieron en rangos inferiores. Este resultado se explica de forma lógica, ya que al aumentar la cantidad de materia orgánica se mejoran las condiciones del suelo,

como la retención de humedad, la disponibilidad progresiva de nutrientes y la actividad biológica, lo que favorece la formación de vainas en el cultivo. Además, en condiciones altoandinas, donde los suelos suelen ser pobres en materia orgánica y fertilidad, la aplicación de abonos orgánicos compostados contribuye de manera importante al desarrollo reproductivo del chocho y al incremento del rendimiento. (Lopez, 2024)

Asimismo, el coeficiente de variación de 24,06 % se puede considerar moderado y aceptable para variables de rendimiento en ensayos de campo, ya que en condiciones agrícolas reales existe heterogeneidad del suelo que genera variaciones naturales entre parcelas, lo cual también se relaciona con la significancia observada en las repeticiones. De manera general, en cultivos de leguminosas manejados con fertilización orgánica, el rendimiento en vainas suele responder más que las variables de crecimiento o fenológicas, debido a que los nutrientes del abono se liberan de forma gradual y coinciden con las etapas reproductivas del cultivo. En este sentido, los resultados del presente estudio indican que el efecto de la ecoabonaza se manifestó principalmente en la fase reproductiva, favoreciendo la formación y desarrollo de vainas en el cultivo de chocho bajo condiciones de campo. (Raizada, 2020)

9.11 Peso total de semillas

Tabla 24 Análisis de varianza de peso total de las semillas Kg

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
REPETICIONES	0,02	2	0,01	0,15	0,8637
TRATAMIENTOS	1,19	7	0,13	2,57	0,0549*
FACTOR_A	0,00034	1	0,00034	0,01	0,936ns
FACTOR_B	0,77	3	0,26	5,00	0,0145*
FACTOR_A*FACTOR_B	0,40	3	0,13	2,61	0,092ns
Error	0,72	14	0,05		
Total	1,90	23			
CV	26,36				

El análisis de varianza del peso total de semillas mostró que las repeticiones no influyeron significativamente ($p=0,8637$), evidenciando uniformidad en las condiciones experimentales.

Los tratamientos presentaron una tendencia a la significancia ($p=0,0549$), lo que indica un efecto parcial en el rendimiento. El Factor A no registró diferencias significativas ($p=0,936$), demostrando un comportamiento productivo similar entre materiales. En cambio, el Factor B fue significativo ($p=0,0145$), evidenciando que la fertilización influyó directamente en el peso de semillas. La interacción A×B no fue significativa ($p=0,092$) y el CV de 26,36 % sugiere variabilidad moderada atribuible a condiciones de campo.

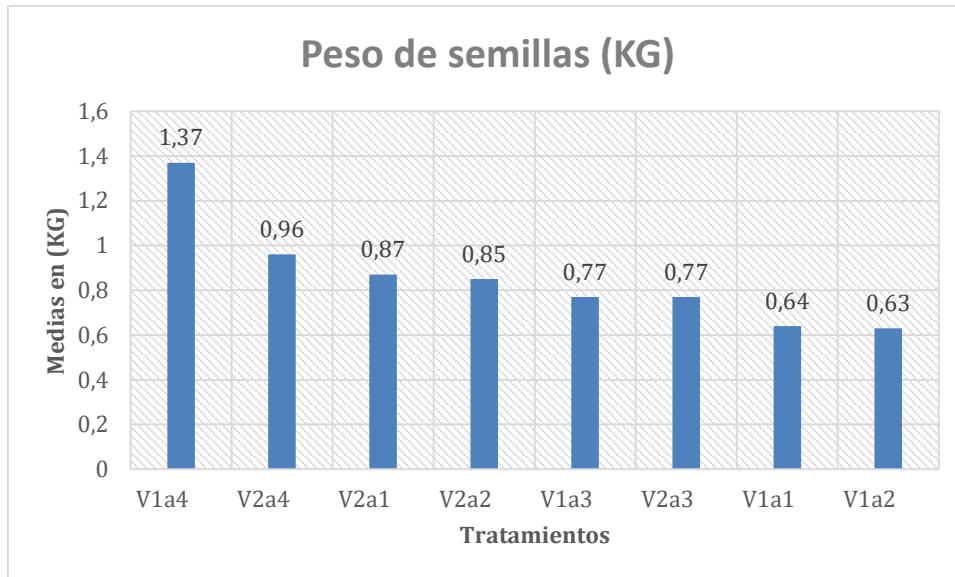
Tabla 25 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de semillas en dosis de materia orgánica

ABONADURA	Medias
V1a4	1,17 A
V1a3	0,77
V1a1	0,76
V1a2	0,74

En la tabla 25 en el factor b (dosis de abonadura orgánica) se observa dos rangos de significación estadística ,en el cual en la dosis 4 (30 ton/ha) tenemos el rango A con 1,17 kg/12m cuadrados y los rangos b lo comparten la dosis 3 1 2 respectivamente.

Tabla 26 Prueba de tukey al 0,05 % peso total de semillas

Tratamientos	Medias
V1a4	1,37 A
V2a4	0,96 A B
V2a1	0,87 A B
V2a2	0,85 A B
V1a3	0,77 A B
V2a3	0,77 A B
V1a1	0,64 B
V1a2	0,63 B



Grafica 2 Peso de semillas KG

La prueba de Tukey evidenció que la dosis a4 (30 t/ha) registró el mayor peso de semillas (1,17 kg/12 m²), ubicándose en el grupo estadístico superior (A) y superando a las dosis menores que se concentraron en el rango B. Este resultado puede explicarse porque el aumento de materia orgánica mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo y favorece una mejor absorción por parte de las raíces, lo que contribuye a una mayor acumulación de biomasa y un adecuado llenado de grano en leguminosas. En el cultivo de chocho, la etapa de llenado de grano requiere mayor disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, los cuales son liberados de forma gradual por los abonos orgánicos, lo que justifica el mayor peso de semillas observado en las dosis más altas de ecoabonaza. (Sanchez, 2021)

El coeficiente de variación de 26,36 % indica una variabilidad moderada, lo cual es común en variables de rendimiento evaluadas en condiciones de campo, donde influyen factores ambientales, del suelo y propios del cultivo. En sistemas agrícolas sostenibles, se ha observado que la aplicación de abonos orgánicos mejora la fertilidad del suelo y estimula la actividad microbiana, lo que contribuye a un mejor desarrollo del cultivo. En este sentido, el uso de materia orgánica favorece la producción de semillas con mayor peso y calidad, especialmente en cultivos andinos como el chocho, donde el rendimiento responde de manera positiva a la mejora de las condiciones del suelo. (FAO, 2021)

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

- Se concluye que la temperatura, humedad y pH no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo que no influyeron en el desarrollo del cultivo. La temperatura se mantuvo entre 14,88 y 15,31 °C, la humedad entre 33,59 y 38,26 % y el pH entre 6,66 y 6,93. Estos valores se encuentran dentro del rango óptimo para *Lupinus mutabilis*. En consecuencia, las condiciones ambientales fueron estables y adecuadas durante el ensayo. Por ello, los resultados obtenidos se deben principalmente al manejo agronómico y no a factores ambientales.
- Los resultados muestran que la ecoabonaza no produjo diferencias significativas en germinación, altura, diámetro, nodulación, ni floración, evidenciando un desarrollo similar del cultivo en todos los tratamientos. Se observó mayor presencia de *Rhizobium* en la variedad INIAP 450, alcanzando hasta $8,4 \times 10^3$ colonias en suelo y raíz. Esto indica que el abono orgánico influyó principalmente en la actividad biológica del suelo. En general, el cultivo presentó un comportamiento estable y homogéneo entre variedades y dosis aplicadas.
- Los resultados indican que el rendimiento del cultivo dependió principalmente de las dosis de abono orgánico (Factor B). La dosis a4 (30 t/ha) presentó los mayores rendimientos con 4,13 kg/12 m² en vainas y 1,17 kg/12 m² en semillas. En cambio, las variedades y la interacción A×B no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), evidenciando un comportamiento productivo similar. En general, la mayor producción y rentabilidad en grano verde se logró con la dosis alta de ecoabonaza..

10.2 Recomendaciones

- Se recomienda mantener condiciones ambientales similares a las del ensayo, con temperaturas entre 14,88 y 15,31 °C, humedad de 33,59 a 38,26 % y pH de 6,66 a 6,93, por ser adecuadas para *Lupinus mutabilis*. También es importante realizar los ensayos en zonas con estabilidad climática para obtener resultados confiables. Se sugiere priorizar la selección de variedades según su comportamiento agronómico y no por cambios ambientales. Además, se debe continuar el monitoreo de temperatura, humedad y pH durante todo el ciclo del cultivo. Esto permitirá una mejor evaluación de la adaptación del chocho en condiciones altoandinas.
- Es conveniente seguir utilizando la ecoabonaza como enmienda orgánica, debido a que favorece principalmente la actividad microbiológica del suelo y no generó diferencias significativas en germinación, altura, diámetro, nodulación y floración ($p > 0,05$). Se recomienda acompañar su aplicación con un adecuado manejo del suelo para mejorar la disponibilidad gradual de nutrientes. Asimismo, la variedad INIAP 450 puede considerarse favorable por presentar mayor propagación de *Rhizobium* (hasta $8,4 \times 10^3$ colonias). También se sugiere realizar evaluaciones a largo plazo para evidenciar mejor los efectos de la materia orgánica en el rendimiento. De esta manera se fortalece el manejo sostenible del cultivo de chocho.
- Se recomienda usar 30 t/ha de ecoabonaza, porque dio mayor rendimiento en vainas 4,13 kg/12 m² y semillas 1,17 kg/12 m².

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre. (abril de 2024). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/380211686_Efecto_de_biofertilizantes_en_el_recuento_de_rizobios_e_indicadores_morfologicos_del_frijol_ejotero_Phaseolus_vulgaris_L_en_Ecuador
- ALFA. (20 de Mayo de 2023). *Revista de investigacion en ciencias agronomicas y veterinarias*. Obtenido de https://repositorio.cidecuador.org/jspui/bitstream/123456789/2758/2/Articulo_2_Alfa_N20V7.html?utm_source=chatgpt.com
- Álzate, S. (2023). *Estudio comparativo de nuevas tecnologías en el cultivo del maíz (Zea mays)*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/0007dd51-b502-493a-83fd-9098e735921b/content>
- Brady, N. (2017). *he Nature and Properties of Soils*. Obtenido de Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson.
- Bravo. (2025). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/394688093_Evaluacion_de_las_caracteristicas_de_la_calidad_del_aceite_de_chocho_Lupinus_mutabilis_sweet_obtenido_por_dos_metodos_de_extraccion
- Bravo, J., Cerda, E., Villacrés, C., & Grandes, L. (2025). *Evaluación de las características de la calidad del aceite de chocho (Lupinus mutabilis sweet) obtenido por dos métodos de extracción*. Asce Magazine.
- Buenrostro. (2023). (46). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v46n3/0187-7380-rfm-46-03-245.pdf>
- Caisaguano. (2022). *Caisaguano, L. (2022). Nodulación y fijación biológica de nitrógeno en chocho (Lupinus mutabilis) bajo manejo orgánico. Universidad Técnica de Cotopaxi.*
- Caisaguano. (2022). *Respuesta fenológica del chocho (Lupinus mutabilis) bajo manejo nutricional orgánico. Universidad Técnica de Cotopaxi.*
- Caisaguano, N. (2021). *Evaluación del comportamiento de Cosecha y poscosecha de dos ecotipos de choco nativo y peruano a diferentes índices de cosecha en la provincia de Cotopaxi*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2b20d9b9-d55d-43f6-a5a0-e07bb04c69fc/content>
- Cámara de Comercio Quito. (2024). PRONACA convierte más de 60,000 toneladas de residuos en oportunidades sostenibles. Obtenido de <https://ccq.ec/pronaca-convierte-mas-de-60000-toneladas-de-residuos-en-oportunidades-sostenibles/>
- Casa, J. (2024). *Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de triticale (x triticosecale wittmack) del iniap bajo las condiciones agronómicas del campus salache utc 2023 – 2024*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/43531857-bbb9-4dfd-a940-8a99449802e9>

- Chauca, S., & Oñate, J. (2023). *Estado del arte de la oferta y disponibilidad de los insumos agropecuarios alternativos*. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/42fc359f-694c-41fb-8879-26762d4d7d6d/content>
- Chicaiza, G. (febrero de 2025). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/30e03199-697b-4d83-b1d6-3a250b7e85dd>
- Chicaiza, G. (2025). "Evaluación De Líneas Promisoras De Chocho F6 Y F7 (*Lupinus Mutabilis*) Iniap En La Localidad De Salache, Cotopaxi". Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/30e03199-697b-4d83-b1d6-3a250b7e85dd/content>
- Choloquina. (2022). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/dfce4848-546c-4b42-8151-4932c2cd84dd>
- Choloquina. (marzo de 2022). *Descripción de las fases fenológicas desde floración hasta cosecha del cultivo de Lupino (*Lupinus mutabilis*, Sweet), de las variedades INIAP-451 (Guaranguito), INIAP-450 (Andino) y su tiempo fisiológico. Salache – Cotopaxi 2021-2022*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/dfce4848-546c-4b42-8151-4932c2cd84dd>
- Choloquina. (Agosto de 2023). Obtenido de <https://files01.core.ac.uk/download/588350877.pdf>
- Corteva. (2023). *Dithane F-MB Función Agrícola Suspensión concentrada*. Obtenido de <https://www.corteva.ec/content/dam/dpagco/corteva/la/mesoandean/ec/files/etiquetas-web-2022/DITHANE%20F%20MB%20-%20ECUADOR%20-%20ETIQUETA%20WEB%20-%20ENE%2013%202021.pdf>
- Crespo. (2026).
- Crespo. (2026).
- Crespo. (2026).
- ECHO. (02 de Octubre de 2023). *ECHO comunity*. Obtenido de https://www.echocommunity.org/es/resources/ce935a6b-32ed-4d0b-baf5-5411b3a7d600?utm_source=chatgpt.com
- Empuño, D. (2024). *Evaluación organoléptica y bromatológica de una galleta a base de harina de chocho, quinua y semillas de zapallo*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/EMPU%C3%91O%20CHOCHO%20DENNIS%20ARIEL.pdf>
- FAO. (2013). *Manual de Compostaje del agricultor*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf?utm>
- FAO. (2021).
- FAO. (09 de febrero de 2022). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/en/>
- FAO. (23 de marzo de 2023). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/scpi-home/framework/en/>
- FAO. (2025). *Propiedades Físicas del Suelo*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es>

- FRONTIERS. (2024). Simbiosis planta-rizobio y fijación de nitrógeno en leguminosas. *Interacciones Simbióticas de las Plantas*.
- GAD Aláquez. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aláquez.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2020/08/PDYOTALAQUEZ2020.pdf?utm
- Garófol. (2023). Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/51b6653c-ebbf-4da4-a58e-0bd865a9f443/content>
- Gavilanez, M. (2025). *Aplicación De Tres Abonos Orgánicos En La Producción De Col China (Brassica Rapa Subsp. Campestris)*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c0c1b12b-91f5-40b1-8631-aa7c8371ba99/content>
- González, I., Murgueito, E., & Falconi, C. (2025). Análisis de la variabilidad espectral de *Lupinus mutabilis* dulce bajo la aplicación de nanofertilizantes y quelatos mediante espectroscopia e imágenes multiespectrales de vehículos aéreos no tripulados (UAV). Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/15/2/469>
- Guanoluisa, G. (2022). *Caracterización socio económica y productiva de la parroquia rural Aláquez, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/4056dd6b-f36e-414e-a70d-fbcc7b5160b0>
- Gutierrez, Y. (2024). *Caraterización y selección para tamaño de grano 79 líneas de tarwi, bajo condiciones del centro agronómico kayra - Cusco*. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8994/253T20240461_TC.pdf;jsessionid=B2800897F692F5E1632CA5C2E0049B75
- Guzman. (2015). Obtenido de https://es.scribd.com/document/553856148/Cultivo-de-chocho-manual?utm_source
- Hadi. (2023). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <https://centrohumanista.edu.mx/biblioteca/files/original/7f1df0252001865a5476d9e3ec6f65b9.pdf>
- Hatfield. (25 de enero de 2022). *gracia cochrane*. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agj2.21010>
- Hinojosa. (2024). *Proyecto Tesis Guía práctica para Investigación Cuantitativa*. Obtenido de <https://downloads.editorcientifica.com.br/books/978-65-5360-556-5.pdf>
- Huaranga Amelia. (2023).
- Hungria. (23 de Abril de 2018).
- INEC. (2023). *Boletín Técnico Módulo de Información Agroambiental y Tecnificación*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC/2023/DOC_TEC_MOD_AMB_ESPAC_2023_04.pdf
- INIAP. (12 de Junio de 2023). Obtenido de El cultivo de chocho *Lupinus mutabilis* Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador

- INIAP. (septiembre de 2023). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de chocho*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/641a369b-ea7e-4131-be4a-361482278437>
- INIAP. (2023). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). Manual técnico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la Sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2023). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). Manual técnico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la Sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2023). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). Manual técnico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la Sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2023). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). Tecnologías y manejo agronómico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la Sierra ecuatoriana*. INIAP.
- INIAP. (2023). *Material de Siembra 450 Andino*. Obtenido de <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/iniap450.pdf>
- INIAP. (2024). *Estación experimental Santa Catalina*. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2025/08/1.-Inform-Preliminar-RCESC-2024.pdf>
- INIAP. (2025). *Manejo de Insectos Plaga y Enfermedades*. Obtenido de <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/7insectos-2.pdf>
- INIAP, 2023. (s.f.). *INIAP 451 Guaranguito*. Obtenido de Material de siembra: <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/iniap451.pdf>
- INPULSE. (2023). *Protocolo de Leguminosas para grano*. Obtenido de https://goinpulse.com/wp-content/uploads/2023/03/Protocolo-evaluacion-leguminosas-INPULSE-vdef.pdf?utm_source
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2023). *Chocho*. Obtenido de https://tecnologia.iniap.gob.ec/chocho/?utm_source
- Jácome, J. (2024). *Fertilización orgánica del pasto Mombasa (Megathyrsus maximus) bajo sombra de naranja (Citrus sinensis)*. Obtenido de <https://www.editorialgrupo-aea.com/index.php/EditorialGrupoAEA/catalog/download/72/176/323?inline=1>
- Jie, W., Wei, S., Li, X., & Duan, J. (2025). Efectos de la sustitución de fertilizantes químicos por fertilizantes orgánicos sobre la mineralización de carbono orgánico y las fracciones de carbono activo en el suelo de arroz amarillo de la provincia de Guizhou. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0323801&utm>
- Lopez. (2023). *INIAP*.
- Lopez. (2023). *López, G. (2023). Evaluación del manejo agronómico del chocho en condiciones altoandinas de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Lopez. (2023). *López, G. (2023). Manejo agronómico del chocho en condiciones altoandinas de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Lopez. (20 de Enero de 2024). Obtenido de Lopes, M. J. S., et al. (2022). Organic fertilization effects on soil microbial biomass and rhizosphere activity. *Applied Soil Ecology*.
- MAG. (2021). *Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021). Manual técnico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Gobierno del Ecuador.

- Maria. (2024). The Journal of Soil Science and Plant Nutrition is an international, peer reviewed journal devoted to publishing original research findings in the areas of soil science, plant nutrition, agriculture, and environmental science. *springer nature link*.
- Martinez. (27 de Junio de 2017). Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PBIOMES-12-16-0019-RVW>
- Martínez. (2022). *Compostaje para la reducción de excretas de aves (Gallus gallus domesticus)*. Obtenido de https://www.mag.go.cr/rev_meso/v33n01_44815.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Martinez, L. E. (2024). Crecimiento y Eficiencia en el Uso de Nutrientes de Plantas de Pinus cooperi C. E. Blanco Producidas en Vivero con un Fertilizante de Liberación Controlada. *SciELO*.
- MDPI. (2022). Morphology, Heterosis, and Fertility of Novel CMS-Based Solanum melongena × S. aethiopicum Hybrids. *MDPI*.
- MDPI. (19 de Julio de 2023). *Analisis de rasgos complejos y seleccion molecular en cultivos anuales*. Obtenido de https://www.mdpi.com/2073-4395/13/8/2064?utm_source=chatgpt.com
- Megagro. (2019). *Eco Abonanza*. Obtenido de <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/?utm>
- Merizalde. (2023).
- Mina. (2022).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Manual Técnico Para El Registro Y Control De Fertilizantes, Enmiendas De Suelo Y Productos Afines De Uso Agrícola*. Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Resolucion-218-manual_tecnico_para_el_registro_y_control_de_fertilizantes_aprobado.pdf-edicion-7.pdf?utm
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2025). *Política Pública de Estado "Manos para el campo" 2025 - 2030*. Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/05/Poli%CC%81tica-Pu%CC%81blica-Agropecuaria-2025-2034_MANOS-PARA-EL-CAMPO3.pdf?utm
- Miño, O., López, G., Valencia, D., & Yupa, D. (2023). *Polinizadores del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en sistemas de producción orgánica y convencional*. Obtenido de <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/271>
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Obtenido de Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos: https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf?utm
- Mujica, A., Romero, M., Arcos, J., Moscoso, G., Ucharico, A., & Luna, J. (2024). Rendimiento de grano, contenido de proteína, aceite y período vegetativo de cultivares nacionales de tarwi (Lupinus mutabilis sweet) en puno, Perú. *Revista de Gestión Social e Ambiental*.
- Muñoz. (2022). Densidad de siembra de cuatro variedades de jamaica para el trópico seco del estado de Michoacán. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3178>
- Nárvaez, M. (2021). *Evaluación De Seis Densidades De Siembra Y Su Productividad En El Cultivo De Chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) En La Parroquia Chugchilán, Cantón Sigchos, Provincia Cotopaxi 2020*. Obtenido de

<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f8ff4ad6-93ed-4fe3-afb2-9adceeff06bb/content>

- Neobiota. (2022). Fenología y morfología de la leguminosa invasora *Lupinus polyphyllus* a lo largo de un gradiente latitudinal en Europa. *Neobiota*.
- Oñate. (20 de Agosto de 2023).
- Orrego. (2023). *Evaluación de gallinaza a granel en dos diferentes texturas de suelo sobre el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.)*. Obtenido de <file:///C:/Users/aremi/Downloads/5797-Texto%20del%20art%C3%ADculo-22924-1-10-20230509.pdf>
- OXFORD. (2024). Nodulación de otra manera: ¿qué podemos aprender de la nodulación en la base de las raíces laterales de las leguminosas? *Oxford academic*.
- Padilla, G. (2023). *Influencia De La Variación Climática, En Relación Con Los Recursos Productivos En Dos Comunidades De La Parroquia Cusubamba, Provincia De Cotopaxi*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d312e827-9b4f-4b95-8cc3-03594504b867/content>
- Parra. (2021). *arra, G. (2021). Evaluación agronómica del cultivo de chocho bajo diferentes niveles de fertilización orgánica en Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi.*
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., & Rodríguez, D. (2024). *Chocho, quinua, amaranto y ataco*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/fc16b9fb-e629-41ec-ad53-acd2c307fee6/content?utm>
- Qualitas. (11 de mayo de 2022). *Qualitas revista científica*. Obtenido de https://revistas.unibe.edu.ec/index.php/qualitas/article/download/149/271?inline=1&utm_source=chatgpt.com
- Quispe, N. (2020). *“Modelo De Nicho Ecológico Para Predecir La Distribución Potencial De Antracnosis (Colletotrichum Acutatum) En El Cultivo De Chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) Ecuador, Periodo 2019- 2020”*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8d75c3e3-a8ac-44ad-a682-d7a9f4eea1c2/content>
- Raizada. (2020).
- ResearchGate. (2024). *ResearchGate. (2024). Response of soil growth and biomass properties of lupin (Lupinus albus) to organic amendments.*
- Salehi , A., Surböck , A., Gollner, G., Eitzinger, J., Friedel, J., Wohlmuth, M.-L., & Freyer, B. (2025). Los efectos de los sistemas de fertilización orgánica sobre el rendimiento y la variabilidad del rendimiento de la alfalfa y los cultivos comerciales: perspectivas de un experimento de campo de 10 años en Austria. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030125001583?utm>
- Sanchez. (2021). Obtenido de Sánchez-Cañizares, C., et al. (2021). Nitrogen fixation and yield improvement in legume systems. *Frontiers in Microbiology*.
- Santillan. (2021). Obtenido de <https://repoadmin.utc.edu.ec/items/6bd876dd-5287-4ac0-a32c-514c2e6aacf5/full>

- Santillan. (13 de Abril de 2021). *Evaluación fenológica de cultivos andinos bajo condiciones de altura*. *Revista Andina de Producción Vegetal*.
- Santillan. (2021). *Santillán, J. (2021). Evaluación fenológica del chocho en el Campus CEASA – Latacunga*. *Universidad Técnica de Cotopaxi*.
- Scientific. (2025). *Diseción molecular de la arquitectura genética de la fenología subyacente a la floración temprana de Lupinus hispanicus y su adaptación a la siembra de invierno o primavera*. *Scientific reports*.
- Simbaña. (17 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74e29791-e4ab-40c4-8b17-8492afa4a235/content>
- Simbaña. (Agosto de 2023). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74e29791-e4ab-40c4-8b17-8492afa4a235/content>
- Simionuc. (2021). *Simioniu, D. P., et al. (2021). Growth and adaptation of Lupinus mutabilis under different environmental conditions*. *Agriculture*, 11(2), 155.
- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas . (2023). *Delia platura*. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/delia-platura>
- Suarez, D. (2021). *Matriz de Productos Fertilizantes*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Torres, K. (2021). *Caracterización Fisiológica de Variedades de Chocho por los Métodos Tradicional y Visión Artificial*. Obtenido de https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13542/1/UDLA-EC-TIAG-2021-01.pdf?utm_source
- Universidad del Azuay. (2023). *Facultad de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12640/1/18167.pdf?utm_source=chatgpt.com
- UTEQ. (24 de enero de 2020). *repositorio uteq*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/>
- Valdizán, J. (2025). *Tarwi Historia de un grano andino*. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cb9b2907-4ce3-4dff-b712-786880baa2f9/content>
- Valencia, A., Ortiz, G., Tapia, D., Chicaiza, M., Verdejo, J., & Montero Reyes, Y. (2024). *Mejoramiento del suelo mediante abonos orgánicos* .
- Valencia, D. (2025). *Efecto del Manejo Agroecológico del cultivo de Chocho, sobre la Mosca de la Semilla, en la Comunidad de San Agustín, Cotopaxi, Ecuador*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/30042/1/MSQ977.pdf?utm>
- Valencia, D. (2025). *Efecto del manejo agroecológico del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis) sobre la mosca de la semilla (Delia platura) en la comunidad de San Agustín, Cotopaxi, Ecuador*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/30042>
- Vera, S. (2024). *Estudio de intercambio de macro, micronutrientes y metales pesados en el chocho (Lupinus)*. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/522013ca-e2c0-402d-aec8-15550572660c>

- Vizcaino. (2023). *Metodología de la investigación científica: guía práctica*. Obtenido de <file:///C:/Users/aremi/Downloads/7658-Texto%20del%20art%C3%ADculo-33560-1-10-20230927.pdf>
- Xing , Y., Xie , Y., & Wang, X. (2025). Mejorar la salud del suelo mediante una fertilización equilibrada: un camino hacia la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12067421/?utm>.
- Xu, J., Li, Y., & Li, L. (2025). Una revisión exhaustiva de los efectos de las enmiendas orgánicas en la salud y la fertilidad del suelo: mecanismos, emisiones de gases de efecto invernadero e implicaciones para la agricultura sostenible. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/15/12/2705?utm>
- Yanchaliquin. (2025). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9126bc48-6c19-482b-83ca-46a54e6358b7/content>
- Yanchaliquin, J. (2025). Obtenido de Evaluación De Las Estrategias Mip En El Cultivo De Chocho (Lupinus Mutabilis Sweet), En La Parroquia Chugchilán, Cantón Sigchos, Cotopaxi, 2024": <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9126bc48-6c19-482b-83ca-46a54e6358b7/content>
- Zambrano, T., Menéndez, J., Mendieta, J., Andrade, J., & Zamora, P. (2025). *Evaluación del efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (Oriza sativa L)*. Obtenido de <https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/RENPYS/article/view/999?utm>
- Zhang, S., Wang, M., Zheng, J., & Luo, Z. (2025). A global dataset of soil organic carbon mineralization under various. *Data Science*. Obtenido de <https://essd.copernicus.org/preprints/essd-2025-434/essd-2025-434.pdf>