



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE AGRONOMÍA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y  
LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO  
SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agrónoma

**Autora:**

Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania

**Tutora:**

López Castillo Guadalupe de las Mercedes

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2026**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania, con cédula de ciudadanía No.0550652515, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación:

**“EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”**, 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, 19 de febrero del 2026

Deisy Esthefania Salazar Guanoluisa

C.C: 0550652515

**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SALAZAR GUANOLUISA DEISY ESTHEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550652515** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025**”, 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

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025**”

**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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 28 días del mes de enero del 2026.

Deisy Esthefania Salazar Guanoluisa

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”**, de Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania, 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, 19 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, la postulante: Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”**, 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, 19 de febrero del 2026

Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, M.Sc

C.C: 050160440-9

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

C.C: 100274980-0

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Ing. Tapia Borja Alexandra  
Isabel, Mg.

CC: 050266175-4

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco profundamente a Dios por la salud y la vida, por darme fortaleza en los momentos de cansancio, paciencia en los días difíciles y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi vida.*

*Expreso mi gratitud a todas las personas que me han apoyado en este proceso de diferentes maneras, a mis queridos padres, por su amor infinito, por su apoyo incondicional, a mis hermanas, y hermanos por sus palabras de ánimo y por siempre estar a mi lado, a mi pareja sentimental por su compañía, paciencia y apoyo constante durante este camino.*

*A mi tutora Ing. Guadalupe López, por su orientación, exigencia y acompañamiento académico, a mis lectores, Ing. Alexandra Tapia, Ing. Diana Toapanta, Ing. Guido Yauli, gracias por compartir sus conocimientos que fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.*

*Mi agradecimiento a la Ing. Vicky López por su apoyo y colaboración, de igual manera, al Ing. Marco Rivera, por su disposición, apoyo en este proceso.*

*A Pamela y Fernanda gracias por su amistad, por cada palabra de aliento, cada consejo y cada abrazo en los momentos difíciles. Su compañía fue un apoyo invaluable en este camino.*

***Deisy Esthefania Salazar Guanoluisa***

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta investigación con profundo amor, gratitud y cariño a mi querido padre, Edgar Salazar y a mi querida madre Olga Guanoluisa quienes con su esfuerzo y confianza hicieron posible este sueño, gracias por creer en mí y por ser siempre mi mayor fortaleza, este logro es el reflejo de su amor y sacrificio.*

*A mi pareja Carlos Naula por su compañía sincera, su paciencia y por estar a mi lado durante este camino fue parte importante. A su familia gracias por su comprensión.*

*A mis hermanas, Fernanda, Yajaira, y hermanos Edgar, Oscar a mis sobrinos Alexander, Elian, por su cariño y por alegrar cada paso de mi vida.*

*A mi amiga Pamela por su amistad verdadera, por escucharme, animarme y estar presente en cada momento.*

*Este logro es también de ustedes, porque sin su amor y confianza nada de esto habría sido posible infinitas gracias.*

***Deisy Esthefania Salazar Guanoluisa***

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”.**

**Autora:**

Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania

#### **RESUMEN.**

Las semillas constituyen la base de la agricultura y de la seguridad alimentaria, por lo que esta investigación evaluó la calidad real de las semillas que conservan y utilizan los agricultores en la zona andina. Se planteó analizar la morfología y describir la fisiología de semillas de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025 del Proyecto Sustento Andino, con el fin de identificar su condición y orientar mejores prácticas de conservación. Se trabajó con 72 líneas de semillas (gramíneas y leguminosas), recolectadas, codificadas y clasificadas por especie, aplicando pruebas de viabilidad y vigor como germinación estándar, conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado, prueba de frío, tetrazolio, contenido de humedad, la prueba de índice de velocidad en campo, bajo condiciones de laboratorio y campo. Los resultados mostraron alta variabilidad fisiológica y confirmaron que la calidad de una semilla no debe evaluarse solo por germinación en laboratorio, ya que algunas líneas aunque viables presentaron bajo vigor, mayor liberación de solutos (conductividad alta) y menor tolerancia al estrés, lo que aumenta el riesgo de fallas de emergencia en campo, en cambio, las semillas con menor conductividad y mayor estabilidad frente al envejecimiento acelerado reflejaron mejor integridad de membranas y mayor potencial productivo. En conclusión, la evaluación permitió identificar 14 líneas, dos de gramíneas con él MCH-001 Y MCH002 con el (90% a 100% de germinación y 15 a 22  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  en conductividad eléctrica, destacaron por su alto desempeño fisiológico. Doce líneas de leguminosas, A002, A012, A0020, A-0025, A010, A-0016, A0015, A0027, A-0022, A018 y CH001, CH002 (90% a 100% en germinación y 6 a 18  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  en conductividad eléctrica) mostraron mayor viabilidad, vigor y estabilidad fisiológica. Por lo tanto, se consideran aptas para la siembra y para los procesos de conservación de semillas nativas. Para ello es de conocer la calidad fisiológica de las semillas nativas conservadas por los agricultores para generar información técnica que mejore su manejo y almacenamiento, asegurando así la base de la producción agrícola y la preservación de la agrobiodiversidad andina.

**Palabras clave:** semillas, viabilidad, vigor, preservación.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE: “AGRO-MORPHOLOGICAL EVALUATION OF GRASSES AND LEGUMES FROM THE 2025 COLLECTION OF THE SUSTENTO ANDINO PROJECT. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”**

**Author:**

Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania

## ABSTRACT

Seeds constitute the foundation of agriculture and food security; therefore, this research evaluated the actual quality of the seeds conserved and used by farmers in the Andean region. The study aimed to analyze the morphology and describe the physiology of grass and legume seeds from the 2025 collection of the Sustento Andino Project in order to determine their condition and guide improved conservation practices. A total of 72 seed lines (grasses and legumes) were collected, coded, and classified by species. Viability and vigor tests were conducted under laboratory and field conditions, including standard germination, electrical conductivity, accelerated aging, cold test, tetrazolium test, moisture content determination, and the field emergence speed index test. The results revealed high physiological variability and confirmed that seed quality should not be evaluated solely based on laboratory germination. Although some lines were viable, they showed low vigor, greater solute leakage (high electrical conductivity), and lower tolerance to stress, increasing the risk of poor field emergence. In contrast, seeds with lower conductivity and greater stability under accelerated aging demonstrated better membrane integrity and higher productive potential. In conclusion, the evaluation identified 14 outstanding lines. Two grass lines, MCH-001 and MCH-002 (90–100% germination and 15–22  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  electrical conductivity), stood out for their high physiological performance. Twelve legume lines—A002, A012, A0020, A-0025, A010, A-0016, A0015, A0027, A-0022, A018, CH001, and CH002 (90–100% germination and 6–18  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  electrical conductivity) showed greater viability, vigor, and physiological stability. Therefore, these lines are considered suitable for sowing and for native seed conservation processes. Understanding the physiological quality of native seeds conserved by farmers is essential to generate technical information that improves their management and storage, thereby ensuring the foundation of agricultural production and the preservation of Andean agrobiodiversity.

**Keywords:** seeds, viability, vigor, preservation.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xxi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xxii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xxiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
3.1 Beneficiarios directos. ....	2
3.2 Beneficiarios indirectos. ....	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: .....	3
5.OBJETIVOS:.....	3
5.1General.....	3
5.2Específicos.....	3
6.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
7.2. Calidad de semillas.....	5
7.2.1 Calidad Genética.....	5
7.2.2 Calidad física.....	6

7.2.3 Calidad Fisiológica .....	6
7.3 Tipo de semilla y su diversidad .....	6
7.3.1 Semillas comerciales o certificadas .....	6
7.3.2 Semillas locales .....	6
7.4. Clasificación de semillas y su anatomía .....	7
7.4.1 Semilla de Gramíneas .....	7
Definiciones de la semilla: .....	7
Partes externas: .....	7
Cubierta del grano: .....	8
7.4. Semillas de leguminosas .....	9
Definiciones de la semilla .....	10
Partes externas .....	10
Partes internas embrión: .....	10
Partes generales: .....	10
Tejidos de reserva: .....	10
Embrión y sus partes: .....	11
Estructuras de conexión .....	11
7.4.1 Germinación .....	12
7.4.2 Variabilidad .....	12
7.5.3 Viabilidad .....	12
7.5.4 Poder germinativo .....	12
7.5.6 Vigor .....	12
7.5.7 Calidad Sanitaria .....	13
7.5.8 Conservación de la semilla .....	13
7.5.9 Almacenamiento de semilla .....	13
7.6 Evaluación Agro morfológica .....	13
7.6.1 Fin de la semilla .....	13

7.7 Semillas de gramíneas utilizadas en la investigación .....	14
7.7.1 Maíz amarillo nombre científico ( <i>Zea mays</i> ) .....	14
7.7.2 Chulpi nombre científico ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ).....	14
7.7.3 Morocho nombre científico ( <i>Zea ma-ys indurada</i> ) .....	14
7.7.4 Cebada nombre científico ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....	14
7.7.5 Trigo nombre científico ( <i>Triticum</i> ) .....	14
7.7.5.1. Semillas de leguminosas utilizadas en la investigación .....	15
7.7.5.2. Arveja nombre científico ( <i>Pisum sativum</i> ).....	15
7.7.5.3. Habas nombre científico ( <i>Vicia faba</i> ).....	15
7.7.5.4. Fréjol nombre científico ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ).....	15
7.7.5.5. Chocho nombre científico ( <i>Lupinus mutabilis</i> ).....	15
7.8. Pruebas fisiológicas .....	15
7.8.1. Porcentajes de germinación estándar.....	15
7.8.2 Técnicas de germinación .....	16
7.8.3 Germinación en papel.....	16
7.8.4. Germinación en sustrato .....	16
7.8.5. Germinación en campo.....	16
7.8.6. Interpretación de las pruebas de germinación .....	17
7.8.7. Plántulas normales.....	17
7.8.8. Velocidad de germinación .....	17
7.8.9. Uniformidad de la germinación .....	17
7.8.10. Prueba de la conductividad eléctrica .....	17
7.8.11. Envejecimiento acelerado.....	18
7.8.12. Prueba de determinación de contenido de humedad .....	18
7.8.13. Prueba de frío .....	19
7.8.14. Prueba del tetrazolio .....	20
7.8.15. Prueba de índice de velocidad de emergencia (IVE).....	21

7.9. Textura del suelo .....	21
7.9.1. Escala de temperatura.....	21
7.9.2. Porcentaje de germinación estándar (GE) .....	22
7.9.3. Prueba de conductividad eléctrica (CE) .....	22
7.9.4. Prueba de envejecimiento acelerado (EA).....	22
7.9.5. Prueba de determinación del contenido de humedad (CH) .....	23
7.9.6. Prueba de frío (PF) .....	23
7.9.7. Prueba de tetrazolio (Tz) .....	23
7.9.8. Índice de Velocidad de Emergencia (IVE).....	23
8.HIPÓTESIS .....	24
8.1. Datos evaluar .....	25
8.2. Porcentaje estándar de germinación estándar (GE).....	25
8.3. Conductividad eléctrica (CE) .....	25
8.4. Prueba de envejecimiento acelerado (EA).....	25
8.5. Contenido de humedad (CH).....	25
8.6. Prueba de frío (PF) .....	25
8.7. Prueba de tetrazolio (Tz) .....	25
8.8. Índice de Velocidad de Emergencia (IVE).....	25
9.METODOLOGÍA.....	26
9.1. Materiales, equipos y reactivos .....	26
9.2. Tipo de investigación .....	27
9.3. Método Descriptivo .....	27
9.4. Técnicas de investigación.....	27
9.5. Laboratorio .....	27
9.6. Campo.....	27
9.7. Bibliografía documental .....	27
9.8. Registro de datos .....	28

9.9. Metodología de la investigación.....	28
9.9.1 Colecta de las semillas.....	28
9.10. PRUEBAS DE EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS. ....	28
9.10.1. PRUEBA DE GERMINACIÓN ESTÁNDAR .....	29
9.10.2. PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	30
9.10.3. PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO.....	32
9.10.4. PRUEBA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD .....	34
9.10.5. PRUEBA DE FRÍO .....	35
9.10.6. PRUEBA DE TETRAZOLIO .....	37
9.10.7. PRUEBA DE ÍNDICE DE VELOCIDAD EMERGENCIA (IVE) .....	39
10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
10.1. Distribución geográfica sitios de colecta 2025.....	41
10.2 Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025, según la edad del agricultor. 43	
10.2.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada. ....	43
10.2.2 Leguminosas.....	45
10.3. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 temperatura (T), altitud (AL), tipo de suelo (Ts).....	47
10.3.1 Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ). ....	47
10.3.2 Trigo: ( <i>Triticum</i> ).....	48
10.3.3. Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	48
10.3.4. Leguminosas.....	49
10.4. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025, según los años que es cultivada la semilla en la zona (Ac) .....	52
10.4.1 Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ). ....	53
10.4.2 Trigo: ( <i>Triticum</i> ).....	53

10.4.3 Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	54
10.4.4 Leguminosas.....	55
10.5. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 según la forma de obtención de la semilla, el origen y los años de conservación.....	59
10.5.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada .....	59
10.3.4 Leguminosas.....	62
10.4. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 según los métodos de conservación de las semillas.....	65
10.4.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada. ....	65
10.4.4. Leguminosas.....	67
10.5 Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 del fin que le dan semillas. ...	70
10.5.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada. ....	70
10.5.2 Leguminosa .....	72
10.6 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según sus características de calidad para una buena semilla. ....	75
10.6.1 Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ), trigo ( <i>Triticum</i> ), cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ). ....	75
10.6.2 Leguminosas.....	77
10.7 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según su provincia de origen. ....	79
10.7.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz, chulpi, trigo, cebada. ....	79
10.7.2. Leguminosas.....	81
10.8 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según el porcentaje de humedad de las semillas.....	84
10.8.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz, chulpi, trigo, cebada. ....	84
10.8.2. Leguminosas.....	86
10.9 Comparaciones entre las variables del porcentaje de germinación estándar (GE) (%), la conductividad eléctrica (CE) ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), envejecimiento acelerado (EA) (%) de gramíneas y leguminosas. ....	89

10.9.1 Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ).	90
10.9.2 Trigo: ( <i>Triticum</i> ).....	92
10.9.3 Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	93
10.9.4 Leguminosas Fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) .....	94
10.9.5 Habas ( <i>Vicia faba</i> ) .....	96
10.9.6 Arveja ( <i>Pisum sativa</i> ) .....	97
10.9.7 Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	99
10.9.8 Discusión de este análisis. ....	99
10.10 Comparaciones de porcentaje de germinación estándar % prueba de frío % índice de velocidad en emergencia (IVE)% de gramíneas y leguminosas.....	100
10.10.1. Gramíneas variedades de maíz: .....	100
10.10.2. Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ).	100
10.10.3. Trigo: ( <i>Triticum</i> ).....	102
10.10.4. Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	103
10.10.5. Fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) .....	104
10.10.6. Habas ( <i>Vicia faba</i> ) .....	105
10.9.7. Arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) .....	107
10.10.8. Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	108
10.10.9 Discusiones del análisis. ....	109
10.11 Comparaciones de las pruebas de Tetrazolio %, la prueba de contenido de humedad % de gramíneas y leguminosas. ....	110
10.11.1 Gramíneas variedades de maíz: .....	110
10.11.2 Morocho blanco ( <i>Zea mays l</i> ), maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> ), maíz chulpi ( <i>Zea mays amylosaccharata</i> ).	110
10.11.3 Trigo: ( <i>Triticum</i> ).....	112
10.11.4 Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	113

10.11.5 Leguminosas.....	115
11. IMPACTOS TÉCNICOS .....	120
12. CONCLUSIONES.....	121
13. RECOMENDACIONES .....	122
14. BIBLIOGRAFÍAS.....	123
15. ANEXOS.....	

## INDÍCE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Actividades y el sistema de tareas se estructuran según los objetivos planteados.	4
<b>Tabla 2:</b> Características morfológicas de semillas de gramíneas cultivadas en la provincia de Cotopaxi.	8
<b>Tabla 3:</b> Características morfológicas de semillas de leguminosas cultivadas en la provincia de Cotopaxi.	11
<b>Tabla 4:</b> Escala de clasificación del porcentaje de germinación.	16
<b>Tabla 5:</b> Clasificación de la conductividad eléctrica (CE) en semillas.	17
<b>Tabla 6:</b> Escala de clasificación del porcentaje de germinación del envejecimiento acelerado.	18
<b>Tabla 7:</b> Interpretación del contenido de humedad en semillas.	19
<b>Tabla 8:</b> Escala de clasificación de la prueba de frío.	19
<b>Tabla 9:</b> Escala de clasificación de la prueba de tetrazolio.	20
<b>Tabla 10:</b> Escala de clasificación de la prueba de emergencia en campo.	21
<b>Tabla 11:</b> Escala de las temperaturas °C.	22
<b>Tabla 12:</b> Operacionalización de variables.	24
<b>Tabla 13:</b> Materiales utilizados en cada proceso realizado.	26
<b>Tabla 14:</b> Edad del agricultor de gramíneas.	43
<b>Tabla 15:</b> Edad del agricultor de leguminosas.	45
<b>Tabla 16:</b> Escala de los años de permanencia del cultivo por los agricultores en las zonas.	52
<b>Tabla 17:</b> Origen y años en que los agricultores conservan las semillas.	59
<b>Tabla 18:</b> Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las gramíneas.	60
<b>Tabla 19:</b> Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las leguminosas.	62
<b>Tabla 20:</b> Métodos con la que son conservadas las semillas de gramíneas.	65
<b>Tabla 21:</b> Métodos con la que son conservadas las semillas de leguminosas.	67
<b>Tabla 22:</b> Número del fin de las semillas según las líneas de gramíneas.	70
<b>Tabla 23:</b> Fin las semillas según las líneas de leguminosas.	72
<b>Tabla 24:</b> Características generales de gramíneas determinantes de una buena calidad de semilla.	75
<b>Tabla 25:</b> Características generales de leguminosas determinantes de una buena calidad de semilla.	77

<b>Tabla 26:</b> Presenta las líneas de semillas de gramíneas evaluadas según su provincia de origen: Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua, Imbabura. ....	79
<b>Tabla 27:</b> Presenta las líneas de semillas de gramíneas evaluadas según su provincia de origen: Cotopaxi, Pichincha y Imbabura. ....	81
<b>Tabla 28:</b> Escala de humedad (%) para semilla andina (óptima para la siembra).	84
<b>Tabla 29:</b> Porcentaje de humedad de las semillas de gramíneas. ....	84
<b>Tabla 30:</b> Porcentaje de humedad de las semillas de leguminosas.....	86
<b>Tabla 31:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas de morocho, maíz, chulpi. ....	90
<b>Tabla 32:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas trigo.....	92
<b>Tabla 33:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de cebada.....	93
<b>Tabla 34:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de frejol. .	95
<b>Tabla 35:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de habas.....	96
<b>Tabla 36:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de arvejas.....	97
<b>Tabla 37:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de chochos....	99
<b>Tabla 38:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi). ....	100
<b>Tabla 39:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (trigo)...	102
<b>Tabla 40:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (cebada).	103
<b>Tabla 41:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (frejol)...	104
<b>Tabla 42:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (habas). .	106
<b>Tabla 43:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (arvejas).	107
<b>Tabla 44:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (chochos).	108
<b>Tabla 45:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi).	111
<b>Tabla 46:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (trigo). ....	112
<b>Tabla 47:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (cebada).....	113
<b>Tabla 48:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (frejol). ....	115
<b>Tabla 49:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (habas).....	116
<b>Tabla 50:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (arvejas).....	117
<b>Tabla 51:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (chochos).....	119

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Muestra la estructura interna de una semilla de gramínea.....	7
<b>Ilustración 2:</b> Muestra la estructura de la semilla de una leguminosa, en diferentes vistas.	9
<b>Ilustración 3:</b> Clasifica la viabilidad de las semillas a través del ensayo de tetrazolio.	20
<b>Ilustración 4:</b> Distribución geográfica de los sitios de colectas 2025.....	41

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1:</b> Prueba de germinación estándar de gramíneas y leguminosas. ....	29
<b>Fotografía 2:</b> Prueba de conductividad eléctrica. ....	31
<b>Fotografía 3:</b> Prueba de envejecimiento acelerado. ....	32
<b>Fotografía 4:</b> Prueba de germinación estándar. ....	33
<b>Fotografía 5:</b> Secado de semillas en el horno. ....	34
<b>Fotografía 6:</b> Se están enfriando a temperatura ambiente, para pesar el peso final.	35
<b>Fotografía 7:</b> Prueba de frío bajo condiciones de estrés en 10°C. ....	36
<b>Fotografía 8:</b> Germinación de semillas a una temperatura de 25°C. ....	37
<b>Fotografía 9:</b> Las semillas en sus respectivas cajas petri después del corte longitudinal a gramíneas y abertura de cotiledones a leguminosas. ....	38
<b>Fotografía 10:</b> Las semillas se evaluaron visualmente; la coloración roja del tetrazolio indicó su viabilidad. ....	39
<b>Fotografía 11:</b> La prueba IVE se realizó en surcos paralelos y codificados. ....	39
<b>Fotografía 12:</b> Evaluación de la emergencia de plántulas en campo La prueba (IVE).	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Edad del agricultor de gramíneas.....	44
<b>Gráfico 2:</b> Edad del agricultor de leguminosas. ....	46
<b>Gráfico 3:</b> Recolecta de las 16 líneas de morocho, maíz, chulpi de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, con su (T) (Al) (Ts). ....	47
<b>Gráfico 4:</b> Recolecta de las 5 líneas de trigo de las provincias de Cotopaxi, Imbabura, con su (T) (Al) (Ts).....	48
<b>Gráfico 5:</b> Recolecta de las 15 líneas de cebada de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, con su (T) (Al) (Ts).....	49
<b>Gráfico 6:</b> Recolecta de las 10 líneas de frejol de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts). ....	49
<b>Gráfico 7:</b> Recolecta de las 6 líneas de habas de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts). ....	50
<b>Gráfico 8:</b> Recolecta de las 18 líneas de arvejas de las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Imbabura, con su (T) (Al) (Ts).....	51
<b>Gráfico 9:</b> Recolecta de las 2 líneas de chochos de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts). ....	51
<b>Gráfico 10:</b> Años de permanencia del cultivo de morocho, maíz, chulpi, en la zona. ....	53
<b>Gráfico 11:</b> Años de permanencia del cultivo de trigo en la zona.....	54
<b>Gráfico 12:</b> Años de permanencia del cultivo de cebada en la zona. ....	55
<b>Gráfico 13:</b> Años de permanencia del cultivo de fréjol en la zona. ....	55
<b>Gráfico 14:</b> Años de permanencia del cultivo de habas en la zona. ....	56
<b>Gráfico 15:</b> Años de permanencia del cultivo de arvejas en la zona. ....	57
<b>Gráfico 16:</b> Años de permanencia del cultivo de chocho en la zona.....	57
<b>Gráfico 17:</b> Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las gramíneas. ....	62
<b>Gráfico 18:</b> Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las leguminosas. ....	64
<b>Gráfico 19:</b> Número de los métodos con la que son conservadas las semillas de gramíneas. ....	67
<b>Gráfico 20:</b> Número de los métodos con la que son conservadas las semillas de leguminosas. ....	69
<b>Gráfico 21:</b> Número del fin de las semillas según las líneas de gramíneas.....	71

<b>Gráfico 22:</b> Numero del fin las semillas según las líneas de leguminosas. ....	73
<b>Gráfico 23:</b> Número de las líneas de semillas según su provincia de origen. ....	81
<b>Gráfico 24:</b> Número de las líneas de semillas según su provincia de origen. ....	83
<b>Gráfico 25:</b> Número de las líneas de semillas según el porcentaje de humedad. ..	86
<b>Gráfico 26:</b> Número de las líneas de semillas según el porcentaje de humedad. ..	88
<b>Gráfico 27:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas de morocho, maíz, chulpi. .....	91
<b>Gráfico 28:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas trigo.....	92
<b>Gráfico 29:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de cebada....	94
<b>Gráfico 30:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de frejol. ....	95
<b>Gráfico 31:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de habas.....	97
<b>Gráfico 32:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de arvejas. ..	98
<b>Gráfico 33:</b> Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de chochos..	99
<b>Gráfico 34:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi). .....	101
<b>Gráfico 35:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (trigo).	102
<b>Gráfico 36:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (cebada).	104
<b>Gráfico 37:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (frejol).	105
<b>Gráfico 38:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (habas).	106
<b>Gráfico 39:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (arvejas).	108
<b>Gráfico 40:</b> Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (chochos).	109
<b>Gráfico 41:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi).	112
<b>Gráfico 42:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (trigo). ....	113
<b>Gráfico 43:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (cebada). ....	115
<b>Gráfico 44:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (frejol). ....	116
<b>Gráfico 45:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (habas). ....	117
<b>Gráfico 46:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (arvejas). ....	118
<b>Gráfico 47:</b> Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (chochos). ....	119

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS DE LA COLECTA 2025 DEL PROYECTO SUSTENTO ANDINO. SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025”

### **Fecha de inicio:**

Octubre 2025.

### **Fecha de finalización:**

Marzo de 2025.

### **Lugar de ejecución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi. campus Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi.

### **Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Agronómica.

### **Equipo de Trabajo:**

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

Estudiante: Deisy Esthefania Salazar Guanoluisa.

Lector A: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.

Lector B: Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

Lector C: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

### **Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Salazar Guanoluisa Deisy Esthefania.

Teléfono: 0968157138.

Correo electrónico: deisy.salazar2515@utc.edu.ec

### **Área de Conocimiento:**

Agricultura- Agricultura- Silvicultura y Pesca- Agricultura.

### **Línea de investigación:**

Desarrollo soberanía y seguridad alimentaria

### **Sub líneas de investigación de la carrera:**

Producción Agrícola Sostenible

### **Línea de vinculación de la carrera:**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La producción de semillas no siempre recibe un manejo técnico adecuado, aumentando el riesgo de deterioro fisiológico, pérdida de viabilidad y reducción de vigor. Además, la FAO señala que más del 90% de los cultivos en países en desarrollo aún se siembran con semilla del agricultor, lo que confirma la alta dependencia de sistemas tradicionales, por esta razón es importante conocer la calidad de semilla que conserva el agricultor. Evaluar la semilla mediante análisis morfológico y pruebas fisiológicas como germinación estándar, conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado, prueba de frío, tetrazolio, contenido de humedad, la prueba de índice de velocidad emergencia ayuda a identificar si un lote es apto para siembra o si presenta deterioro que pueda causar fallas en la emergencia y pérdidas productivas. Además, los resultados permiten orientar recomendaciones prácticas para mejorar el manejo de conservación, reducir el uso de semilla no viable, la productividad del agricultor y la conservación de materiales locales y nativos (FAO, 2019).

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **3.1 Beneficiarios directos.**

El proyecto impactó directamente a los Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus 581 estudiantes de la carrera de Agronomía (275 hombres y 305 mujeres), a los docentes (8 hombres y 7 mujeres) quienes se beneficiarán de una experiencia práctica que complementa su formación académica. A través de esta investigación, los estudiantes accedieron a información validada y aplicable.

### **3.2 Beneficiarios indirectos.**

De forma indirecta, el proyecto llegó a 72 agricultores, de la de diferentes provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Imbabura, Los agricultores aprendieron a evaluar la viabilidad de sus semillas y la importancia de un manejo postcosecha adecuado para preservar su vigor. Este conocimiento les permitió tomar decisiones informadas para asegurar sus cosechas, valorar su semilla nativa como patrimonio y fortalecer su autonomía productiva. Lo que contribuyó a apoyar sus decisiones en el campo, mejorar sus prácticas de cultivo y fortalecer desde la base de su propio conocimiento y realidad local.

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

A nivel mundial, el acceso a semilla de buena calidad continúa siendo una limitante para la agricultura familiar, debido a que se estima que entre el 80% y 90% de la semilla que usan los pequeños agricultores proviene del sistema local o campesino (semilla guardada, intercambio o mercados), y no del sistema formal certificado (FAO, 2021). Esta realidad implica que una gran parte de la producción se sostiene con semillas que no siempre reciben un manejo técnico adecuado, aumentando el riesgo de deterioro fisiológico, pérdida de viabilidad y reducción del vigor. Además, la FAO señala que más del 90% de los cultivos en países en desarrollo aún se siembran con semilla del agricultor, lo que confirma la alta dependencia de sistemas tradicionales (FAO, 2010).

En el Ecuador, el problema se evidencia porque muchos agricultores no cuentan con un sistema accesible y continuo que garantice semilla de calidad, por lo que dependen principalmente de la conservación propia, el intercambio local o la compra en mercados, donde con frecuencia se comercializa grano para consumo y no semilla con control técnico. Esta situación se refleja en que solo el 5% de los agricultores tuvo acceso a semilla certificada en 2019, lo que demuestra que el uso de esta semilla es limitado (Elsevier, 2022). Además, a nivel nacional, se reportó que en cultivos transitorios únicamente el 21% de la superficie sembrada utilizó semilla certificada, confirmando que 79% de la producción aún se sostiene con semilla no certificada (INEC, 2024). Aunque instituciones como el INIAP y el MAG tienen la capacidad de producir y distribuir semillas certificadas, su alcance no cubre plenamente las necesidades del sector campesino, por lo que se mantiene la reproducción y almacenamiento tradicional sin respaldo técnico, acelerando el deterioro fisiológico y contribuyendo a la pérdida progresiva de materiales locales y nativos.

#### **5.OBJETIVOS:**

##### **5.1General**

- Evaluación Agro Morfológica de Gramíneas y Leguminosas de la colecta 2025 del Proyecto Sustento Andino. Salache, Latacunga, Cotopaxi, 2025.

##### **5.2Específicos**

- Analizar la morfología de las semillas de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025 del proyecto sustento andino.

- Describir la fisiología de las semillas de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025 del proyecto sustento andino.

## 6.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1:** *Actividades y el sistema de tareas se estructuran según los objetivos planteados.*

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Analizar la morfología de la semilla de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025 del proyecto sustento andino.	<p>Recibir y registrar las semillas provenientes del proyecto Sustento Andino.</p> <p>Clasificar las muestras por especie.</p> <p>Eliminar las semillas dañadas, incompletas contaminadas, e impurezas.</p> <p>Medir la humedad de las semillas.</p> <p>Almacenar las semillas en frascos con sus respectivos códigos.</p>	<p>Las semillas recolectadas provienen de las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, e Imbabura ingresaron al laboratorio de granos andinos, con sus respectivas encuestas.</p> <p>Se realizó una matriz de recolección, en donde se codificaron según las especies.</p> <p>Se realizó una inspección visual para descartar semillas dañadas, incompletas contaminadas, e impurezas</p> <p>Se procedió a medir la humedad de la semilla con un dispositivo llamado humedímetro o higrómetro.</p> <p>Se procedió al almacenamiento de cada línea recolectada, con su respectivo código, en un lugar oscuro y seco.</p>	<p>Encuesta.</p> <p>Matriz de recolección.</p> <p>Material genético.</p>

<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Describir la fisiología de las semillas de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025 del proyecto sustento andino.	Realizar las pruebas de laboratorio: Germinación estándar. Conductividad eléctrica. Envejecimiento acelerado. Contenido de humedad. Prueba de frío. Tetrazolio. La prueba en campo: Índice de velocidad en emergencia.	De las 72 líneas de análisis se procedió a realizar las pruebas fisiológicas acuerdo a la metodología anunciada por: (Guaman Allauca, 2024).	Libro de campo. Fotografías.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1. Semilla**

Es el embrión vivo protegido por capas que los resguardan y está rodeado de tejidos que almacenan los nutrientes necesarios para iniciar su crecimiento. Cuando siembran en condiciones adecuadas, esta semilla despierta y da origen a una plántula sana, capaz de desarrollarse hasta convertirse en una planta completa (FAO,2019).

### **7.2. Calidad de semillas**

Es el conjunto de características deseables que indican qué tan adecuada es una semilla para ser sembrada (FAO, 2019).

#### **7.2.1 Calidad Genética**

Determina la información hereditaria que llevan las semillas. Esto significa que, cuando se usan semillas genéticamente puras, el tipo de plantas se mantienen estables con el paso del tiempo, sin mezclarse ni perder su rasgo, así se evita que el cultivo vaya desapareciendo y se conserve

las características originales de la variedad, como rendimiento, tamaño, color o resistencia (InfoAgro, 2023).

### **7.2.2 Calidad física**

Se ve afectada por la presencia de impurezas, como restos inertes, insectos o semillas de otras especies, también influye si está quebrada, su contenido de humedad, cuando alguna de estas cualidades falla, la productividad de cultivo disminuye. Incluso la mejor genética no puede rendir si la semilla está deteriorada y presenta una baja germinación (FAO, 2019).

### **7.2.3 Calidad Fisiológica**

Refleja la capacidad de una semilla para germinar bien, emerger sin problemas y formar plantas vigorosas y uniformes. Una semilla alcanza su mayor energía y viabilidad cuando llega la madurez fisiológica, después de ese punto empieza a perder vigor de manera natural. Esto ocurre porque queda expuesta a condiciones ambientales que no siempre son favorables, lo que acelera su deterioro con el tiempo (InfoAgro, 2023).

## **7.3 Tipo de semilla y su diversidad**

### **7.3.1 Semillas comerciales o certificadas**

Las semillas comerciales forman parte del sistema formal de producción de semillas certificadas. Este grupo comprende principalmente semillas híbridas y transgénicas, cuyo desarrollo se sustenta en procesos altamente tecnificados (Wahren, 2022).

### **7.3.2 Semillas locales**

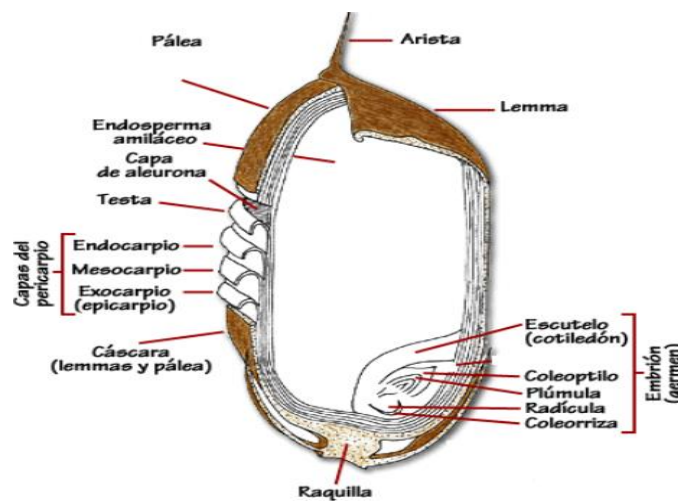
Son aquellas que las comunidades han seleccionado, guardado y mejorado por generaciones. Estas no provienen de empresas, sino del trabajo y conocimiento de los agricultores. Estas semillas poseen gran diversidad genética, lo que les permite adaptarse a diferentes ambientes, dentro de estas se encuentran las semillas nativas que forman parte del sistema de semillas de los agricultores, caracterizando por el intercambio, la conservación comunitaria y conocimiento tradicional (Wahren, 2022).

## 7.4. Clasificación de semillas y su anatomía

### 7.4.1 Semilla de Gramíneas

Las gramíneas son las primeras familias importantes, debido a que incluye a los principales cultivos del mundo. Son plantas monocotiledóneas, con un sistema de raíces finas que se agrupan en forma de fascículos y tallos cilíndricos, generalmente huecos divididos por nudos (Aizpuru, 2004).

*Ilustración 1: Muestra la estructura interna de una semilla de gramínea.*



Fuente: (Filippi, 2008).

### Definiciones de la semilla:

#### Partes externas:

**Arista:** Extensión alargada, delgada y rígida que surge del lema. Facilita la dispersión de la semilla y cubre el proceso fotosintético.

**Lema:** Es la bráctea o estructura protectora más externa que cubre directamente a la semilla. En combinación con la pálea, forma la capa que encapsula al grano.

**Pálea:** Bráctea ubicada en la cara interna del lema. Ambas estructuras, lema y pálea, actúan conjuntamente como una cubierta que brinda protección física al grano.

**Cáscara (Conformada por el lema y la pálea):** Es el sistema de protección exterior del grano, compuesto por las estructuras mencionadas. Su función es resguardar la semilla de factores mecánicos y condiciones ambientales adversas.

**Raquilla:** Es el eje o estructura central de la espiga donde se fijan las flores y, posteriormente, las semillas. Constituye el punto de inserción y unión del grano con la inflorescencia.

**Cubierta del grano:**

**Testa:** Cubierta seminal externa que protege a las estructuras internas (embrión y endospermo).

**Pericarpio:** Pared del fruto, derivada del ovario, que envuelve a la semilla. Está compuesto por tres capas:

**Exocarpio (o Epicarpio):** Capa más superficial del fruto.

**Mesocarpio:** Media, que cumple una función de protección.

**Endocarpo:** Capa interna, en contacto directo con la testa de la semilla.

**Tejidos de Reserva:**

**Endospermo Amiláceo:** Tejido nutritivo de reserva, compuesto principalmente por almidón, cuya función es proveer energía al embrión durante el proceso de germinación.

**Capa Aleurona:** Capa especializada, adyacente al endospermo, con alta concentración de proteínas y enzimas. Es clave para activar la movilización de las reservas nutritivas cuando inicia la germinación.

**Embrión (Germen):** Componente vital de la semilla con el potencial de generar una nueva planta.

**Escutelo (Cotiledón):** Estructura embrionaria especializada en absorber y transferir las reservas nutritivas del endospermo hacia el embrión en desarrollo.

**Plúmula:** Yema embrionaria precursora del sistema aéreo futuro, que dará origen al tallo y las hojas.

**Radícula:** Extremo basal del embrión que se diferenciará para formar la primera raíz de la planta.

**Coleóptilo:** Funda tubular que resguarda a la plúmula durante su crecimiento inicial a través del sustrato.

**Coleorriza:** Cubierta protectora que envuelve la radícula en la fase temprana de la germinación (ASALE & RAE).

*Tabla 2: Características morfológicas de semillas de gramíneas cultivadas en la provincia de Cotopaxi.*

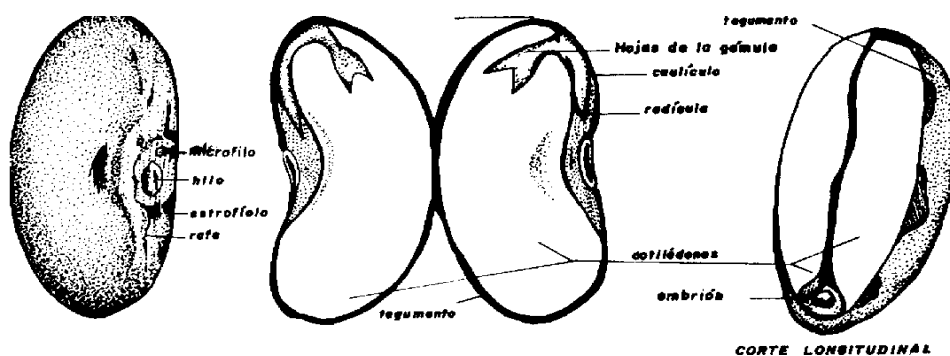
Semilla	Color	Forma	Tamaño	Dureza	Superficie
Maíz	Amarillo o blanco	Redondeada a dentada	Mediano– grande	Media	Lisa poco rugosa.
Morocho	Blanco cremoso	Redondeada y compacta	Pequeño– mediano	Alta	Lisa y compacta.
Chulpi	Amarillo intenso	Redondeada a ovoide	Pequeño	Muy alta	Lisa y brillante
Trigo	Amarillo claro	Ovalada a elipsoidal	Pequeño– mediano	Media	Lisa.
Cebada	Amarillo pajizo	Alargada y estrecha	Pequeño	Media	Lisa con restos de cáscara.

Fuente: (Valdez, 2022)

#### 7.4. Semillas de leguminosas

Las leguminosas representan la segunda familia más importante en el mundo, ya que, cumplen un papel muy fundamental en la agricultura por la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo. Son plantas dicotiledóneas, tienen raíces delgadas agrupadas en manojos, tallos redondos, a veces huecos, seccionados por nudos, de donde salen hojas y flores (Güemes, 2021).

*Ilustración 2: Muestra la estructura de la semilla de una leguminosa, en diferentes vistas.*



(Flores, 2025).

## **Definiciones de la semilla**

### **Partes externas**

**Tegumento:** Capa protectora externa de la semilla, cuya función es resguardar al embrión frente a agresiones mecánicas, la pérdida de agua y la invasión de microorganismos.

**Hilo:** Marcación o cicatriz en la superficie de la semilla, que señala el sitio de antigua unión con el fruto a través del funículo.

**Micrópilo:** Orificio diminuto en el tegumento que sirvió como vía de entrada para el tubo polínico durante la fertilización; en la etapa de germinación facilita la imbibición de agua.

**Rafe:** Surco o relieve longitudinal presente en ciertas semillas, que representa la línea de fusión entre el funículo y el tejido del tegumento.

### **Partes internas embrión:**

**Cotiledones:** Son hojas embrionarias que, en especies dicotiledóneas (dos cotiledones), almacenan nutrientes de reserva para la nutrición del embrión durante las primeras etapas de crecimiento.

**Radícula:** Porción basal del embrión que se diferencia para formar el primer eje radicular o raíz primaria de la futura planta.

**Hojas de la Plúmula:** Son los primordios o yemas embrionarias que, tras la germinación, darán lugar al desarrollo de las primeras hojas verdaderas de la planta (ASALE & RAE).

### **Partes generales:**

**Cubierta de la semilla:** Sistema protector conformado por una o varias capas externas, cuya función es resguardar al embrión y a los tejidos de reserva contra impactos físicos, la deshidratación y el ataque de organismos nocivos.

**Pericardio:** Tejido procedente de la pared del ovario del fruto que, en algunos casos, persiste adherido a la semilla madura, proporcionándole una protección adicional.

### **Tejidos de reserva:**

**Endospermo:** Tejido nutritivo que rodea al embrión y almacenan sustancias de reserva, principalmente almidón, proteínas y lípidos, utilizadas durante la germinación.

**Perisperma:** Tejido de reserva derivado del núcleo, almacenan nutrientes y puede coexistir con el endospermo en algunas semillas.

**Almidón:** Carbohidrato de reserva presente en el endospermo o perisperma, es la principal fuente de energía para el embrión durante la germinación.

**Saponina:** Compuesto secundario presente en algunas semillas; cumple funciones de defensa contra plagas y patógenos.

### **Embrión y sus partes:**

**Embrión:** Componente vital de la semilla que alberga los órganos y tejidos iniciales de la futura planta; es el responsable de originar un nuevo individuo al germinar.

**Cotiledones:** Hojas primordiales especializadas, cuya función es almacenar o absorber las sustancias de reserva que sustentarán el desarrollo inicial de la plántula.

**Radícula:** Extremo basal del eje embrionario, que se diferencia para dar lugar a la primera raíz de la planta.

**Hipocótilo:** Segmento del eje embrionario comprendido entre la radícula y la base de los cotiledones; su elongación contribuye a la emergencia de la plántula desde el suelo.

**Ápice del Meristemo:** Región embrionaria de división celular activa, encargada de la formación y el crecimiento continuo de las estructuras vegetales.

### **Estructuras de conexión**

**Funículo:** Estructura que conecta la semilla con el fruto y facilita el suministro de nutrientes durante el proceso de formación de la semilla.

**Tabla 3:** *Características morfológicas de semillas de leguminosas cultivadas en la provincia de Cotopaxi.*

<b>Semilla</b>	<b>Color</b>	<b>Forma</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Dureza</b>	<b>Superficie</b>
Frejol	Rojo o negro	Elíptica (riñón)	Pequeño– mediano	Media	Lisa
Haba	Verde a marrón	Ovalada	Grande	Baja– media	Lisa

Arveja	Verde o amarillo	Esférica	Pequeño– mediano	Baja	Lisa
Chocho	Blanco	Ovalada	Mediano	Alta	Lisa

Fuente: (Valdez, 2022)

#### **7.4.1 Germinación**

Es el proceso mediante el cual la semilla o espora comienza a brotar tras su periodo de reposo, activado por factores como agua, temperatura, oxígeno y luz. Al absorber agua, el embrión se rehidrata, reactiva su metabolismo, aumenta su respiración y sus células vuelven a crecer. Sin embargo, algunas semillas de la cubierta pueden causar latencia al impedir la entrada de agua o el intercambio de gases, evitando que el embrión reciba el oxígeno necesario para iniciar su desarrollo (Harrison, 2025).

#### **7.4.2 Variabilidad**

Se refiere a las diferencias que existen entre ellas, ya sea en tamaño, forma, capacidad de germinar o respuesta al ambiente. Estas diferencias aparecen por los factores biológicos, y ambientales, permiten que las plantas se adapten a diferentes condiciones. Sin embargo, entender por qué las semillas son diferentes ayuda a mejorar su calidad y lograr cultivos más estables y productivos (Mitchell, 2017).

#### **7.5.3 Viabilidad**

Es la capacidad de estar viva y conservar el potencial para germinar y convertirse en una planta sana cuando recibe condiciones adecuadas (Nadarajan, 2023).

#### **7.5.4 Poder germinativo**

Es la capacidad que tiene un lote de semillas para despertar, formar una planta normal y empezar su desarrollo en condiciones adecuadas. Es una forma de saber cuán fuertes y confiables son las semillas antes de sembrarlas (Rodríguez M, 2015).

#### **7.5.6 Vigor**

Es el conjunto de características que determina que tan bien un lote de semillas puede germinar y desarrollarse, incluso cuando las condiciones no son ideales. No es solo un atributo, sino la combinación de factores como rapidez y uniformidad de la germinación, el crecimiento inicial

de la plántula y la capacidad de mantener su poder germinativo, después del almacenamiento (Bayer, 2025).

#### **7.5.7 Calidad Sanitaria**

Se refiere, si la semilla está libre o no de organismos que causan enfermedades, como hongos, bacterias, nematodos o virus (InfoAgro, 2023).

#### **7.5.8 Conservación de la semilla**

Es guardar semillas en condiciones controladas para que mantenga su viabilidad y su diversidad genética por el mayor tiempo posible. Para ello, se almacenan muestras nativas, asegurando que su composición genética no se pierda. Este proceso, realizado principalmente en bancos de germoplasma, es actualmente el método más eficiente para proteger tanto cultivo, como para preservar su valor biológico y su uso futuro (Hunter, 2020).

#### **7.5.9 Almacenamiento de semilla**

Consiste en crear un ambiente estable y seguro donde la semilla pueda descansar sin perder su capacidad de convertirse en una planta sana cuando sea sembrada (FAO, 2013).

### **7.6 Evaluación Agro morfológica**

Consiste en analizar sus rasgos externos, como tamaño, forma, color, peso estructura para comprender su calidad vigor y capacidad de adaptación. Este estudio permite identificar diferencias entre variedades, seleccionar semillas más prometedoras y aportar información clave para mejorar la producción (Arteaga, 2019). Así mantener la diversidad que hoy conservamos, la posibilidad de seguir creando más diversidades en el futuro. Son la herencia viva que permite a las plantas adaptarse, transformarse y seguir evolucionando con el tiempo (Begazo, 2019).

#### **7.6.1 Fin de la semilla**

La semilla tiene como fin asegurar la continuidad de la vida agrícola, ya que es el inicio de cada nuevo cultivo. A través de su conservación y uso adecuado, los agricultores garantizan futuras cosechas, preservan variedades locales y mantienen vivas las prácticas y saberes heredados de generación en generación (FAO, 2019).

## **7.7 Semillas de gramíneas utilizadas en la investigación**

### **7.7.1 Maíz amarillo nombre científico (*Zea mays*)**

Es una gramínea anual de tallo erecto y hojas alargadas alternas, que produce granos ricos en carbohidratos y proteínas, es uno de los cultivos más cultivados del mundo. El maíz se cultiva entre los 2200 a 3100 msnm., (INIAP, 2011). Su manejo requiere de buenas prácticas agrícolas y un almacenamiento adecuado, seco y ventilado, para proteger los granos y mantener su calidad, además de su valor alimentario. (SEMTEK, 2024).

### **7.7.2 Chulpi nombre científico (*Zea mays amylosaccharata*)**

Es una variedad tradicional de la sierra ecuatoriana, cultivada entre 2.200 y 2.900 msnm., Su grano es pequeño, aplanado, las plantas son altas, con tallos violáceos y hojas anchas rojizas, las mazorcas son cortas y cónicas, con granos irregulares y pericarpio amarillo anaranjado. Esta variedad tiene valor cultural, económico y contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades andinas (Yáñez, 2022).

### **7.7.3 Morocho nombre científico (*Zea ma-ys indurada*)**

Es una variedad andina cultivada entre los 2.400 y 2.600 msnm., desarrollada al cruzar maíces harinosos con maíces duros. Sus granos tienen almidón blanco en el centro y duro en la periferia, lo que les da resistencia a plagas y enfermedades. Las plantas son altas con tallos fuertes y hojas largas y verdes. Las mazorcas son cilíndricas de granos amarillos o naranjas. (Copyright, 2012).

### **7.7.4 Cebada nombre científico (*Hordeum vulgare*)**

Es un cereal, que crece en suelos fértiles y bien drenados. Se siembran comúnmente entre 1.800 y 3.500 msnm., según la variedad y el clima. Tiene raíces fasciculadas, tallos huecos con varios entrenudos y hojas que abrazan el tallo con pequeñas aurículas. Produce espigas con aristas largas y un grano alargado (Inabio, 2025).

### **7.7.5 Trigo nombre científico (*Triticum*)**

Es una especie muy cultivada en el mundo. Se siembran a altitudes de 3.000 a 3.500 msnm., dependiendo del clima, el cultivo presenta tallos delgados y erectos, de color verde amarillentos y hojas largas, angostas y planas (Inabio, 2025).

### **7.7.5.1. Semillas de leguminosas utilizadas en la investigación**

#### **7.7.5.2. Arveja nombre científico (*Pisum sativum*)**

Se siembran entre 2.000 y 3.200 msnm., en zonas andinas. Las plantas tienen tallos delgados y trepadores, hojas compuestas con zarcillos que agarran a soportes y produce vainas donde se forman los granos tiernos (Bernarde, 2016).

#### **7.7.5.3. Habas nombre científico (*Vicia faba*)**

Este cultivo se adapta bien a zonas frías y templadas, normalmente se siembra entre los 2.000 y 3.500 msnm., en regiones andinas (Inabio, 2025).

#### **7.7.5.4. Fréjol nombre científico (*Phaseolus vulgaris*)**

Suele sembrarse entre 1.800 y 2.800 msnm., la raíz comienza con la radícula, que forma la raíz principal, pronto aparecen raíces secundarias, terciarias y los pelos absorbentes, que permiten la toma de agua y nutrientes (Arias, 2007).

#### **7.7.5.5. Chocho nombre científico (*Lupinus mutabilis*)**

Se cultiva en la región andina a una altitud de 2.000 a más de 3.000 msnm., donde se adapta muy bien al clima frío. Sus semillas son blancas, redondeadas y ligeramente convexas (Romo, 2003).

## **7.8. Pruebas fisiológicas**

Son análisis que permiten saber qué tan vivas, fuertes y listas están las semillas por dentro. Para comprobar su capacidad de germinación, su vigor. En lugar de basarse solo en un ambiente perfecto de laboratorio, buscan predecir cómo se comportan realmente en el campo (PROAIN, 2020).

### **7.8.1. Porcentajes de germinación estándar**

La prueba de germinación estándar se lleva a cabo para cuantificar el porcentaje de germinación, evaluando así el vigor fisiológico de las semillas bajo las condiciones óptimas y estandarizadas de un laboratorio. Este porcentaje es un indicador esencial de la calidad fisiológica inicial del lote, ya que refleja su potencial máximo de emergencia en ausencia de limitantes ambientales (García J, 2016).

### 7.8.2 Técnicas de germinación

Son distintos métodos que se usan para ayudar a una semilla a despertar y comenzar a crecer en las mejores condiciones posibles. Cada técnica busca asegurar que la semilla tenga lo necesario para iniciar su desarrollo (MAPA, 2013).

### 7.8.3 Germinación en papel

Colocar las semillas en papel absorbente ligeramente húmedas. Luego se mantienen en un lugar cálido y oscuro, con temperaturas entre 22 y 34 °C que imitan las condiciones que la semilla necesita para despertar. Generalmente las primeras señales de germinación aparecen entre 3 y 10 días. Si pasado ese tiempo la semilla no brota, es una señal clara de que ya no es viable (SAG-DICTA, 2021).

### 7.8.4. Germinación en sustrato

Se necesita que tenga buenos nutrientes y suficiente aire, debido a que sus primeras raíces aparecen y son frágiles requieren un ambiente suelto, húmedo y bien oxigenado para crecer sin dificultad, la germinación empieza entre los 3 y los 10 días (Romita, 2021).

### 7.8.5. Germinación en campo

La semilla despierta cuando el suelo tiene suficiente humedad y temperatura. Primero libera su pequeña raíz para afirmarse en la tierra y luego el brote sale buscando la luz, germinan entre 5 a 12 días, dependiendo el clima y la especie (Harrison, 2025).

**Tabla 4:** Escala de clasificación del porcentaje de germinación.

Porcentaje de Germinación (%)	Categoría	Interpretación
>90%	Excelente	Semilla con muy alto poder germinativo.
80 – 89%	Muy buena	Buen vigor y viabilidad.
70 – 79%	Aceptable	Calidad media; se recomienda evaluar vigor.
50 – 69%	Baja	Bajo poder germinativo; lote con deterioro.
< 50%	Muy baja / No viable	Alta probabilidad de fallas en la emergencia.

Fuente:(ISTA, 2025).

### 7.8.6. Interpretación de las pruebas de germinación

#### 7.8.7. Plántulas normales

Son aquellas que se desarrollan de forma completa y equilibrada, con raíces y brotes bien formados, capaces de crecer sin problemas y convertirse en plantas sanas (Elsevier, 2025).

#### 7.8.8. Velocidad de germinación

Es medir qué tan rápido y energético brotan las semillas contando cuantas salen adelante cada día para ver si tienen fuerza para competir en campo real. No es solo si germinan o no, si no el ritmo, las semillas buenas germinan pronto y uniformes (García J, 2016).

#### 7.8.9. Uniformidad de la germinación

La uniformidad de la germinación hace que broten al mismo tiempo las semillas de un lote. Indica que el lote es sano y vigoroso, si germina en distintos días muestra diferencia en su calidad (García, 2016).

#### 7.8.10. Prueba de la conductividad eléctrica

Se evalúa la calidad y el vigor de un lote de semillas midiendo la cantidad de sustancias solubles que liberan al agua al hidratarse. Para realizarla, se sumergen las semillas limpias en agua desmineralizada, durante un periodo de 24 horas a temperatura constante, y luego se mide la corriente eléctrica que pasa a través del agua, permitiendo inferir rápidamente la condición fisiológica del lote sin esperar a que germinen las plántulas (Astiasuain, 2016).

**Tabla 5:** Clasificación de la conductividad eléctrica (CE) en semillas.

Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Interpretación	Estado fisiológico
0 – 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Muy baja	Semillas muy vigorosas, membranas intactas
26 – 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Baja–moderada	Semillas sanas, buen vigor
71 – 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Media-alta	Señales de deterioro, menor vigor
>150 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Alta	Semillas dañadas o viejas
>500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Muy alta	Semillas severamente deterioradas
>1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Extremadamente alta	Semillas muertas o con gran daño

(Sponchiado, 2014).

### 7.8.11. Envejecimiento acelerado

La prueba de envejecimiento artificial se desarrolló originalmente para estimar cuánto tiempo podrían conservarse algunas semillas en buen estado, funcionando como una forma de medir su vigor. La idea básica es exponer pequeñas cantidades de semillas a condiciones difíciles durante un tiempo determinado, para ver cómo reaccionan. Se recomienda colocarlas en una cámara de envejecimiento a 41 °C por 72. Así es posible evaluar cuáles semillas mantienen mejor su calidad y cuáles muestran signos de debilitarnos (Hernández, 2017).

**Tabla 6:** *Escala de clasificación del porcentaje de germinación del envejecimiento acelerado.*

<b>% G (EA)</b>	<b>Categoría</b>	<b>Interpretación</b>
≥ 90%	Excelente	Semilla con muy alto poder germinativo.
80 – 89%	Muy buena	Buen vigor y viabilidad, establece cultivos.
70 – 79%	Aceptable	Calidad media, evalúa vigor y condiciones de almacenamiento.
50 – 69%	Baja	Bajo poder germinativo, lote con deterioro.
< 50%	Muy baja/No viable	Lote no apto para siembra, fallas en la emergencia.

Fuente: (ISTA, 2025).

### 7.8.12. Prueba de determinación de contenido de humedad

Se basa generalmente en el método de secado en estufa, donde la muestra se pesa, se somete a una temperatura controlada durante un tiempo determinado y luego se vuelve a pesar. La pérdida de peso corresponde al agua evaporada, lo que permite calcular el contenido de humedad en porcentaje (Martínez E, 2010).

**Tabla 7:** Interpretación del contenido de humedad en semillas.

Contenido de humedad (%)	Clasificación	Interpretación técnica
< 10 %	Muy bajo	Semilla muy seca, almacenamiento extenso, riesgo de daño mecánico.
10 – 12 %	Óptimo	óptima para conservar viabilidad y vigor.
12 – 14 %	Medio	Apta para almacenamiento cortó, riesgo si aumenta la temperatura.
14 – 16 %	Alto	Favorece la respiración, hongos y pérdida de viabilidad.
> 16 %	Muy alto	No apto para almacenamiento, alto riesgo de calentamiento, mohos y pérdida rápida de germinación.

(Porter, 2020).

### 7.8.13. Prueba de frío

Es utilizado para evaluar el vigor de las semillas, sometiendo a condiciones parecidas a las que enfrentarían en un ambiente frío y húmedo al momento de la siembra. Consiste en exponerlas a temperaturas bajas y a un nivel de humedad controlado durante un tiempo determinado, para luego verificar cuántas logran germinar con éxito. Este proceso permite identificar qué lotes de semillas tienen una mayor capacidad para soportar situaciones adversas en el campo, como suelos fríos, exceso de humedad o cambios bruscos de clima (Caldera, 2018).

**Tabla 8:** Escala de clasificación de la prueba de frío.

Prueba de frío (%)	Categoría de Vigor	Interpretación
90 – 100%	Muy alto vigor	Semillas fisiológicamente fuertes, toleran estrés por frío, aptas para siembra y almacenamiento.
75 – 89%	Alto vigor	Buen comportamiento bajo frío.
50 – 74%	Vigor medio	Aceptable, afectación por humedad o daños mecánicos.
30 – 49%	Bajo vigor	Baja tolerancia al frío, probable deterioro interno.
0 – 29%	Muy bajo vigor	Semillas severamente deterioradas.

Fuente:(ISTA, 2025).

### 7.8.14. Prueba del tetrazolio

Es una sal química, principalmente el cloruro de trifenil tetrazolio, que se utiliza para evaluar si una semilla está viva y en qué estado se encuentra su tejido interno. Este compuesto reacciona con las enzimas respiratorias pertenecientes en las células vivas, cuando están vivas reducen el tetrazolio y lo convierten en formazán, un pigmento color rojo intenso. (González, 2019).

La identificación de la viabilidad de las semillas se realizó mediante la siguiente clasificación visual basada en los patrones de tinción.

- Rojo intenso = semilla viable
- Rojo parcial = viabilidad reducida
- Sin color = semilla muerta

(Itp123, 2025).

**Ilustración 3:** Clasifica la viabilidad de las semillas a través del ensayo de tetrazolio.

Clase	Viabilidad	Descripción	Fotografía	Esquema
1	<b>Viables</b>	Semillas con tinción total y uniforme		
2	<b>Viables</b>	Semillas con tinción en más del 80% de la radícula y el embrión		
3	<b>Dudosas</b>	Semillas teñidas en más del 50% de los cotiledones y tinción rosada en el 50% de la radícula		
4	<b>Inviabiles</b>	Semillas sin tinción		

**Fuente:** (Camacho, 2017).

**Tabla 9:** Escala de clasificación de la prueba de tetrazolio.

Rango (Tz %)	Categoría	Interpretación
80 – 100	Alta	Lote con buena calidad fisiológica, semillas viables.
60 – 79	Media	Lote aceptable, con presencia de deterioro fisiológico.
40 – 59	Baja	Lote con problemas de deterioro.
< 40	Muy baja	Semillas mayormente con daños severos en los tejidos.

(ISTA, 2025).

### 7.8.15. Prueba de índice de velocidad de emergencia (IVE)

Un lote de semillas se considera vigorosa cuando pueda emerger rápida y uniformemente, produciendo un alto número de plántulas normales incluso en condiciones ambientales no ideales, así mismo, aquellos lotes que mantienen esa capacidad de emergencia rápida y uniforme después de periodos de almacenamiento en condiciones favorables son también considerados vigorosas (Lais, 2022).

**Tabla 10:** Escala de clasificación de la prueba de emergencia en campo.

<b>Emergencia en Campo (%)</b>	<b>Categoría</b>	<b>Interpretación</b>
>80 %	Excelente	Optima del cultivo bajo condiciones reales.
70 – 79%	Muy buena	Buen establecimiento; mínima pérdida de plantas.
60 – 69%	Aceptable	Establecimiento adecuado, posibles fallas por suelo o manejo.
40 – 59%	Baja	Pérdida importante de plantas, baja calidad del lote o malas condiciones.
< 40%	Muy baja / No viable	Establecimiento deficiente; lote no apto o condiciones adversas.

Fuente: (ISTA, 2025).

## 7.9. Textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción de partículas minerales, esta característica influye directamente en la germinación y el desarrollo de las semillas determinando cuánta agua retiene. Los tipos de suelo más frecuentes son, arenoso, limoso, franco arenoso, franco y franco arcilloso, organizados según su estructura y su capacidad para retener agua. Cada tipo de suelo con el desempeño de las semillas en pruebas de germinación y vigor (USDA, 2019).

### 7.9.1. Escala de temperatura

La escala de temperatura organiza y categoriza las zonas o escenarios de estudio de acuerdo a intervalos de temperatura definidos, como muy frío, frío, templado frío, templado y templado cálido, lo que favorece la comparación del desempeño germinativo entre semillas procedentes de distintas altitudes o sometidas a diferentes regímenes térmicos. De esta forma, la escala funciona como un recurso metodológico que enmarca el análisis de los resultados,

contextualizando los porcentajes de germinación y el vigor observados en relación con las temperaturas ambientales o de ensayo utilizadas (FAO, 1994).

**Tabla 11:** Escala de las temperaturas °C.

<b>Rango T(°C)</b>	<b>Clasificación climática del sitio</b>	<b>Interpretación</b>
<5	Extremadamente frío	Asimilación detenida, germinación nula, riesgo de daño.
6-7	Muy frío severo	Imbibición lenta, germinación extremadamente reducida
8-9	Muy frío	Germinación muy lenta, metabolismo bajo.
10 – 12	Frío (altoandino)	Germinación lenta, buena conservación de la semilla.
13 – 14	Frío	Germinación moderada, desarrollo lento pero estable.
15 – 16	Templado frío	Germinación equilibrada; condiciones estables.
17 – 18	Templado	Germinación más rápida; mayor actividad metabólica.
19 – 20	Templado cálido	Germinación acelerada, posible mayor deterioro si la semilla no fue bien almacenada.

Fuente: (Okello, 2022).

### **7.9.2. Porcentaje de germinación estándar (GE)**

La evaluación se realizó a 25 °C en una cámara de germinación. Las semillas se colocaron en rollos de papel toalla dentro de una bandeja, con humedad constante durante 7 días. Se revisó la germinación a los 4 y 7 días; en cada evaluación se observó visualmente el desarrollo y se registró el número de semillas germinadas (Guaman Allauca, 2024).

### **7.9.3. Prueba de conductividad eléctrica (CE)**

La prueba se realizó en laboratorio, sumergiendo las semillas en agua desmineralizada durante 24 horas. Posteriormente, se registraron los valores de conductividad eléctrica con un medidor de conductividad para evaluar el comportamiento de las muestras (Guaman Allauca, 2024).

### **7.9.4. Prueba de envejecimiento acelerado (EA)**

La prueba se desarrolló en una cámara de envejecimiento acelerado a 41 °C. Las semillas se depositaron en recipientes plásticos codificados y se mantuvieron durante 72 horas. Finalizado este tiempo, se trasladaron a la cámara de germinación a 25°C para proceder con el ensayo de germinación estándar durante 7 días (Guaman Allauca, 2024).

#### **7.9.5. Prueba de determinación del contenido de humedad (CH)**

El análisis se realizó en laboratorio empleando una estufa a 120°C durante 24 horas. Las semillas se depositaron en recipientes de aluminio. Finalizado el tiempo, se pesó cada muestra en balanza analítica para registrar los datos (Guaman Allauca, 2024).

#### **7.9.6. Prueba de frío (PF)**

Se utilizó un refrigerador en laboratorio a 10°C. Allí se colocaron las semillas sobre un sustrato de tierra fina humedecido dentro de recipientes de aluminio, donde permanecieron durante 7 días. Posteriormente, las muestras se transfirieron a una cámara de germinación a 25°C. Transcurridos siete días, se contabilizó el número de semillas germinadas, aplicando el criterio estándar de la prueba de germinación (Guaman Allauca, 2024).

#### **7.9.7. Prueba de tetrazolio (Tz)**

(Guaman Allauca, 2024). Menciona que, una vez sumergidas las semillas en agua durante (16 a 18 horas) horas, se colocaron en un recipiente plástico y se sumergió las semillas en una vez cortadas de forma longitudinal en la solución de tetrazolio. Este envase se llevó a la estufa durante 3 horas a una temperatura de 30 °C. Se siguió la metodología del INIAP de Santa Catalina. En el laboratorio, las semillas se hidrataron previamente en agua purificada durante (24h). Luego, se cortaron longitudinalmente y se añadió la solución de. La muestra se incubó en la estufa a 60°C durante 25 minutos. Se determinó visualmente la viabilidad, considerando como viables aquellas semillas cuyos tejidos adquieren una coloración rojiza.

#### **7.9.8. Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)**

Esta evaluación se llevó a cabo en campo, se sembró las semillas directamente en campo, sobre un suelo natural y sin aplicar ningún tipo de abono. Luego de la siembra, se regó las semillas con agua, asegurando su humedad. Durante todo el periodo de la evaluación observe y registre diariamente cuantas semillas germinaban, para llevar un control visual del desarrollo bajo esas condiciones básicas (Martínez-Cañizares, 2024).

## 8.HIPÓTESIS

**Ha:** A través de las pruebas fisiológicas, (GE), (CE), (EA), (CH), (PF), (Tz), (IVE), se podrá determinar las características agro morfológicas de las semillas de gramíneas y leguminosas.

**Tabla 12:** *Operacionalización de variables.*

<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice</b>
A través de las pruebas fisiológicas, (GE), (CE), (EA), (CH), (PF), (Tz), (IVE), se podrá determinar las características agro morfológicas de las semillas de gramíneas y leguminosas.	<b>Variable dependiente</b>	<b>Encuestas</b>	Preguntas
	Agro morfología de la semilla.	Porcentaje de germinación estándar.	%
	<b>Variable Independiente</b>	Conductividad eléctrica.	uS (microsiemens)
	Semilla	Prueba de envejecimiento acelerado (porcentaje de germinación).	%
		Porcentaje de contenido de humedad.	%
		Prueba de frio (Porcentaje de germinación).	%
		Solución del tetrazolio.	
		Prueba de IVE (Porcentaje de germinación).	%

**Fuente:** (Salazar D, 2025).

### **8.1. Datos evaluar**

### **8.2. Porcentaje estándar de germinación estándar (GE)**

La prueba se realizó en una cámara de germinación a 25 °C, usando 72 líneas de semillas de gramíneas y leguminosas, de cada línea se tomó 20 semillas, se colocó en papel absorbente y en su respectivo envase durante siete días.

### **8.3. Conductividad eléctrica (CE)**

Se hidrataron las 72 líneas de semillas, 20 semillas de gramíneas y leguminosas en agua desmineralizada durante 24 h y se midió la conductividad eléctrica, donde valores bajos indican mayor integridad de membranas y alto vigor, mientras que valores altos reflejan deterioro y bajo vigor.

### **8.4. Prueba de envejecimiento acelerado (EA)**

Las semillas fueron expuestas en una cámara de germinación a 41 °C durante 72 horas y, posteriormente, se evaluó su germinación a 25 °C para conocer su vigor y resistencia al deterioro.

### **8.5 Contenido de humedad (CH)**

Se determinó mediante secado en estufa a 120 °C por 24 h y se pesó en una balanza analítica, para calcular el porcentaje de humedad.

### **8.6. Prueba de frío (PF)**

Las semillas se mantuvieron a 10 °C durante 7 días sobre sustrato húmedo y luego se evaluó la germinación a 25 °C, para apreciar la tolerancia al frío.

### **8.7. Prueba de tetrazolio (Tz)**

Las semillas se hidrataron con agua purificada durante 24 horas, se cortaron longitudinalmente y se incubaron en solución de tetrazolio, se colocó en una estufa a 62°C durante 25 minutos. La viabilidad se determinó por la coloración rojiza de los tejidos.

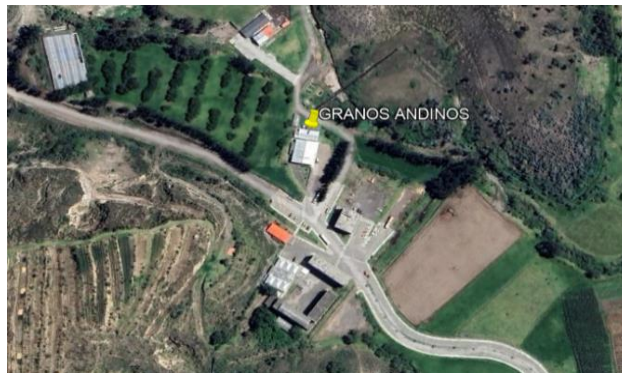
### **8.8. Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)**

Se evaluó en campo, registrando diariamente la emergencia de las plántulas para estimar la rapidez y uniformidad de emergencia.

## 9.METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, específicamente en el laboratorio de Granos Andinos ubicado en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

El sitio de investigación cuenta con coordenadas geográficas que registran aproximadamente 78°37 '19.16 " de longitud y entre 00°59'47.68" y 0°59'56.07" de latitud. Presenta una altitud de 2.735 msnm, con una temperatura promedio de 13°C y un clima clasificado como seco templado frío.



**Fuente:** (Google Earth, 2025).

### 9.1. Materiales, equipos y reactivos

**Tabla 13:** *Materiales utilizados en cada proceso realizado.*

<b>MATERIALES</b>
Líneas de semillas, papel absorbente, tarrinas plásticas transparentes ½ l, agua destilada, muestras de semillas, libreta de campo, lápiz, vasos plásticos, alcohol, papel film, agua desmineralizada, probeta, malla de alambre, cubos de espuma flex, silicona en “barra”, tijera, papel aluminio, etiquetas, bandejas de aluminio, tierra, arena, malla de alambre, bisturí, cajas petri, hojas de papel boom, azadón, rastrillo, regaderas, baldes.
<b>EQUIPOS</b>
Cámara de germinación, medidor de conductividad, horno, balanza, termómetro digital.
<b>REACTIVOS</b>
Tetrazolio.

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

## **9.2. Tipo de investigación**

Esta investigación fue de tipo cualitativo y cuantitativo, ya que permitió describir, interpretar y comprender las características y el comportamiento de las semillas evaluadas. En el caso de la evaluación agro morfológica de gramíneas y leguminosas, el propósito principal fue analizar los rasgos visibles asociados a la viabilidad de la semilla.

## **9.3. Método Descriptivo**

Se empleó un método descriptivo que permitió determinar con detalle las propiedades agro morfológicas de las semillas de gramíneas y leguminosas de la colecta 2025. El enfoque se basó en la observación directa, el registro y la medición de variables como forma, color, tamaño, humedad, viabilidad, vigor y porcentaje de germinación, sin alterar las condiciones naturales del material. Este procedimiento permitió describir el estado real de las muestras, comparar su comportamiento relacionando las pruebas de laboratorio (GE%CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) /EA%) (GE%PF%IVE%) (TZ%CH%) y así identificar las líneas de semillas que reflejaron el grado de deterioro o conservación de cada línea evaluada.

## **9.4. Técnicas de investigación**

## **9.5. Laboratorio**

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de modo que, las pruebas realizadas sobre la evaluación agro morfológica de gramíneas y leguminosas se ejecutaron bajo condiciones controladas en cada proceso realizado.

## **9.6. Campo**

El último proceso se realizó en campo se tomó el porcentaje de las semillas germinadas.

## **9.7. Bibliografía documental**

Este estudio adquirió gran relevancia en el ámbito bibliográfica y documental, dado que su fundamentación metodológica se sustenta en lo descrito por (Guaman Allauca, 2024). Quien detalla de manera específica y sistemática cada uno de los procedimientos ejecutados durante el desarrollo de la investigación.

## **9.8. Registro de datos**

Los datos se registraron en una libreta de campo. Posteriormente, esta información se digitaliza y tabulo mediante Microsoft Excel, esta herramienta permitió la organización, sistematización y gestión de los registros agro morfológicos. Este software facilitó la construcción de una base de datos estructurada y adaptable a variables tanto cuantitativas como cualitativas, optimizando el análisis subsecuente y asegurando la trazabilidad de la información obtenida en laboratorio y en campo.

## **9.9. Metodología de la investigación**

### **9.9.1 Colecta de las semillas**

La colecta de las líneas de semillas se realizó con el apoyo de los estudiantes de la cátedra de cultivos de clima frío, quienes participaron activamente en la recolección de material vegetal en diferentes localidades de las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Tungurahua.

En total, se recolectaron 72 líneas de semillas, correspondientes a especies de gramíneas y leguminosas. Dentro del grupo de gramíneas se incluyeron 5 líneas de morocho blanco, 6 líneas de maíz amarillo, 5 líneas de maíz chulpi, 5 líneas de trigo y 15 líneas de cebada. El grupo de leguminosas estuvo conformado por 10 líneas de fréjol, 6 líneas de habas, 18 líneas de arvejas y 2 líneas de chochos. El detalle completo del ingreso de cada línea de semilla se presenta del Anexo 15 al 19.

La colecta se realizó mediante una encuesta, en la cual se registró información relevante como el lugar de procedencia, tipo de cultivo y características generales del material recolectado; las semillas fueron trasladadas al área de Granos Andinos, donde se procedió a su respectiva codificación y registro. Cada línea fue identificada mediante un código único.

Posteriormente, toda la información obtenida fue organizada y sistematizada en una matriz de datos, lo que permitió un manejo ordenado del material y facilitó el análisis.

## **9.10. PRUEBAS DE EVALUACIÓN AGRO MORFOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS.**

Las pruebas que se utilizaron fueron las siguientes:

- Germinación estándar
- Conductividad eléctrica

- Envejecimiento acelerado
- Determinación del contenido de humedad
- Prueba de frío
- Prueba de tetrazolio
- Índice de velocidad emergencia (IVE)

### 9.10.1. PRUEBA DE GERMINACIÓN ESTÁNDAR

La prueba de porcentaje de germinación estándar se realizó para evaluar la viabilidad (ISTA, 2025), de 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 de morocho), (6 de maíz), (5 de chulpi), (5 de trigo), (15 de cebada) y 36 líneas de leguminosas (10 de fréjol), (6 de habas), (18 de arvejas), (2 de chochos). La prueba se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio controladas, como se presenta en la Foto 1.

*Fotografía 1: Prueba de germinación estándar de gramíneas y leguminosas.*



#### Materiales

- Tarrinas plásticas transparentes de ½ l
- Papel absorbente
- Agua purificada
- Muestra de semillas
- Carpeta de campo
- Lápiz

#### Equipos

- Cámara de germinación a 25 °C

### **Procedimiento**

La prueba fisiológica de germinación se realizó conforme a la metodología interpretada por (Guaman Allauca, 2024), de acuerdo a este autor, el análisis requiere la ejecución secuencial de las siguientes actividades.

Se seleccionaron 20 semillas de cada una de las 72 líneas evaluadas, las cuales se colocaron en tarrinas desechables con su respectivo código. En cada recipiente se colocó papel absorbente, se procedió a colocar las semillas y humedecerlas, para garantizar condiciones adecuadas. Posteriormente, las muestras fueron colocadas en la cámara de germinación, manteniéndose bajo condiciones controladas de temperatura (25 °C) y humedad relativa del 70%. El ensayo se evaluó diariamente durante siete días, manteniendo la humedad del papel absorbente mediante el riego de agua purificada dos veces al día de (08:00 y 15:00), de acuerdo con el protocolo establecido (Johnson, 2025). En el quinto día se observó que 16 líneas de semillas alcanzaron el (100%), identificadas con sus respectivos códigos, sin embargo, debido al retraso germinativo en algunas muestras, la evaluación se extendió hasta el séptimo día para obtener resultados.

La escala de los porcentajes de germinación se interpreta en tabla la tabla (4) según (ISTA, 2025).

El porcentaje de germinación estándar se determinó mediante una regla de tres.

$$PG\% = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de las semillas utilizadas}} * 100$$

(Rodríguez, 2025).

### **9.10.2. PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

En esta prueba se determinó la conductividad eléctrica para de evaluar el vigor fisiológico (Rosadore, 2016), de las 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 de morocho), (6 de maíz) (5 de chulpi) y 36 líneas de leguminosas (10 de fréjol), (6 de haba), (18 de arveja) y (2 de chocho). La prueba, se llevó a cabo en el laboratorio, como se presenta en la foto 2

**Fotografía 2:** Prueba de conductividad eléctrica.



**Materiales**

- Agua desmineralizada
- Vasos plásticos
- Papel film
- Muestras de semillas
- Vaso de precipitación
- Probeta

**Equipos**

- Medidor de conductividad

**Procedimiento**

Para la prueba de conductividad eléctrica se utilizaron (vasos plásticos), en cada uno se añadió 75 ml de agua desmineralizada, la cual presentaba una conductividad inicial de 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una temperatura de 25°C valores adecuados para el análisis en laboratorio según (Figueiredo, 2021), con estos valores no interfieren significativamente en los resultados. Se colocaron 20 semillas por línea en cada vaso. Las muestras fueron codificadas y selladas con papel film para prevenir la contaminación con partículas ambientales, este proceso se llevó a cabo durante 24 horas. Una vez concluido el tiempo de imbibición, las semillas fueron removidas y se realizó la medición para identificar la (CE).

Los valores altos indica bajo vigor y membranas deterioradas, bajo refleja mejor calidad de la semilla y membranas íntegras, menciona (Araméndiz, 2017), este análisis se interpreta en la tabla (5). Según (ISTA, 2025a).

La conductividad eléctrica se expresa en microsiemens por centímetro por gramo ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), con el fin de ajustar los resultados, Para su determinación se emplea la siguiente ecuación:

Donde:

CE (final)= Conductividad del agua desmineralizada después de 24 horas.

CE (inicial)= Conductividad del agua desmineralizada antes de colocar las semillas.

Peso seco= Peso de la muestra de semillas, en gramos.

$$CE(\mu\text{S cm}) = \frac{CE(\text{final}) - CE(\text{inicial})}{PS(\text{g})}$$

(Morey, 2024).

### 9.10.3. PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO

La prueba de envejecimiento acelerado se realizó para evaluar la viabilidad y el potencial fisiológico (Bayat, 2016), de 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 de morocho), (6 de maíz), (5 de chulpi), (5 de trigo), (15 de cebada) y 36 líneas de leguminosas (10 de fréjol), (6 de habas), (18 de arvejas) y (2 de chochos). Este procedimiento fue sometido a condiciones controladas con temperatura elevada para simular estrés fisiológico, tal como se muestra en la Foto 3.

*Fotografía 3: Prueba de envejecimiento acelerado.*



#### **Materiales**

- Agua desmineralizada
- Tarrinas plásticas transparentes de ½ l
- Muestras de semillas
- Mallas de alambre

- Cubos de espuma flex
- Silicona en barra

### Equipos

- Cámara de germinación a una temperatura 41 °C
- Cámara de germinación a 25 °C

### Procedimiento

Para la prueba de envejecimiento acelerado, se utilizaron tarrinas plásticas, se colocó silicona sobre una base de espuma flex y una malla de alambre, con el propósito de sostener las semillas durante el procedimiento, evitando su contacto directo con el agua. En el interior de cada tarrina se adicionaron 75 ml de agua destilada para generar un ambiente de alta humedad relativa. Después se colocó 20 semillas de cada una de las 72 líneas evaluadas en cada recipiente con su respectivo código. Todos los recipientes fueron sellados y colocados en la cámara de germinación a una temperatura de 41 °C durante un período de 72 horas, a condiciones estandarizadas para inducir el estrés por envejecimiento acelerado.

Luego de la prueba de envejecimiento acelerado, las semillas fueron sometidas a la prueba de germinación estándar, siguiendo el mismo procedimiento y condiciones. a una temperatura constante de 25 °C, para saber su tolerancia ante al estrés térmico, (Rua, 2019), tal como se ve en la foto 4.

**Fotografía 4:** Prueba de germinación estándar.



La escala de porcentajes de envejecimiento acelerado se interpreta en la tabla (6) según (ISTA, 2025).

El porcentaje de germinación del (EA) se determinó mediante una regla de tres.

$$PG (EA)\% = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de las semillas utilizadas}} * 100$$

(ISTA, 2016).

#### **9.10.4. PRUEBA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

La prueba del contenido de humedad, se realizó para medir la cantidad de agua (Wolkis, 2023), en las 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas, incluyendo (5 de morocho), (6 de maíz), (5 de chulpi), (5 trigo), y 36 líneas de leguminosas, correspondientes a (10 de fréjol), (6 de habas), (18 de arvejas) y (2 de chochos). Esta prueba fue sometida a condiciones controladas de temperatura elevada con el fin de simular estrés fisiológico Foto 5.

*Fotografía 5: Secado de semillas en el horno.*



#### **Materiales**

- Papel aluminio
- Muestras de semillas

#### **Equipos**

- Balanza analítica
- Horno

#### **Procedimiento**

Para la prueba del contenido de humedad, se utilizó un horno de secado, el cual fue encendido una hora antes del ensayo con el fin de asegurar el balanceo de la temperatura. Se colocaron 20

semillas de cada una de las 72 líneas evaluadas en los recipientes de aluminio con su respectivo código. Antes del secado, cada recipiente fue pesado con las semillas en una balanza analítica, registrándose todos los datos en la carpeta de campo.

Luego, los recipientes fueron introducidos en el horno a una temperatura constante de 120 °C durante 24 horas, permitiendo la eliminación del agua contenida en las semillas. Finalizado el periodo de secado, los recipientes se retiraron del horno, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se procedió a pesar el último peso (seco), lo que permitió determinar la pérdida de peso y calcular el contenido de humedad de las semillas (Shabnam, 2025)

La escala del contenido de humedad se interpreta en tabla la tabla (7) según (Porter, 2020).

Para el cálculo del contenido de humedad se aplicó la siguiente fórmula.

Donde:

Pi= peso inicial (recipiente + semilla húmeda)

Pf= peso final (recipiente + semilla seca)

$$H\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

(ISTA, 2016).

**Fotografía 6:** Se están enfriando a temperatura ambiente, para pesar el peso final.



#### 9.10.5. PRUEBA DE FRÍO

La prueba de frío se realizó para evaluar el vigor (Muyulema, 2020), de 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 líneas de morocho, 6 líneas de maíz, 5 líneas de chulpi) y 36 líneas de leguminosas (10 líneas de fréjol, 6 líneas de habas, 18 líneas de arveja, 2 líneas de chocho), utilizando 20 semillas por línea. Las semillas fueron sometidas a un estrés, de bajas temperaturas y alta humedad, con el fin de simular escenarios de siembra en períodos fríos y lluviosos. Las semillas de alto vigor manifiestan una mayor tasa de supervivencia, ya que resisten a bajas temperaturas (Rua, 2019).

*Fotografía 7: Prueba de frío bajo condiciones de estrés en 10°C.*



### **Materiales**

- Tierra
- Arena
- Malla de alambre
- Envase de aluminio
- Balanza
- Agua destilada
- Probeta
- Papel aluminio

### **Equipos**

- Congelador a 10 °C
- Cámara de germinación 25°C

### **Procedimiento**

Se preparó un sustrato homogéneo mezclando en partes iguales tierra y arena, previamente cernidas para obtener una textura fina. Con base en las dimensiones de las bandejas, se colocaron 300 g de sustrato por recipiente. En cada bandeja se sembraron 20 semillas a profundidades de 0,3; 0,8 y 2 cm, según (García, 2020). Las semillas se cubrieron con el mismo

sustrato, el cual se compacta ligeramente. Posteriormente, se añadió agua destilada hasta alcanzar aproximadamente el 70% de la capacidad de retención de humedad del sustrato según (Tituaña, 2022). Las bandejas fueron selladas con papel aluminio y sometidas a un estrés de frío en refrigerador a 10°C durante 7 días, al finalizar este período, y previo al traslado de germinación, se observó 8 líneas de semillas de cebada y 6 líneas de semilla de arvejas ya habían iniciado el proceso de germinación, se tomó los datos y se colocó en la libreta de campo. Concluido este período, las bandejas se trasladaron a condiciones de germinación a 25°C. Finalmente, se cuantificó el porcentaje de germinación mediante el conteo de plántulas emergidas, considerando que un mayor porcentaje refleja un mayor vigor de las semillas.

**Fotografía 8:** Germinación de semillas a una temperatura de 25°C.



La escala de la prueba de frío se interpreta en tabla la tabla (8) según (ISTA, 2025a).

El porcentaje de germinación de la prueba de frío, se determinó mediante una regla de tres.

$$PF\% = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de las semillas utilizadas}} * 100$$

(ISTA, 2016).

#### **9.10.6. PRUEBA DE TETRAZOLIO**

La prueba de tetrazolio se utilizó para evaluar el vigor y la viabilidad (Salazar, 2020), de 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 de morocho, 6 de maíz y 5 de chulpi) y 36 líneas de leguminosas (10 de fréjol, 6 de haba, 18 de arveja y 2 de chocho), utilizando 20 semillas por línea. Esta prueba se basa en la actividad enzimática de las deshidrogenasas presentes en tejidos vivos, las cuales reducen el cloruro de tetrazolio a formazán de color rojo, permitiendo diferenciar las semillas viables de las no viables (Smiderle & Clarisse, 2024).

**Fotografía 9:** Las semillas en sus respectivas cajas petri después del corte longitudinal a gramíneas y apertura de cotiledones a leguminosas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### **Materiales**

- Agua destilada
- Vasos plásticos
- Cajas Petri
- Tetrazolio
- Muestras de semillas
- Bisturí
- Jeringa de 20 ml

### **Equipos**

- Estufa

### **Procedimiento**

Para la ejecución de la prueba se emplearon 20 semillas de cada una de las 72 líneas de gramíneas, y leguminosas, las semillas fueron colocadas en agua purificada durante 24 horas a temperatura ambiente, con el fin de hidratar los tejidos y facilitar su manipulación.

A las semillas de gramíneas semilla se le practicó cuidadosamente un corte longitudinal completo en la región media del embrión, utilizando un bisturí. En el caso de las leguminosas, se procedió a abrir ambos lados con precaución. Posteriormente, las mitades de cada semilla fueron colocadas juntas en sus respectivas cajas petri previamente rotuladas.

Para la tinción, se colocó 20 ml de tetrazolio, las muestras en una solución acuosa de cloruro de 2,3,5 trifenil tetrazolio al 1%. Los recipientes se incubaron a 60 °C durante 25 minutos en una estufa, siguiendo la metodología establecida por el INIAP de Santa Catalina.

Finalizado el período de incubación, se retiraron las muestras y se evaluaron. La metodología consideró las temperaturas y tiempos de tinción óptimos para cada especie evaluada.

**Fotografía 10:** Las semillas se evaluaron visualmente; la coloración roja del tetrazolio indicó su viabilidad.



La identificación de la viabilidad de las semillas se realizó mediante la siguiente clasificación visual basada en los patrones de tinción.

- Rojo intenso = semilla viable
  - Rojo parcial = viabilidad reducida
  - Sin color = semilla muerta
- (Itp123, 2025).

El porcentaje de semillas viables se determinó mediante una regla de tres.

$$P (Tz) \% = \frac{\text{Número de semillas teñidas}}{\text{Número total de las semillas utilizadas}} * 100$$

(ISTA, 2016).

### 9.10.7. PRUEBA DE ÍNDICE DE VELOCIDAD EMERGENCIA (IVE)

El Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) se utilizó para evaluar el vigor (Solis, 2010), de 72 líneas de semillas, conformadas por 36 líneas de gramíneas (5 de morocho, 6 de maíz y 5 de chulpi) y 36 líneas de leguminosas (10 de fréjol, 6 de haba, 18 de arveja y 2 de chocho), empleando 20 semillas por línea. Esta prueba permitió medir la rapidez y uniformidad de emergencia de las plántulas, donde valores más altos de IVE indicaron mayor vigor de las semillas (Reed, 2022).

**Fotografía 11:** La prueba IVE se realizó en surcos paralelos y codificados.



### **Materiales**

- Muestras de semillas
- Azadón
- Rastrillo
- Regaderas
- Baldes

### **Procedimiento**

Para la prueba de campo, se preparó el área con surcos paralelos y uniformes, las cuales se organizaron en un total de 11 surcos fue identificado con su respectivo código.

Posteriormente, se procedió a la siembra colocando una semilla a una profundidad de 4 centímetros, con una distancia de 2 cm tanto entre semillas y entre surcos 10 cm. Esta distribución permite evaluar 20 semillas para cada una de las 72 líneas en estudio. Finalizada la siembra, las semillas fueron cubiertas con suelo para dar inicio al período de espera correspondiente a la fase de emergencia.

Según (García, 2016), menciona que, la germinación de las semillas ocurre generalmente dentro de los primeros 15 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones ambientales y del vigor de la semilla. No obstante, en el presente estudio se decidió ampliar el periodo de observación hasta los 20 días, con el fin de asegurar el registro completo de la emergencia de las plántulas.

**Fotografía 12:** Evaluación de la emergencia de plántulas en campo La prueba (IVE).



La escala de la prueba (IVE) SE interpreta en tabla la tabla (10) según (ISTA, 2025).

El porcentaje de semillas emergidas se determinó con una regla de tres.

$$PG (IVE) \% = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de las semillas utilizadas}} * 100$$

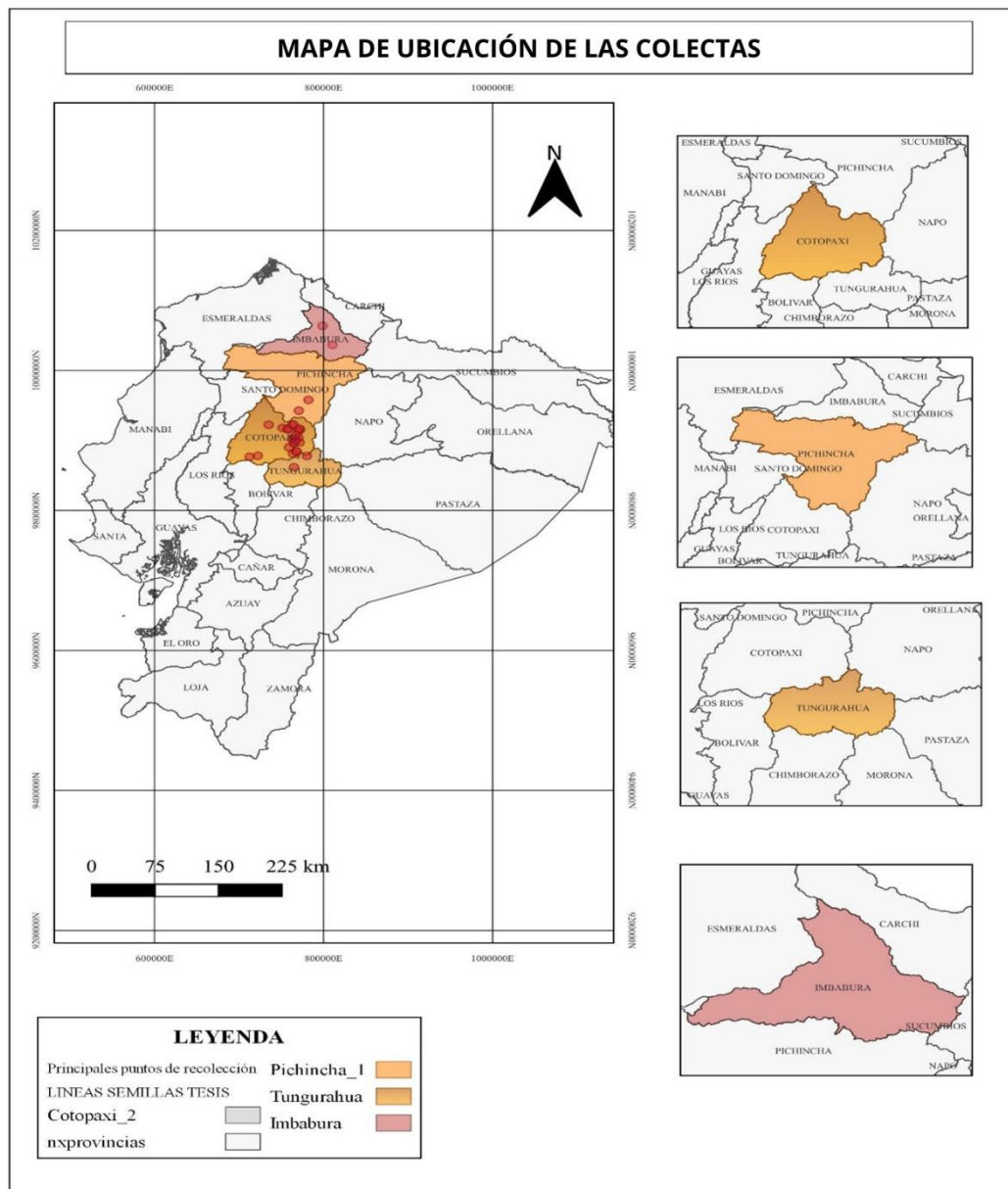
(ISTA, 2016).

## 10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1. Distribución geográfica sitios de colecta 2025

El mapa muestra la distribución geográfica de los sitios de recolección de las 72 líneas de semillas evaluadas durante las colectas 2025, las cuales se localizaron principalmente en la región interandina del Ecuador.

**Ilustración 4:** Distribución geográfica de los sitios de colectas 2025.



Fuente: Arc Gis.

El mapa muestra la ubicación geográfica de los puntos de las colectas de las 72 líneas de semillas evaluadas en el estudio. La recolección se concentró principalmente en la región interandina del Ecuador, destacando la provincia de Cotopaxi como la zona con mayor número de sitios de muestreo, seguida por Pichincha, Tungurahua e Imbabura. En conjunto, esta distribución refleja que las semillas fueron obtenidas en áreas representativas de producción agrícola andina.

## 10.2 Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025, según la edad del agricultor.

### 10.2.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada.

En la tabla 14. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de gramíneas, entre estas, (5 de morocho), (6 de maíz), (5 de chulpi), (5 de trigo), (15 de cebada) clasificadas en intervalos de edad, de (30 – 49 años), (50 – 59 años), (>60 años) según (MSP, 2025)

**Tabla 14:** *Edad del agricultor de gramíneas.*

Códigos.	Edad del agricultor.	Número de líneas según la edad.
T002-2025-UTC		
M0029-2025-UTC		
M00A-2025-UTC		
MCH-001-2025-UTC		
M-0024-2025-UTC		
C003-2025-UTC	30 - 49 (Adultez joven)	10
M006-2025-UTC		
C-0015-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC		
C0013-2025-UTC		
C-0014-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC		
C007-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
M0018-2025-UTC	50-59 (aduldez tardía)	10
MCH004-2025-UTC		
C016-2025-UTC		
M005-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
C008-2025-UTC		

---

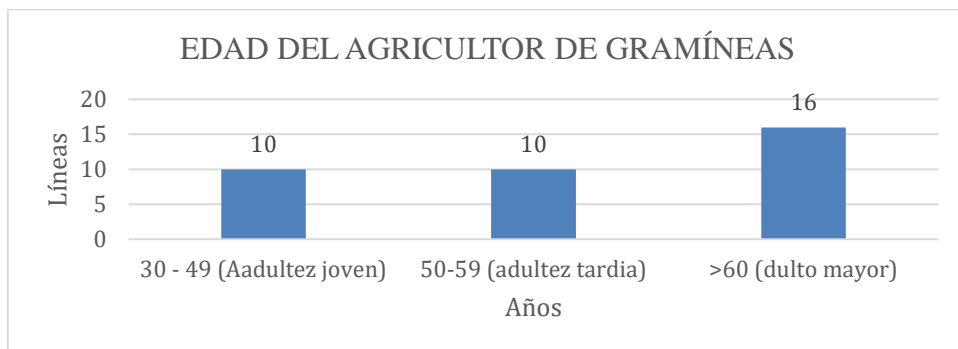
C012-2025-UTC		
C010-2025-UTC		
C009-2025-UTC		
T-005-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
MCH003-2025-UTC		
MCH-0005-2025-UTC		
C-0017-2025-UTC	>60 (dulto mayor)	16
T001-2025-UTC		
M-0025-2025-UTC		
C005-2025-UTC		
T006-2025-UTC		
C0011-2025-UTC		
M007-2025-UTC		
C002-2025-UTC		
C001-2025-UTC		

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

En la gráfica 1. Se observa que la mayor proporción de líneas recolectadas proviene de agricultores mayores de 60 años con 16 líneas, lo que indica que este grupo concentra una participación importante en la conservación de semillas. Por otro lado, los agricultores de 30 a 49 años y de 50 a 59 años representan cada 10 líneas, evidenciando una menor participación de los grupos de menor edad.

**Gráfico 1:** Edad del agricultor de gramíneas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

## 10.2.2 Leguminosas

### 10.2.2.1 Fréjol, habas, arvejas, chochos.

En la tabla 15. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de leguminosas, entre estas, (10 de frejol), (6 de habas), (18 de arvejas), (2 de chochos), clasificadas en intervalos de edad, de (30 – 49 años), (50 – 59 años), (>60 años) según (MSP, 2025).

**Tabla 15:** *Edad del agricultor de leguminosas.*

<b>Códigos.</b>	<b>Edad del agricultor.</b>	<b>Número de líneas según la edad.</b>
A0020-2025-UTC		
A0027-2025-UTC		
A012-2025-UTC		
F-0051-2025-UTC		
CH002-2025-UTC		
F0028-2025-UTC		
A004-2025-UTC		
A0015-2025-UTC	30 - 49 (Adulthood joven)	13
F009-2025-UTC		
A010-2025-UTC		
A-0028-2025-UTC		
A-0022-2025-UTC		
CH001-2025-UTC		
F008-2025-UTC		
A-0021-2025-UTC		
A0023-2025-UTC		
A007-2025-UTC		
A0016-2025-UTC	50-59 (adulthood tardía)	12
F0024-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
A0025-2025-UTC		

---

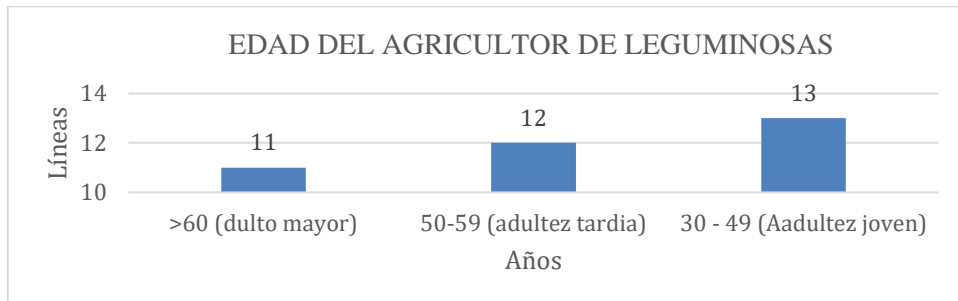
A002-2025-UTC		
F003-2025-UTC		
F05-2025-UTC		
H006-2025-UTC		
A018-2025-UTC		
F013-2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
F004-2025-UTC		
H002-2025-UTC		
H002-2025-UTC		
A0017-2025-UTC	>60 (adulto mayor)	11
H007-2025-UTC		
A019-2025-UTC		
A003-2025-UTC		

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

En la gráfica 2. Se observa que la mayor proporción de líneas recolectadas proviene de agricultores de 30 a 49 años 13 líneas, seguido por el grupo de 50 a 59 años 12 líneas y, en menor proporción, los mayores de 60 años 11 líneas. En conjunto, los resultados muestran una participación relativamente equilibrada entre los rangos de edad, indica que la conservación y manejo de semillas no depende únicamente de un solo grupo, sino que se mantiene como una práctica compartida entre distintas generaciones de agricultores.

**Gráfico 2:** Edad del agricultor de leguminosas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

**10.2.2.2. Discusión de este análisis**

En este estudio, la mayor cantidad de líneas recolectadas provino de agricultores mayores de 60 años (16 líneas), mientras que los grupos de 30–49 años y 50–59 años aportaron 10 líneas cada uno. Esto sugiere que la conservación de semillas aún depende principalmente de los agricultores de mayor edad, quienes mantienen prácticas tradicionales y resguardan diversidad local. Sin embargo, esta dependencia también representa un riesgo, ya que, si no se mejora el manejo de almacenamiento, la semilla puede deteriorarse rápidamente; en este sentido, la (FAO, 2010b) indica que la calidad, viabilidad y vigor de la semilla se reducen cuando se conserva bajo condiciones inadecuadas.

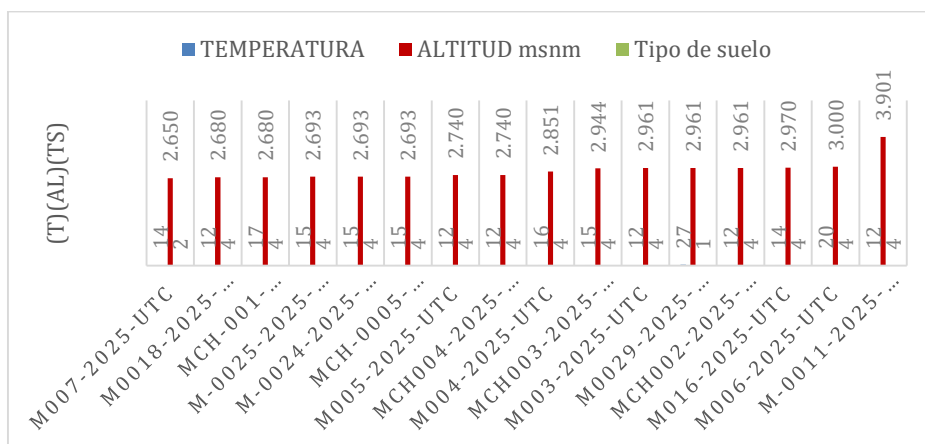
**10.3. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 temperatura (T), altitud (AL), tipo de suelo (Ts)**

**10.3.1 Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*).**

En el ANEXO 3. Se encuentra la matriz de recolección de las 16 líneas de semillas de gramíneas de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Pichincha.

La gráfica 3. Representa a las líneas 16 de semillas de gramíneas, que fueron recolectadas aproximadamente a 2.650 y 3.900 msnm y con temperaturas que varían entre los 12 y los 17 °C, en su mayoría son suelos francos que representa condiciones favorables en retención de agua, aireación y nutrientes para el cultivo de gramíneas, en menor porcentaje se tiene suelos (arenosos y limosos) con un manejo adecuado agronómico pueden ser aptos para estos cultivos.

**Gráfico 3:**Recolecta de las 16 líneas de morocho, maíz, chulpi de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, con su (T) (Al) (Ts).



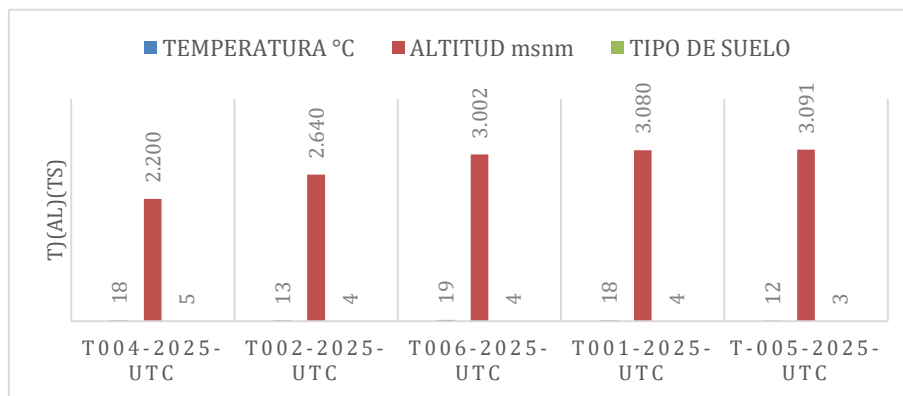
Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### 10.3.2 Trigo: (*Triticum*)

En el ANEXO 4. Se encuentra la matriz de recolección de las 5 líneas de semillas de gramíneas de las provincias de Cotopaxi e Imbabura.

La gráfica 4. Representa a las 5 líneas de semillas analizadas fueron recolectadas a altitudes de entre 2.200 y 3.901 msnm, con temperaturas que oscilaron entre los 12 y los 19 °C. Se desarrollaron principalmente en suelos francos, que son condiciones favorables para la retención de agua, la aireación y la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de gramíneas, según el criterio anteriormente mencionado.

**Gráfico 4:** Recolecta de las 5 líneas de trigo de las provincias de Cotopaxi, Imbabura, con su (T) (Al) (Ts).



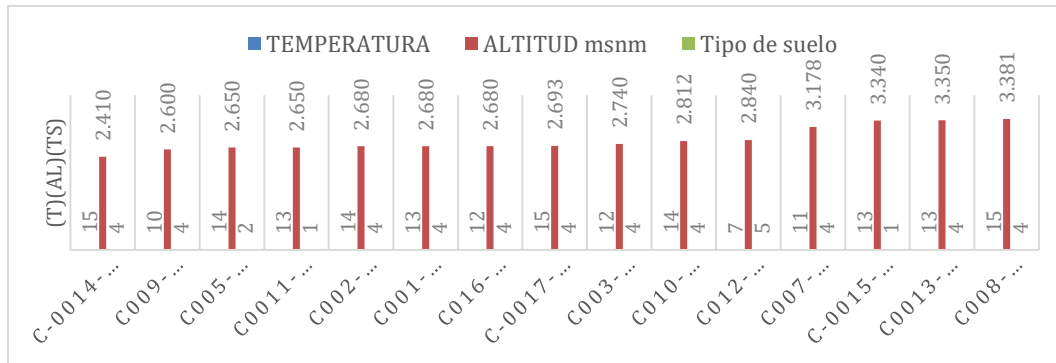
Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### 10.3.3. Cebada (*Hordeum vulgare*)

En el ANEXO 5. Se encuentra la matriz de recolección de las 15 líneas de semillas de gramíneas pertenecientes a las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua.

La gráfica 5. representa las líneas de semillas analizadas fueron recolectadas a altitudes aproximadas entre 2.410 y 3.381 msnm, con temperaturas que varían de 7 a 15 °C. Los suelos de textura franca son los más frecuentes, seguidos por los franco-arcillosos; los suelos limosos y arenosos son menos comunes. Estas condiciones climáticas y edáficas favorecen el crecimiento de gramíneas porque permiten que haya suficiente aireación, retención de humedad y nutrientes disponibles. Los suelos limosos y arenosos también pueden ser aptos para estos cultivos si se manejan agronómicamente bien.

**Gráfico 5:**Recolecta de las 15 líneas de cebada de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, con su (T) (Al) (Ts).



Elaborado

por: (Salazar D, 2025).

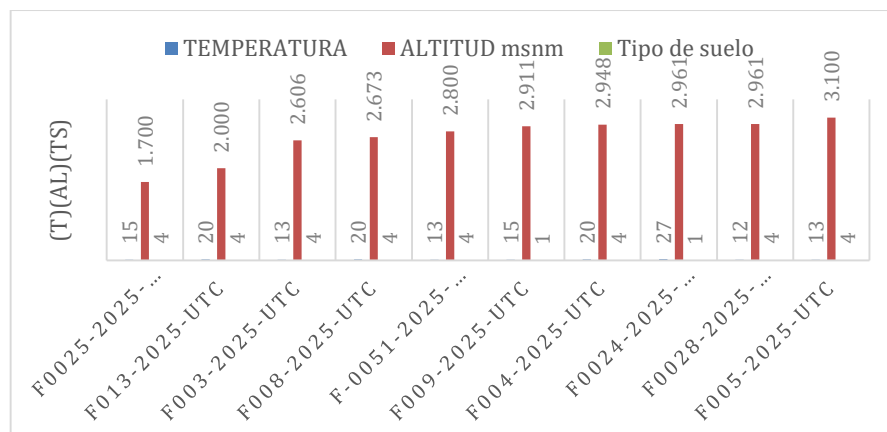
### 10.3.4. Leguminosas

#### 10.3.4.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

En el ANEXO 6. Se encuentra la matriz de recolecta de las 10 líneas de semillas de leguminosas perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

La gráfica 6. Ilustra las líneas de semillas de leguminosas, recolectadas en un rango altitudinal aproximado entre 1.700 y 3.100 m.s.n.m., con temperaturas que oscilan entre los 12 y los 27 °C. Los suelos más comunes son los de textura franca, que garantizan condiciones apropiadas para la retención de humedad, y la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de leguminosas; en menor cantidad están presentes los suelos arenosos, que pueden ser adecuadas para estos cultivos si se manejan agrónomicamente bien.

**Gráfico 6:**Recolecta de las 10 líneas de frejol de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts).



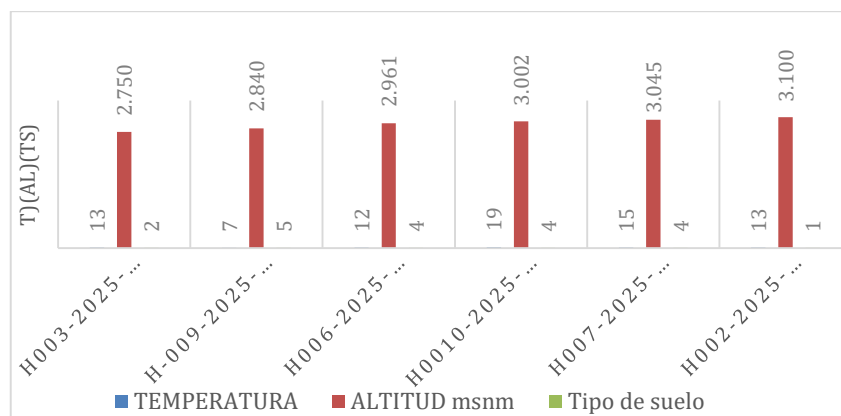
Elaborado por: (Salazar, D).

#### 10.3.4.2 Habas (*Vicia faba*)

En el ANEXO 7. Se encuentra la matriz de recolecta de las 6 líneas de semillas de leguminosas perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

La gráfica 7. Muestra las líneas de semillas de leguminosas, recolectadas a altitudes que oscilan entre los 2.750 y 3.100 msnm, con temperaturas que van desde los 7 a los 19 °C. Los suelos de textura franca y franco arcillosa predominan, ya que ofrecen condiciones propicias para la retención de humedad, aireación y disponibilidad de nutrientes; menos comunes son los suelos arenosos y limosos, que pueden ser aptos para estos cultivos si se les brinda un manejo agronómico apropiado.

**Gráfico 7:**Recolecta de las 6 líneas de habas de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts).



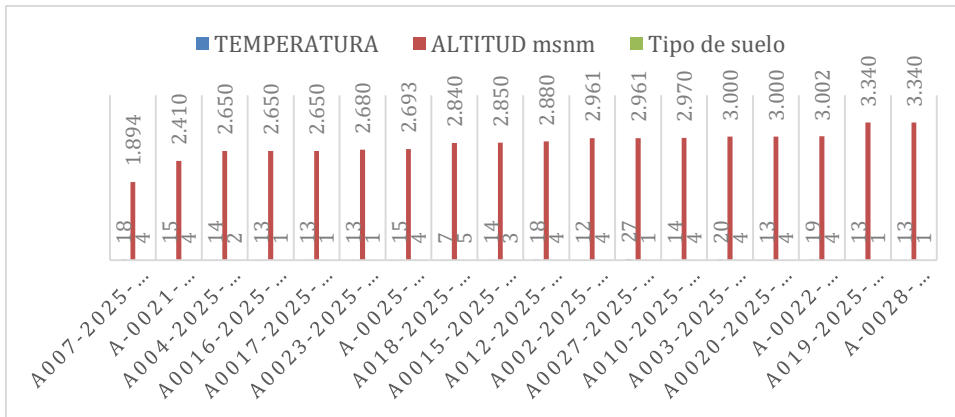
Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.3.4.3 Arveja (*Pisum sativa*)

En el ANEXO 8. Se encuentra la matriz de recolección de las 6 líneas de semillas de leguminosas pertenecientes a las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Imbabura.

La gráfica 8. Muestra las líneas de semillas de leguminosas, recolectadas a altitudes que oscilan entre 1.894 y 3.340 metros sobre el nivel del mar (msnm), donde las temperaturas están entre los 7 y los 27 °C. Los suelos más comunes son de textura franca y franco-arcillosa, que ofrecen condiciones adecuadas para la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes; en menor medida se encuentran suelos limosos y arenosos, que pueden ser aptos para estos cultivos si reciben un adecuado manejo agronómico.

**Gráfico 8:**Recolecta de las 18 líneas de arvejas de las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Imbabura, con su (T) (Al) (Ts).



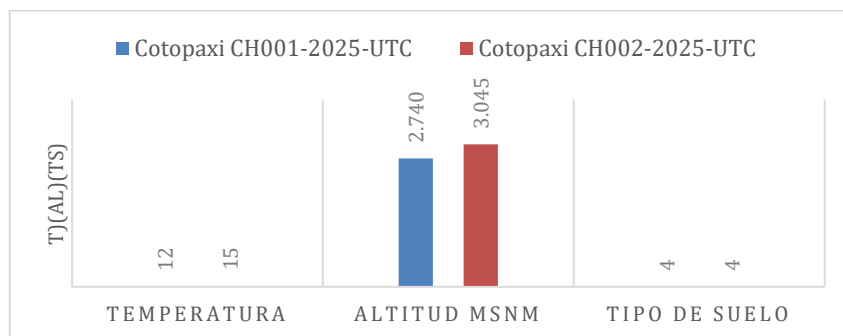
Elaborado por: (Salazar D, 2025).

**10.3.4.4 Chocho (*Lupinus mutabilis*)**

En el ANEXO 9. Se encuentra la matriz de recolecta de las 2 líneas de semillas de leguminosas perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

La gráfica 9. Muestra las líneas de semillas de leguminosas, que se recopilaron en una altitud aproximada entre 2.740 y 3.045 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 12 y los 15 °C. Se predominan suelos con textura franca, condiciones adecuadas para la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de leguminosas.

**Gráfico 9:**Recolecta de las 2 líneas de chochos de las provincias de Cotopaxi, con su (T) (Al) (Ts).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

**10.3.4.5 Discusión de este análisis**

Las variables temperatura, altitud y tipo de suelo evidenciaron una amplia variabilidad ambiental en las líneas de gramíneas y leguminosas evaluadas, con temperaturas entre 7 y 27

°C y altitudes desde 1.700 hasta más de 3.300 m s. n. m., características propias de sistemas agrícolas andinos. Estas condiciones influyeron directamente en la adaptación y comportamiento de los materiales.

Las gramíneas se localizaron principalmente en altitudes superiores a 2.600 m s. n. m., asociadas a temperaturas moderadas a bajas, lo que indicó una mejor adaptación a ambientes altoandinos, coincidiendo con lo reportado por (Quishpe, 2021.) y (Quesada, 2022). En contraste, las leguminosas mostraron una mayor amplitud altitudinal, presentándose tanto en zonas medias como altas, lo que reflejó una mayor plasticidad ecológica, aunque con respuestas variables al estrés ambiental, tal como señalaron (Alain & Delva, 2016)

El tipo de suelo predominante (tipo 4) correspondió a suelos de fertilidad media, comunes en la agricultura tradicional andina, condición que favorece la adaptación del germoplasma local (Pesántes & García, 2022). En conjunto, los resultados confirmaron que las gramíneas presentan mayor estabilidad ambiental, mientras que las leguminosas muestran mayor variabilidad adaptativa, resaltando la importancia de considerar el origen agroecológico en la caracterización agro morfológica y conservación de semillas.

#### 10.4. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025, según los años que es cultivada la semilla en la zona (Ac)

**Tabla 16:** *Escala de los años de permanencia del cultivo por los agricultores en las zonas.*

<b>Años de permanencia del cultivo en la zona.</b>	<b>Nivel del cultivo</b>	<b>Interpretación productiva</b>	<b>Implicación para el sistema agrícola</b>
≤ 10 años	Bajo	Positivo	Los agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo.
11 – 20 años	Medio	Moderadamente positivo	Cierta continuidad del cultivo, pero con intentos de rotación con otros cultivos.
21 – 30 años	Alto	Moderadamente negativo	Prefieren mantener el mismo cultivo durante largos periodos, limitando la diversificación.
> 30 años	Muy alto	Negativo	Predomina el monocultivo sostenido, incrementa riesgos productivos, deterioro del suelo y dependencia de un solo cultivo.

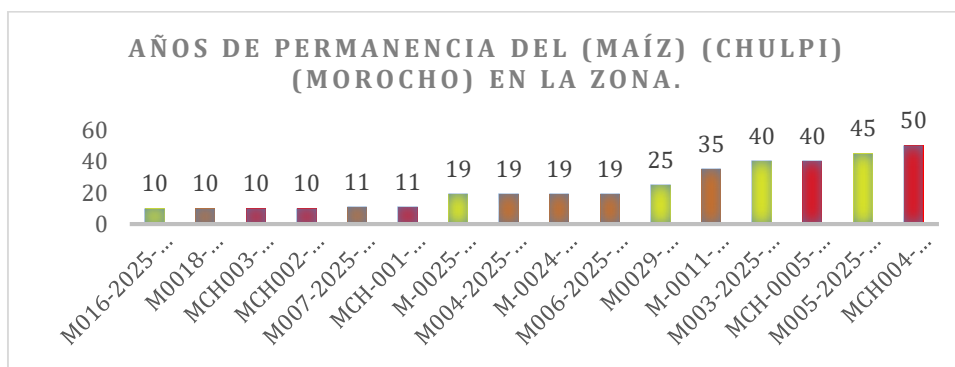
(Petruzzello, 2025).

#### 10.4.1 Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*).

En el ANEXO 10. Se encuentra la matriz de las 16 líneas de semillas de gramíneas según años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 10. Muestra los años de permanencia del cultivo de maíz, morocho, chulpi, en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 50 años, observando que 10 líneas de semillas se concentran en 10 y 19 años, clasificándose en niveles bajos y medios, con interpretación positivo y moderadamente positivo. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 6 líneas de semillas con un periodo de 25 a 50 años, clasificándose con niveles altos y muy altos, con interpretación moderadamente negativo, negativo. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que se limita la diversificación y predomina el monocultivo.

**Gráfico 10:** Años de permanencia del cultivo de morocho, maíz, chulpi, en la zona.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

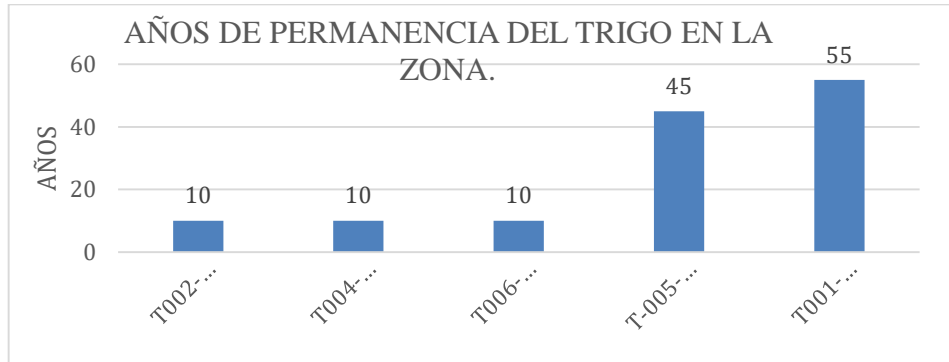
#### 10.4.2 Trigo: (*Triticum*)

En el ANEXO 11. Se encuentra la matriz de las 5 líneas de semillas de gramíneas según los años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 11. Muestra los años de permanencia del cultivo de trigo en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 55 años, observando que predominan 3 líneas de semillas que se concentran en 10 años clasificándose en niveles bajos, con interpretación positiva. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 2 líneas de semillas con un periodo de 45 a 55 años,

clasificándose con niveles muy altos, con interpretación negativa. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que predomina el monocultivo.

**Gráfico 11:** Años de permanencia del cultivo de trigo en la zona.



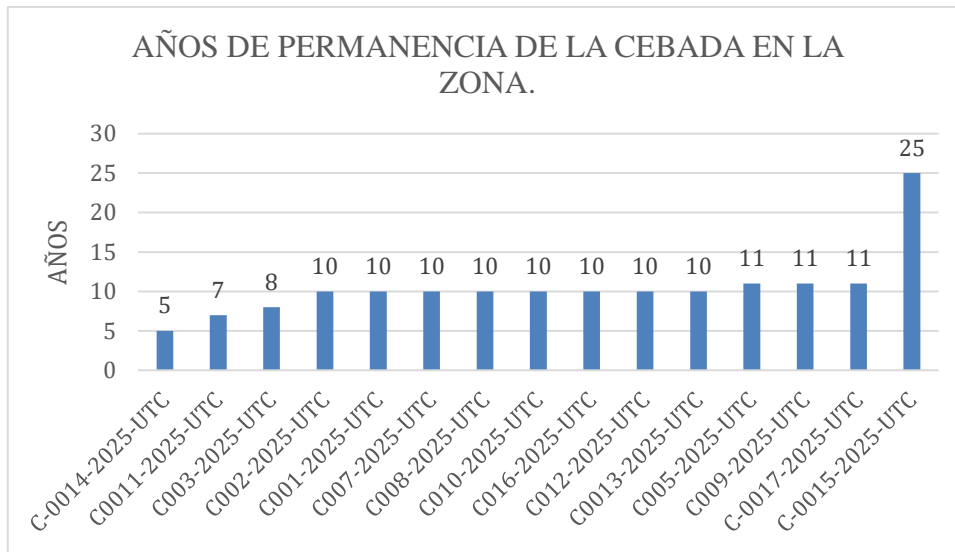
Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.4.3 Cebada (*Hordeum vulgare*)

En el ANEXO 12. Se encuentra la matriz de las 5 líneas de semillas de gramíneas según los años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 12. Muestra los años de permanencia del cultivo de cebada en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 25 años, observando que predominan 14 líneas de semillas que se concentran entre 10 y 11 años, clasificándose en niveles bajos y medios, con interpretación positiva y moderadamente positiva. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 1 línea de semilla con un periodo de 25 años, clasificándose con niveles alto, con interpretación moderadamente negativa. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que algunos agricultores han mantenido el cultivo por décadas, lo cual limita la diversificación.

**Gráfico 12:** Años de permanencia del cultivo de cebada en la zona.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

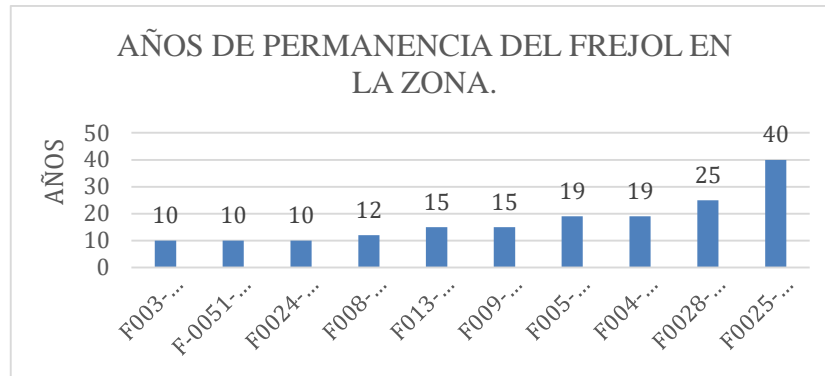
#### 10.4.4 Leguminosas

##### 10.4.4.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

En el ANEXO 13. Se encuentra la matriz de las 10 líneas de semillas de leguminosas según los años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 13. Muestra los años de permanencia del cultivo de fréjol en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 40 años, observando que 8 líneas de semillas se concentran entre 10 y 19 años, clasificándose en niveles bajos y medios, con interpretación positiva y moderadamente positiva. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 2 líneas de semilla con periodos de 25 y 40 años, clasificándose con niveles altos, muy altos, con interpretación moderadamente negativa. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que algunos agricultores limitan la diversificación y predomina el monocultivo.

**Gráfico 13:** Años de permanencia del cultivo de fréjol en la zona.



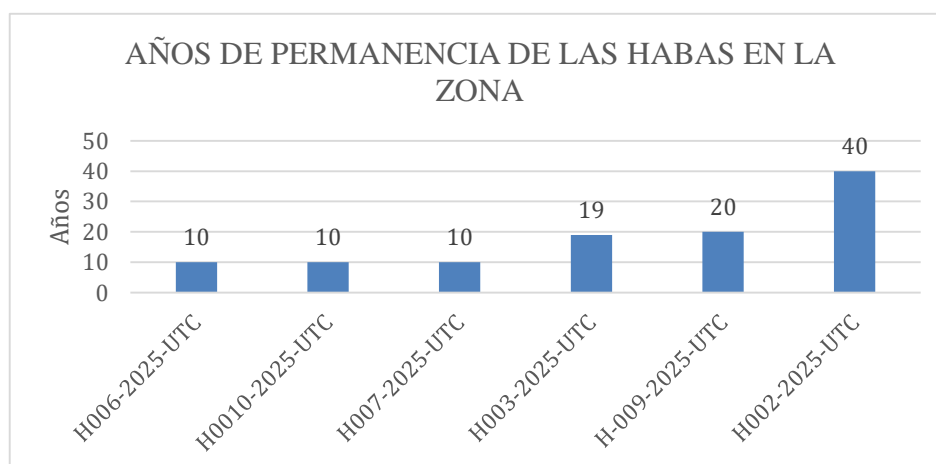
Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.4.4.2 Habas (*Vicia faba*)

En el ANEXO 14. Se encuentra la matriz de las 6 líneas de semillas de leguminosas según años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 14. Muestra los años de permanencia del cultivo de habas en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 40 años, observando que 5 líneas de semillas se concentran entre 10 y 20 años, clasificándose en niveles bajos y medios, con interpretación positiva y moderadamente positiva. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 1 línea de semilla con un periodo de 40 años, clasificándose con niveles muy altos, con una interpretación negativa. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que algunos agricultores predominan el monocultivo.

**Gráfico 14:** Años de permanencia del cultivo de habas en la zona.



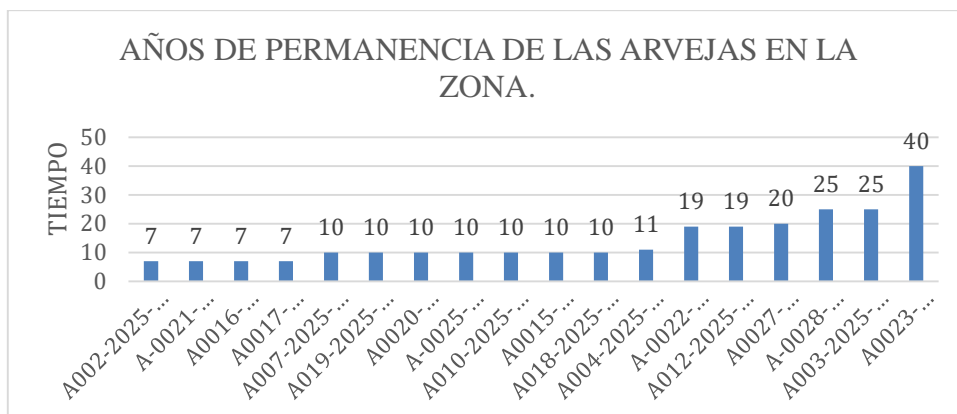
Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.4.4.4 Arveja (*Pisum sativa*)

En el ANEXO 15. Se encuentra la matriz de las 18 líneas de semillas de leguminosas según los años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 15. Muestra los años de permanencia del cultivo de arvejas en la zona, con valores que oscilan entre 10 y 40 años, observando que 15 líneas de semillas se concentran entre 10 y 20 años, clasificándose en niveles bajos y medios, con interpretación positiva y moderadamente positiva. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que muchos agricultores diversifican cultivos reduciendo el monocultivo. Sin embargo, también se identifican 3 líneas de semilla con un periodo de 25 a 40 años, clasificándose con niveles altos, muy altos, con interpretación moderadamente negativa, y negativa. Menciona (Petruzzello, 2025), resaltando que algunos agricultores limitan la diversificación y predomina el monocultivo.

**Gráfico 15:** Años de permanencia del cultivo de arvejas en la zona.



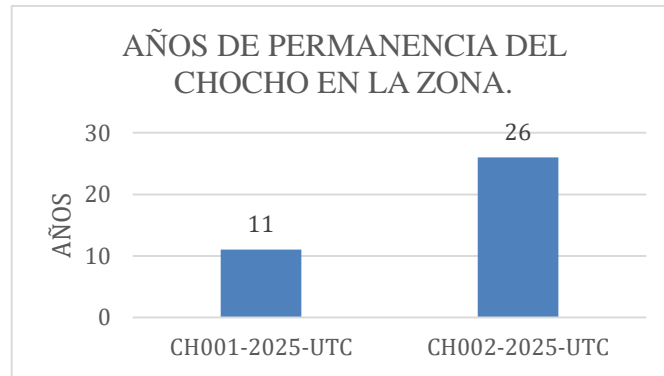
Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.5.4.5 Chocho (*Lupinus mutabilis*)

En el ANEXO 16. Se encuentra la matriz de las 2 líneas de semillas de leguminosas según los años de permanencia del cultivo en la zona.

La gráfica 16. Muestra los años de permanencia del cultivo de chochos en la zona, con valores que oscilan entre 11 y 26 años, clasificándose en niveles bajos y altos, con interpretación positiva y moderadamente negativa. Menciona (Petruzzello, 2025) lo que indica que los agricultores intentan realizar la rotación de cultivos, limitando la diversificación.

**Gráfico 16:** Años de permanencia del cultivo de chocho en la zona.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.4.4.6. Discusiones de este análisis.

El análisis del tiempo de conservación del cultivo en la zona evidenció una alta variabilidad entre las líneas evaluadas, con valores que oscilan aproximadamente entre 5 y 55 años, lo que reflejó diferencias en la importancia cultural, adaptación agroecológica y valor productivo de los cultivos dentro de los sistemas agrícolas locales.

Las gramíneas presentaron, en general, mayores tiempos de conservación, destacándose líneas mantenidas entre 35 y 50 años, lo que indicó una alta aceptación por parte de los agricultores, asociada a su estabilidad productiva y adaptación a las condiciones locales. Este comportamiento coincide con lo reportado por (*Quishpe, 2021*), quienes señalaron que los cultivos tradicionales de gramíneas suelen conservarse por varias décadas debido a su resistencia y utilidad alimentaria.

Las leguminosas mostraron tiempos de conservación más cortos y variables, predominando rangos entre 7 y 25 años, aunque algunas líneas alcanzaron hasta 40–55 años. Esta variabilidad sugiere que, si bien las leguminosas son importantes en la dieta y en la fertilidad del suelo, su permanencia en los sistemas agrícolas depende en mayor medida de factores de mercado, manejo agronómico y preferencia local, tal como lo describieron (*Alain & Delva, 2016*).

Los cultivos con menor tiempo de conservación ( $\leq 10$  años) evidenciaron procesos recientes de introducción o reemplazo, posiblemente relacionados con cambios en la práctica agrícola o pérdida de variedades locales, documentada por (*Pesántes & García, 2022*).

De manera general, los resultados confirmaron que el tiempo de conservación en la zona constituye un indicador relevante del valor agronómico y cultural de los cultivos, destacándose una mayor permanencia de las gramíneas frente a una mayor dinámica de renovación en las leguminosas, lo que resalta la importancia de estrategias de conservación in situ del germoplasma local.

### 10.5. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 según la forma de obtención de la semilla, el origen y los años de conservación.

**Tabla 17:** *Origen y años en que los agricultores conservan las semillas.*

<b>Años de conservación de la semilla</b>	<b>Origen u obtención de la semilla</b>	<b>Interpretación técnica</b>
1 año	Cosecha anterior	Semilla conservada a corto plazo.
2 años	Cosechas anteriores	Semilla conservada por periodos largos.
0 años	Otros agricultores locales	Semilla externa, sin control ni conservación previa por parte del productor
0 años	Compra mercados locales	Semilla adquirida comercialmente, sin información sobre condiciones de almacenamiento

Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.5.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada

En la tabla 18. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de gramíneas, entre estas, 5 líneas de la semilla de morocho (blanco), 6 líneas de maíz (amarillo), 5 líneas de maíz (chulpi), 5 líneas de trigo, 15 líneas de cebada, clasificadas en cuatro categorías, semilla proveniente de la cosecha anterior, de cosechas anteriores, obtenida de otros agricultores locales y adquirida en mercados locales.

**Tabla 18:** *Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las gramíneas.*

<b>Códigos.</b>	<b>Obtención y conservación de la semilla (años).</b>	<b>Número de líneas.</b>
M005-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
M0029--2025-UTC		
MCH001-2025-UTC		
M007-2025-UTC		
MCH004-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC		
T002-2025-UTC		
C003-2025-UTC		
C005-2025-UTC		
C010-2025-UTC	(1 AÑO) COSECHA	15
C-0015-2025-UTC	ANTERIOR	
C0013-2025-UTC		
T001-2025-UTC		
T-005-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
M-0025 -2025-UTC		
M004-2025-UTC		
M-0024-2025-UTC		
MCH003-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
C002-2025-UTC	(2 AÑOS)	12
C001-2025-UTC	COSECHAS	
C007-2025-UTC	ANTERIORES	
C008-2025-UTC		
C0011-2025-UTC		

---

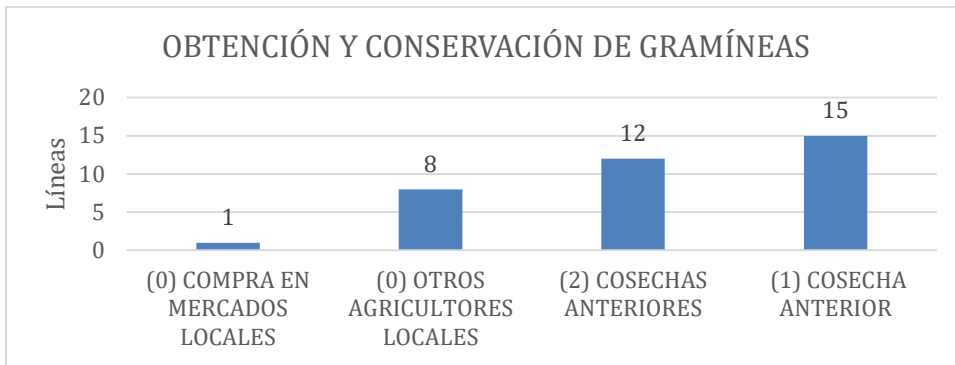
M0018-2025-UTC		
M006-2025-UTC		
MCH-0005-2025-UTC		
T006-2025-UTC		
C016-2025-UTC		
C-0014-2025-UTC	(0) OTROS	
C009-2025-UTC	AGRICULTORES	8
C-0017-2025-UTC	LOCALES	
	(0) COMPRA EN	
C012-2025-UTC	MERCADOS	1
	LOCALES	

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025)

La gráfica 17. Muestra la obtención de las semillas de gramíneas, estos datos se determinaron a través de una encuesta hacia los agricultores, que indica que la forma más común de conservar la semilla es mediante la cosecha anterior, representando 15 líneas, lo que indica que varios agricultores utilizan su propia semilla. En menor proporción, 12 líneas corresponden a semillas de cosechas anteriores, reflejando un almacenamiento por más tiempo. Asimismo, 8 líneas obtienen la semilla de otros agricultores locales, mientras que solo 1 línea la compra en mercados locales, lo que evidencia que la mayoría prefiere conservar o conseguir la semilla dentro de su propio entorno productivo.

**Gráfico 17:** Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las gramíneas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025)

### 10.3.4 Leguminosas

#### 10.3.4.1 Fréjol, habas, arvejas, chochos.

En la tabla 19. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de leguminosas, entre estas, 10 líneas de fréjol, 6 líneas habas, 18 líneas de arvejas, 2 líneas de chochos, clasificadas en cuatro categorías, semilla proveniente de la cosecha anterior, de cosechas anteriores, obtenida de otros agricultores locales y adquirida en mercados locales.

**Tabla 19:** Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las leguminosas.

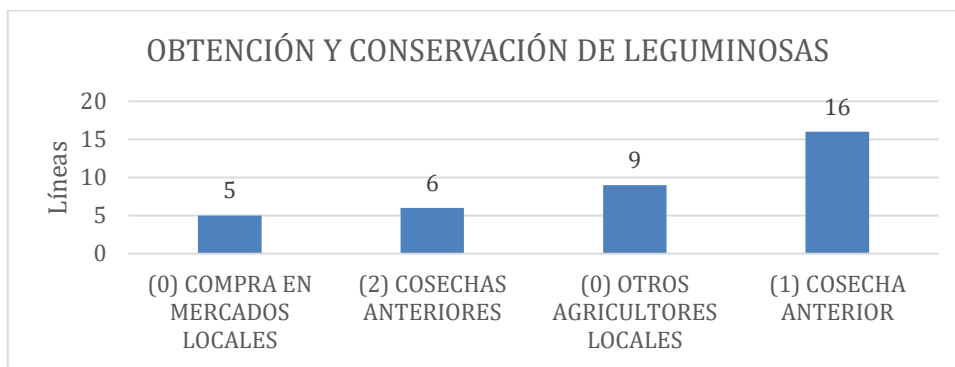
Códigos.	Obtención y conservación de la semilla (años).	Número de líneas.
H007-2025-UTC		
H006-2025-UTC		
A019-2025-UTC	(0) COMPRA EN MERCADOS LOCALES	5
A018-2025-UTC		
CH002-2025-UTC		

---

F008-2025-UTC		
F009-2025-UTC		
F004-2025-UTC		
A007-2025-UTC	(2 AÑOS) COSECHAS	6
A0023-2025-UTC	ANTERIORES	
A0016-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
H003-2025-UTC		
A003-2025-UTC		
F0024-2025-UTC	(0) OTROS	
A-0028-2025-UTC	AGRICULTORES	9
F-0051-2025-UTC	LOCALES	
A010-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
A0017-2025-UTC		
F013-2025-UTC		
A-0021-2025-UTC		
A-0025-2025-UTC		
A0012-2025-UTC		
F0028-2025-UTC		
F003-2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
H0010-2025-UTC	(1 AÑO) COSECHA	16
H002-2025-UTC	ANTERIOR	
A002-2025-UTC		
A004-2025-UTC		
A0020-2025-UTC		
A0015-2025-UTC		
A0027-2025-UTC		
A-0022-2025-UTC		
CH001-2025-UTC		

La gráfica 18. Muestra que la principal forma de obtención y conservación de la semilla es a partir de la cosecha anterior, con 16 líneas, lo que indica que la mayoría de agricultores utiliza su propia semilla por ser un método práctico y accesible. En menor proporción, 9 líneas que obtienen de otros agricultores locales, 6 líneas corresponden a la conservación de cosechas anteriores, y 5 líneas adquieren mediante compra en mercados locales, evidenciando que las opciones externas son menos utilizadas porque los productores prefieren depender de su propia semilla.

**Gráfico 18:** *Origen u obtención de la semilla, según los años de conservación de las leguminosas.*



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.3.4.4 Discusión del análisis

Se evidenció que en ambos grupos la forma predominante de obtención y conservación de la semilla fue la cosecha anterior, lo que demuestra que los agricultores mantienen una fuerte práctica de conservación in situ, utilizando su propia semilla por ser la opción más accesible, confiable y adaptada a las condiciones locales; sin embargo, esta tendencia fue más marcada en las gramíneas, donde se evidenció una mayor continuidad del material, ya que suelen ser cultivos básicos y de mayor estabilidad en el manejo tradicional, lo que coincide con lo reportado por (Quishpe, 2021.); (Alain & Delva, 2016), quienes señalan que los agricultores conservan semilla propia principalmente por la confianza en su rendimiento y adaptación. Por otro lado, la conservación a partir de cosechas anteriores (dos o más ciclos) tuvo una participación importante tanto en gramíneas como en leguminosas, lo cual refleja que varios productores guardan semilla por varios años como parte de una selección empírica y tradicional; no obstante, esta práctica puede representar un mayor riesgo en leguminosas, ya que su semilla suele deteriorarse más rápido si no se almacena en condiciones adecuadas, afectando su viabilidad. Además, la obtención de semilla desde otros agricultores locales presentó valores

intermedios y fue ligeramente más relevante en leguminosas, evidenciando que este grupo se apoya más en redes de intercambio comunitario, las cuales cumplen un rol clave en el mantenimiento de la agrobiodiversidad, como destacan (Pesántes & García, 2022), al señalar que el intercambio informal permite conservar diversidad genética y asegurar disponibilidad de materiales adaptados. Finalmente, la compra en mercados locales fue la alternativa menos utilizada en ambos grupos, indicando una baja dependencia del mercado formal y una preferencia por semillas locales, situación que se relaciona con lo mencionado por (Chicaiza, 2024.).

#### **10.4. Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 según los métodos de conservación de las semillas.**

##### **10.4.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada.**

En la tabla 20. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de gramíneas, entre estas, 5 líneas de la semilla de morocho (blanco), 6 líneas de maíz (amarillo), 5 líneas de maíz (chulpi), 5 líneas de trigo, 15 líneas de cebada. Se agrupan de acuerdo a los métodos de conservación, lo que permite identificar el tipo de métodos que dan a la semilla.

**Tabla 20:** *Métodos con la que son conservadas las semillas de gramíneas.*

<b>Código.</b>	<b>Métodos de conservación de semillas.</b>	<b>Líneas de semillas.</b>
C-0014-2025-UTC	FUNDAS	1
MCH-0005-2025-UTC	VENTIVEO	2
C-0017-2025-UTC		
MCH-001-2025-UTC	SECADO ANCESTRAL	7
MCH002-2025-UTC		
M0018-2025-UTC		
MCH003-2025-UTC		
T001-2025-UTC		
C016-2025-UTC		
C-0015-2025-UTC		

---

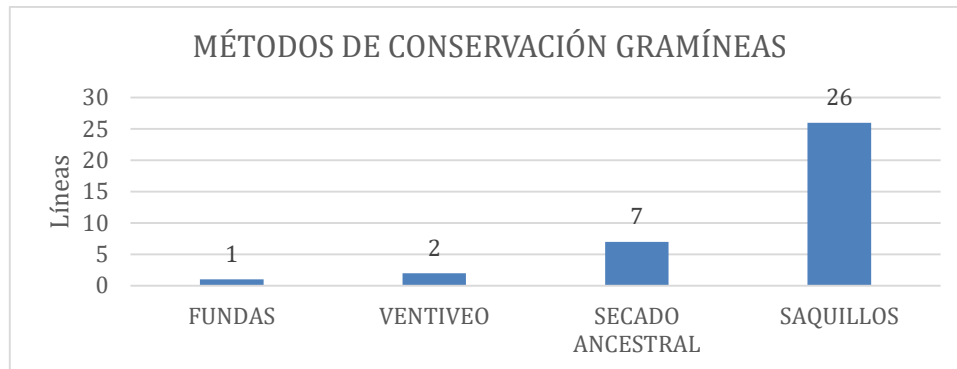
-M003-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
M0029-2025-UTC		
M-0025-2025-UTC		
M004-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC		
M007-2025-UTC		
M-0024-2025-UTC		
M006-2025-UTC		
M005-2025-UTC		
MCH004-2025-UTC		
T002-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
T006-2025-UTC	SAQUILLOS	26
T-005-2025-UTC		
C002-2025-UTC		
C003-2025-UTC		
C001-2025-UTC		
C007-2025-UTC		
C008-2025-UTC		
C010-2025-UTC		
C005-2025-UTC		
C0011-2025-UTC		
C012-2025-UTC		
C009-2025-UTC		
C0013-2025-UTC		

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025)

La gráfica 19. Muestra que el método de conservación más utilizado por los agricultores es el uso de saquillos, con 26 líneas, lo que indica que esta alternativa predomina durante el almacenamiento. En menor proporción se emplea el secado ancestral con 7 líneas, evidenciando que aún se mantienen prácticas tradicionales. Por otro lado, el ventiveo 2 líneas y el uso de fundas 1 línea, son los menos utilizados, lo cual sugiere que estos métodos se aplican solo de manera ocasional.

**Gráfico 19:** Número de los métodos con la que son conservadas las semillas de gramíneas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.4.4. Leguminosas

##### 10.4.4.1 Fréjol, habas, arvejas, chochos.

En la tabla 21. Se clasifican los códigos de las colectas de las 36 líneas de semillas de leguminosas, entre estas, 10 líneas de fréjol, 6 líneas habas, 18 líneas de arvejas, 2 líneas de chochos. Se agrupan de acuerdo a los métodos de conservación, lo que permite identificar el tipo de métodos que dan a la semilla.

**Tabla 21:** Métodos con la que son conservadas las semillas de leguminosas.

Código.	Métodos de conservación de semillas.	Líneas de semillas.
CH001-2025-UTC	EN CARTONES	1
H003-2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
H006-2025-UTC		
H0010-2025-UTC	FUNDAS	6
H007-2025-UTC		
H002-2025-UTC		

---

F004-2025-UTC		
A012-2025-UTC		
A018-2025-UTC		
F008-2025-UTC		
CH002-2025-UTC		
F003-2025-UTC		
A002-2025-UTC	SECADO	13
A0020-2025-UTC	ANCESTRAL	
A-0025-2025-UTC		
A-0021-2025-UTC		
A0016-2025-UTC		
A0027-2025-UTC		
A-0022-2-025-UTC		
F013-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
F-0051-2025-UTC		
F009-2025-UTC		
F0024-2025-UTC		
F0028-2025-UTC		
A003-2025-UTC		
A007-2025-UTC		
A004-2025-UTC	SAQUILLOS	16
A0023-2025-UTC		
A-0028-2025-UTC		
A019-2025-UTC		
A010-2025-UTC		
A0017-2025-UTC		
A0015-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		

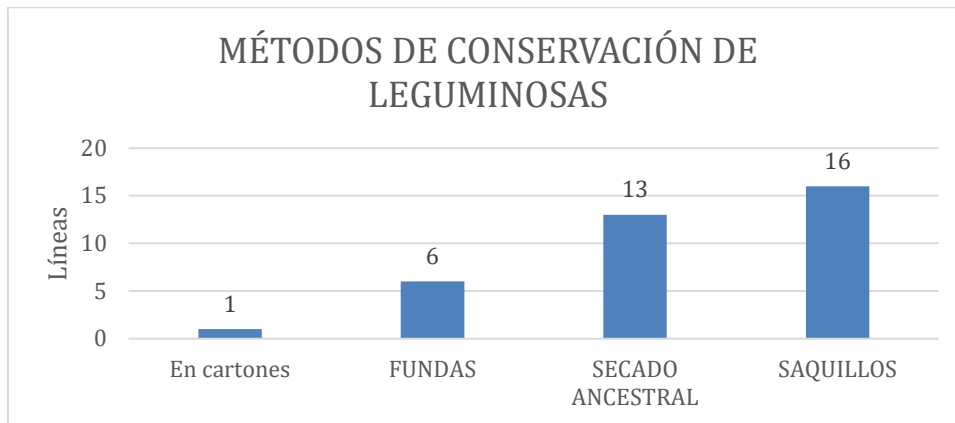
---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 20. Muestra que el método de conservación más utilizado por los agricultores es el almacenamiento en saquillos, con 16 líneas lo que refleja que esta práctica predomina. El secado ancestral con 11 líneas, evidenciando que aún se conservan técnicas tradicionales en algunos casos. Por otro lado, el uso de fundas 6 líneas y la conservación en cartones 1 línea son

alternativas poco utilizadas, lo que sugiere que se aplican solo de forma ocasional o dependiendo de la disponibilidad y costumbre de cada agricultor.

**Gráfico 20:** Número de los métodos con la que son conservadas las semillas de leguminosas.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.4.4.2 Discusiones del análisis

Los métodos de conservación de semillas, se evidenció que tanto en gramíneas como en leguminosas el método predominante fue el almacenamiento en saquillos, registrando 26 líneas en gramíneas y 16 líneas en leguminosas, lo cual demuestra que los agricultores prefieren esta alternativa por ser práctica, económica y fácil de manejar dentro de su sistema tradicional de conservación; además, se observó el uso del secado ancestral de gramíneas 7 líneas y de leguminosas 11 líneas, reflejando que aún se mantienen prácticas culturales que responden al conocimiento empírico del agricultor, lo cual coincide con lo señalado por (Quishpe, 2021.) y (Alain & Delva, 2016), quienes destacan que los productores conservan su semilla con métodos tradicionales basados en la confianza, la experiencia y la adaptación del material a su entorno. En menor proporción se identificaron métodos como el venteo en gramíneas 2 líneas y 1 línea, en leguminosas el uso de fundas de 6 líneas y 1 línea en cartones, los cuales se aplican de forma limitada y probablemente dependen de la disponibilidad de materiales, mostrando que existen prácticas alternativas, aunque poco frecuentes. Estos resultados reflejan que la conservación en la zona se sostiene principalmente en estrategias simples y accesibles, donde el agricultor continúa siendo el actor clave en la conservación del germoplasma local y el mantenimiento de la diversidad agrícola, tal como también se relaciona con lo descrito por (Pesántes & Garcia, 2022) respecto a la importancia de los sistemas comunitarios y tradicionales, y por (Chicaiza, 2024.) al indicar que la elección del método responde a la búsqueda de seguridad, adaptación y menor riesgo productivo.

## 10.5 Análisis de colectas de gramíneas y leguminosas 2025 del fin que le dan semillas.

### 10.5.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz chulpi, trigo, cebada.

En la tabla 22, se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a 36 líneas de semillas de gramíneas de grano grande, entre estas, 5 líneas de la semilla de morocho (blanco), 6 líneas de maíz (amarillo), 5 líneas de maíz (chulpi) se agrupan de acuerdo, al fin de las semillas asignadas, para identificar de manera precisa el destino de uso de cada colecta.

**Tabla 22:** *Número del fin de las semillas según las líneas de gramíneas.*

<b>Código.</b>	<b>Fin de la semilla.</b>	<b>Número de líneas.</b>
M016-2025-UTC	Consumo	1
M007-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
C007-2025-UTC	Siembra	5
C008-2025-UTC		
C005-2025-UTC		
M0029-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC	Consumo y	
MCH004-2025-UTC	producir	7
T-005-2025-UTC	nueva	
C0011-2025-UTC	planta	
C-0015-2025-UTC		
C0013-2025-UTC		
M0005-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
M-0025-2025-UTC	Siembra y	23
M004-2025-UTC	consumo	
M0024-2025-UTC		
M0018-2025-UTC		

---

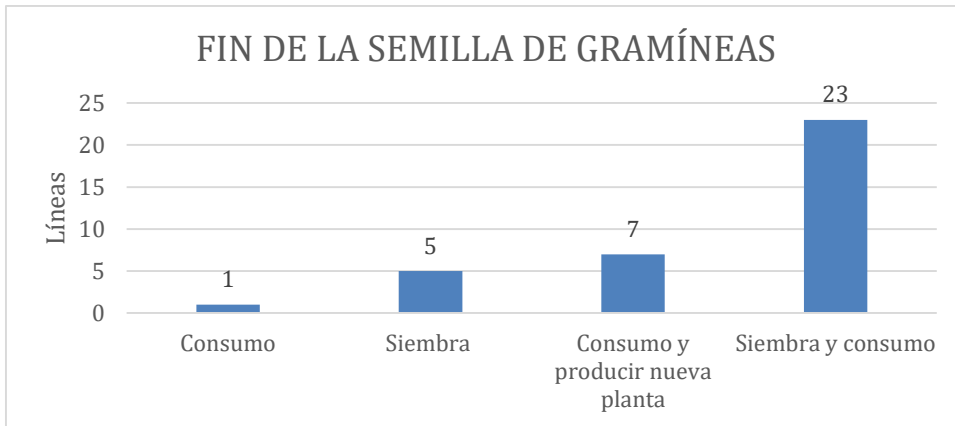
MCH003-2025-UTC  
MCH-0005-2025-UTC  
MCH-001-2025-UTC  
MCH002-2025-UTC  
T002-2025-UTC  
T001-2025-UTC  
T006-2025-UTC  
C02-2025-UTC  
C003-2025-UTC  
C001-2025-UTC  
C-0014-2025-UTC  
C010-2025-UTC  
C016-2025-UTC  
C012-2025-UTC  
C009-2025-UTC  
C-0017-2025-UTC

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 21. Muestra que el principal destino de la semilla en la zona es siembra y consumo, con 22 líneas, lo que indica que la mayoría de agricultores aprovecha su producción para asegurar la próxima siembra, manteniendo así la continuidad del cultivo. En menor proporción, las 7 líneas utilizan la semilla para consumo y producir una nueva planta, mientras que solo 5 líneas es únicamente para siembra. Finalmente, 1 línea corresponde a semillas usada solo para consumo, evidenciando que en general los agricultores priorizan conservar semilla con fines productivos y no únicamente alimenticios.

**Gráfico 21:** *Número del fin de las semillas según las líneas de gramíneas.*



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

## 10.5.2 Leguminosa

### 10.5.2.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

En la tabla 23. Se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a las 36 líneas de leguminosas, fréjol, habas, arvejas, chocho se agrupan de acuerdo al fin de las semillas asignadas, para identificar de manera precisa el destino de uso de cada colecta.

**Tabla 23:** *Fin las semillas según las líneas de leguminosas.*

Código	Fin de la semilla	Número de líneas
F008-2025-UTC		
FO13-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
F009-2025-UTC		
F004-2025-UTC		
F0028-2025-UTC		
H003-2025-UTC	Siembra y consumo	17
H006-2025-UTC		
H007-2025-UTC		
H002-2025-UTC		
A002-2025-UTC		
A003-2025-UTC		
A007-2025-UTC		
A019-2025-UTC		

---

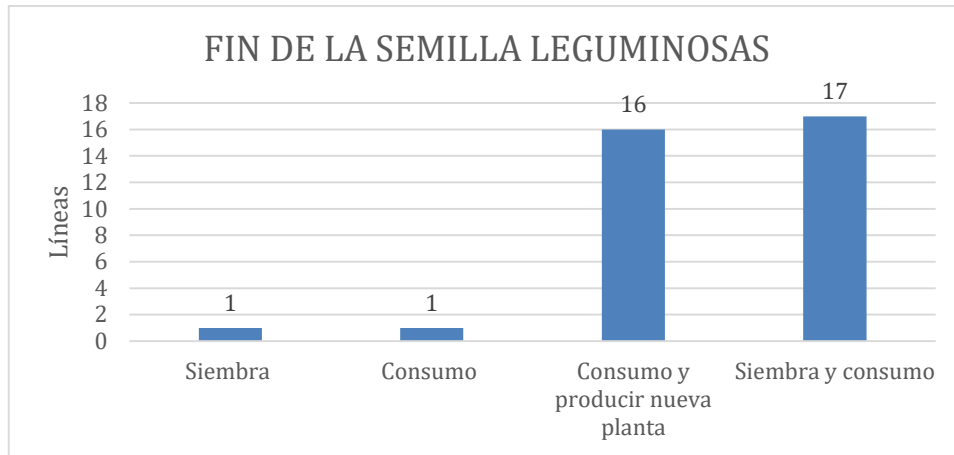
A-0025-UTC		
A-0021-2025-UTC		
A018-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
F0024-2025-UTC		
F0028 2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
H0010-2025-UTC		
A012-2025-UTC		
A0023-2025-UTC	Consumo y	
A-0028-2025-UTC	producir	17
A0020-2025-UTC	nueva	
A0016-2025-UTC	planta	
A0017-2025-UTC		
A0015-2025-UTC		
A0027-2025-UTC		
A-0022-2025-UTC		
CH001-2025-UTC		
CH002-2025-UTC		
A004-2025-UTC	Siembra	1
A010-2025-UTC	Consumo	1

---

Elaborado por (Salazar D, 2025).

En la gráfica 22. Muestra que el uso más frecuente que los agricultores dan a la semilla es siembra y consumo, con 17 líneas, refleja que gran parte de la producción se destina tanto a la alimentación como a asegurar el cultivo para la siguiente temporada. Seguido se observa, 16 líneas, corresponde a consumo y producir nueva planta, evidenciando que también se aprovecha la semilla como parte del ciclo productivo. Por otro lado, la siembra sola y el consumo solo representan apenas una línea, indicando que son prácticas poco comunes y que en general los agricultores prefieren un uso más completo y funcional de la semilla.

**Gráfico 22:** *Numero del fin las semillas según las líneas de leguminosas.*



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### 10.5.2.1 Discusión de este análisis.

Se evidenció que el principal fin de la semilla en la zona fue siembra y consumo, registrando los valores más altos en ambos grupos evaluados, 23 líneas de gramíneas y 17 líneas de leguminosas, lo que refleja que los agricultores utilizan la semilla como un recurso clave para asegurar la continuidad del cultivo y al mismo tiempo cubrir necesidades alimentarias familiares, comportamiento que coincide con lo reportado por (Quishpe, 2021) y (Muñoz & Gutiérrez, 2022) quienes mencionan que en sistemas agrícolas tradicionales la semilla cumple una función doble: productiva y alimentaria. En segundo lugar, la categoría consumo y producir nueva planta presentó porcentajes intermedios, 7 líneas de gramíneas y 16 líneas de leguminosas, indicando que una parte de los agricultores busca aprovechar la semilla sin perder la posibilidad de regenerar el material en ciclos posteriores, estrategia descrita por (Alain & Delva, 2016), como una práctica campesina orientada a optimizar recursos sin comprometer totalmente la producción futura. Finalmente, el uso exclusivo de la semilla para siembra 5 líneas de gramíneas y 1 línea de leguminosas y para consumo 1 línea en gramíneas y leguminosas, fue el menos frecuente, lo que sugiere que estas decisiones son más puntuales y dependen de condiciones específicas como disponibilidad de semilla y prioridades del hogar, tal como explican (Pesántes & Garcia, 2022), indicó que estas decisiones están fuertemente influenciadas por factores como disponibilidad de semilla, presión alimentaria y expectativas de producción.

## 10.6 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según sus características de calidad para una buena semilla.

### 10.6.1 Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*), trigo (*Triticum*), cebada (*Hordeum vulgare*).

La tabla 24. Muestra que todas las colectas de gramíneas evaluadas, presentaron características propias de una buena semilla, tales como madurez del grano, tamaño adecuado, color uniforme y sanidad.

**Tabla 24:** Características generales de gramíneas determinantes de una buena calidad de semilla.

Código.	Características de una buena semilla.	Numero de características de la semilla.
M0005-2025-UTC		
M005-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
M0029-2025-UTC		
M-0025-2025-UTC		
M004-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC	Que el grano esté	
M007-2025-UTC	maduro, buen tamaño,	100
M-0024-2025-UTC	buen color y sano	
M0018-2025-UTC		
M006-2025-UTC		
MCH003-2025-UTC		
MCH-0005-2025-UTC		
MCH-001-2025-UTC		
MCH004-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC		

T002-2025-UTC		
T001-2025-UTC	Que el grano esté	
T006-2025-UTC	maduro, buen tamaño,	100
T-005-2025-UTC	buen color y sano	
T004-2025-UTC		
C02-2025-UTC		
C003-2025-UTC		
C001-2025-UTC		
C-0014-2025-UTC		
C010-2025-UTC		
C016-2025-UTC		
C012-2025-UTC	Que el grano esté	
C009-2025-UTC	maduro, buen tamaño,	100
C-0017-2025-UTC	buen color y sano	
C0011-2025-UTC		
C-0015-2025-UTC		
C0013-2025-UTC		
C007-2025-UTC		
C008-2025-UTC		
C005-2025-UTC		

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La tabla 24. Muestra que el 100% de los agricultores, en todas las líneas evaluadas, coincide en que una buena semilla debe tener el grano maduro, de buen tamaño, buen color y sano, lo que refleja un criterio claro y uniforme basado en la experiencia práctica, ya que estas características son fáciles de identificar y están asociadas a una mejor germinación y establecimiento del cultivo. Donde se indica que la calidad de semilla debe considerar aspectos físicos y sanitarios, como uniformidad, ausencia de daño y buen estado del grano, ya que esto influye directamente en el vigor y el éxito del cultivo

## 10.6.2 Leguminosas

### 10.6.2.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris*), Habas (*Vicia faba*), Arveja (*Pisum sativa*), Chocho (*Lupinus mutabilis*).

La tabla 25. Muestra que todas las colectas de leguminosas evaluadas, presentaron características propias de una buena semilla, tales como madurez del grano, tamaño adecuado, color uniforme y sanidad.

**Tabla 25:** Características generales de leguminosas determinantes de una buena calidad de semilla.

Código.	Características de una buena semilla.	Numero de características de la semilla.
F008-2025-UTC		
FO13-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
F009-2025-UTC		
F004-2025-UTC	Que el grano esté maduro, buen tamaño, buen color y sano	100
F0028-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
F0024-2025-UTC		
F0028 2025-UTC		
H003-2025-UTC		
H006-2025-UTC	Que el grano esté maduro, buen tamaño, buen color y sano	100
H007-2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
H0010-2025-UTC		
A002-2025-UTC		
A003-2025-UTC	Que el grano esté maduro, buen tamaño, buen color y sano	100
A007-2025-UTC		
A019-2025-UTC		
A-0025-UTC		
A-0021-2025-UTC		

---

A018-2025-UTC		
A012-2025-UTC		
A0023-2025-UTC		
A-0028-2025-UTC		
A0020-2025-UTC		
A0016-2025-UTC		
A0017-2025-UTC		
A0015-2025-UTC		
A0027-2025-UTC		
A-0022-2025-UTC		
A004-2025-UTC		
A010-2025-UTC		
CH002-2025-UTC	Que el grano esté	
CH002-2025-UTC	maduro, buen tamaño,	100
CH002-2025-UTC	buen color y sano	

---

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La tabla 25. Muestra que el 100% de los agricultores, en todas las líneas evaluadas, coincide en que una buena semilla debe tener el grano maduro, de buen tamaño, buen color y sano, lo que refleja un criterio claro y uniforme basado en la experiencia práctica, ya que estas características son fáciles de identificar y están asociadas a una mejor germinación y establecimiento del cultivo. Donde se indica que la calidad de semilla debe considerar aspectos físicos y sanitarios, como uniformidad, ausencia de daño y buen estado del grano, ya que esto influye directamente en el vigor y el éxito del cultivo

#### **10.6.2.2 Discusión del análisis**

Las características de una buena semilla evidenciaron que el 100% de los agricultores, en todos los cultivos evaluados, seleccionó su material de siembra basándose en criterios físicos y visuales como grano maduro, buen tamaño, buen color y ausencia de daños, lo que refleja que existe un conocimiento empírico consolidado sobre cómo identificar semillas de calidad antes de la siembra. Este resultado es relevante porque al obtener un 100% de coincidencia en los criterios de selección, se demuestra que la comunidad agrícola mantiene una práctica uniforme que prioriza semillas sanas y bien formadas, asociadas con mejores probabilidades de germinación y establecimiento del cultivo. Este comportamiento coincide con lo reportado por

(Quishpe, 2021.) Mena, 2022). Asimismo, (Muñoz-Gutiérrez, 2022) indicó que la selección basada en tamaño y color permite reducir el riesgo de utilizar semillas inmaduras o afectadas por patógenos, especialmente en sistemas de producción tradicional.

La preferencia por semillas maduras y de buen aspecto también ha sido relacionada con mayores porcentajes de germinación y vigor, tal como lo documentaron (Pesántes & García, 2022) quienes destacaron que, aunque estos criterios no sustituyen pruebas de laboratorio, constituyen una práctica eficiente para la selección inicial del material vegetal en campo.

En general, los resultados confirman que la selección tradicional es una práctica ampliamente utilizada y válida, ya que el 100% de los agricultores evaluados aplicó criterios similares, aportando a la conservación del germoplasma local y a la sostenibilidad productiva, tal como también lo enfatiza (Chicaiza, 2024.)

## **10.7 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según su provincia de origen.**

### **10.7.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz, chulpi, trigo, cebada.**

En la tabla 26. Se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a las 36 líneas de semillas de gramíneas, entre estas, 5 líneas de la semilla de morocho (blanco), 6 líneas de semilla de maíz (amarillo), 5 líneas de maíz (chulpi), trigo, cebada, evaluadas según su provincia de origen

**Tabla 26:** *Presenta las líneas de semillas de gramíneas evaluadas según su provincia de origen: Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua, Imbabura.*

<b>Código.</b>	<b>Provincia.</b>	<b>Número de Provincias.</b>
M005-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
M0029-2025-UTC	Cotopaxi	27
M-0025-2025-UTC		
M004-2025-UTC		
M-0024-2025-UTC		
M0018-2025-UTC		

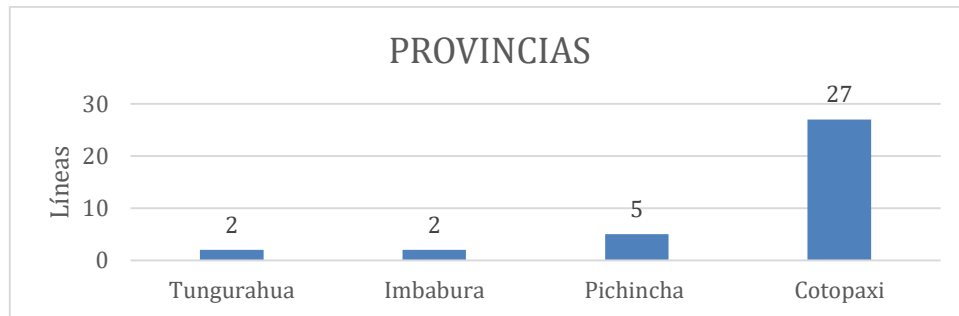
---

MCH003-2025-UTC		
MCH-0005-2025-UTC		
MCH-001-2025-UTC		
MCH004-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC		
T002-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
T006-2025-UTC		
C002-2025-UTC		
C003-2025-UTC		
C001-2025-UTC		
C007-2025-UTC		
C008-2025-UTC		
C016-2025-UTC		
C0011-2025-UTC		
C012-2025-UTC		
C-0015-2025-UTC		
C-0017-2025-UTC		
C0013-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC		
M006-2025-UTC		
T-005-2025-UTC	Pichincha	5
C010-2025-UTC		
C009-2025-UTC		
M007-2025-UTC		
C005-2025-UTC	Tungurahua	2
T001-2025-UTC		
C-0014-2025-UTC	Imbabura	2

---

La gráfica 23. Muestra que la mayor parte del material recolectado proviene de la provincia de Cotopaxi, con 27 líneas, lo que indica que esta zona fue la principal fuente de semillas. En menor proporción, Pichincha aportó con 5 líneas, mientras que Tungurahua e Imbabura presentaron los porcentajes más bajos 2 líneas de cada una, lo que refleja una recolección más limitada en estas provincias.

**Gráfico 23:** Número de las líneas de semillas según su provincia de origen.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

## 10.7.2. Leguminosas

### 10.7.2.1. Fréjol, habas, arvejas, chochos.

En la tabla 27. Se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a 36 líneas de semillas de leguminosas, evaluadas según su provincia de origen.

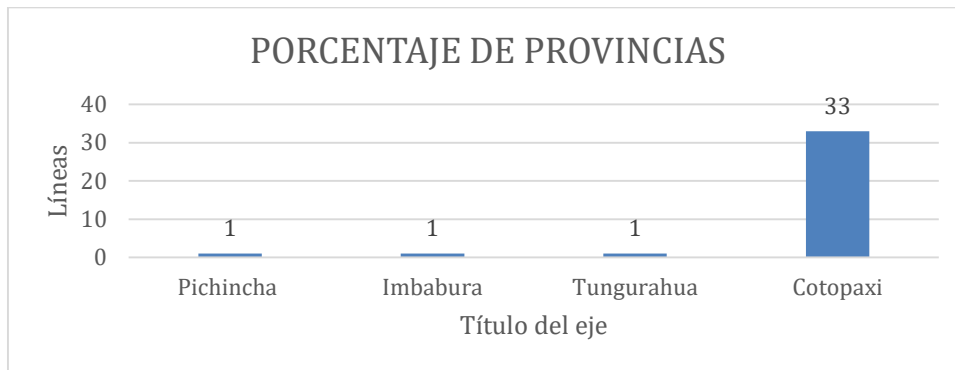
**Tabla 27:** Presenta las líneas de semillas de gramíneas evaluadas según su provincia de origen: Cotopaxi, Pichincha y Imbabura.

Código.	Provincia.	Número de Provincias.
F008-2025-UTC		
F013-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
F0025-2025-UTC		
F-0051-2025-UTC	Cotopaxi	33
F009-2025-UTC		
F004-2025-UTC		
F0024-2025-UTC		

	F0028-2025-UTC			
	F003-2025-UTC			
	H003-2025-UTC			
	H-009-2025-UTC			
	H006-2025-UTC			
	H0010-2025-UTC			
	H007-2025-UTC			
	H002-2025-UTC			
	A002-2025-UTC			
	A012-2025-UTC			
	A007-2025-UTC			
	A0023-2025-UTC			
	A-0028-2025-UTC			
	A019-2025-UTC			
	A0020-2025-UTC			
	A-0025-2025-UTC			
	A010-2025-UTC			
	A0016-2025-UTC			
	A0017-2025-UTC			
	A0015-2025-UTC			
	A0027-2025-UTC			
	A-0022-2025-UTC			
	CH001-2025-UTC			
	CH002-2025-UTC			
	A018-2025-UTC			
	A003-2025-UTC	Pichincha	1	
Elaborado	A-0021-2025-UTC	Imbabura	1	por: (Salazar D,
2025).				
La gráfica	A004-2025-UTC	Tungurahua	1	24. Se evidencia
que la				recolección de
semillas se concentró principalmente en Cotopaxi, con 33 líneas, lo que demuestra que esta				
provincia fue la principal fuente de material debido a su mayor participación y disponibilidad				

de agricultores. En cambio, Pichincha, Imbabura y Tungurahua, presentaron aportes mínimos, con apenas 1 línea de cada una, lo que sugiere una colecta limitada en estas zonas.

**Gráfico 24:** Número de las líneas de semillas según su provincia de origen.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.7.2.2 Discusión del análisis

El análisis de la procedencia provincial de las líneas evaluadas evidenció una clara concentración del material en Cotopaxi, con los valores más altos registrados en ambos grupos analizados, 27 líneas de gramíneas y 33 líneas de leguminosas, lo que refleja que esta provincia fue el principal núcleo de colecta y conservación de semillas en la zona, este comportamiento coincide con lo reportado por (Quishpe, 2021.) quien señala que Cotopaxi destaca por su diversidad agroclimática y por mantener una mayor conservación de germoplasma local en sistemas andinos. En contraste, Pichincha presentó 5 líneas de gramíneas y 1 línea de leguminosas, mientras que Tungurahua e Imbabura mostraron los valores más bajos 2 líneas de gramíneas y 1 línea de leguminosas, evidenciando una participación limitada y complementaria en la colecta, lo cual se relaciona con lo indicado por (Alain & Delva, 2016), quienes mencionan que en algunas zonas la conservación de semillas locales tiende a ser más dispersa o parcialmente reemplazada por materiales externos o comerciales.

### 10.8 Análisis general de las colectas de gramíneas 2025, según el porcentaje de humedad de las semillas.

**Tabla 28:** *Escala de humedad (%) para semilla andina (óptima para la siembra).*

Humedad de la semilla (%)	Rango	Interpretación para siembra
8 – 11 %	Óptima	Semilla ideal, buena viabilidad, mayor vigor y menor riesgo de hongos.
11 – 13 %	Aceptable	Apta para siembra inmediata, pero aumenta el riesgo de deterioro si se almacena.
> 13 %	No recomendable	Riesgo alto de hongos y pérdida acelerada de vigor y viabilidad.

Elaborado por: (Le Coënt, 2012).

#### 10.8.1 Morocho blanco, maíz amarillo, maíz, chulpi, trigo, cebada.

En la tabla 29. Se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a las 36 líneas de semillas de gramíneas, entre estas, 5 líneas de la semilla de morocho (blanco), 6 líneas de semilla de maíz (amarillo), 5 líneas de maíz (chulpi), trigo, cebada, evaluadas según el porcentaje de humedad de las semillas.

**Tabla 29:** *Porcentaje de humedad de las semillas de gramíneas.*

Código.	Número de líneas.	Control de humedad de semillas. (%)
T002-2025-UTC	2	7
T006-2025-UTC		
C008-2025-UTC	3	8
C-0014-2025-UTC		
C0011-2025-UTC		
MCH002-2025-UTC	5	9
T001-2025-UTC		
C003-2025-UTC		
C001-2025-UTC		

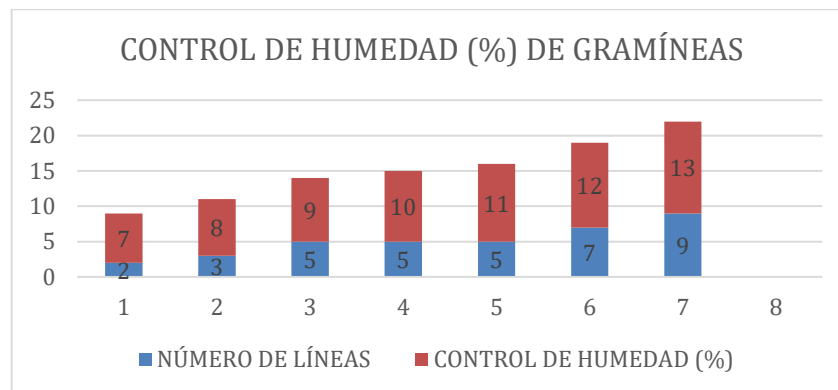
---

C-0015-2025-UTC		
M003-2025-UTC		
M016-2025-UTC		
M004-2025-UTC	5	10
M0018-2025-UTC		
M0024-2025-UTC		
M0029-2025-UTC		
M-0025-2025-UTC		
M-0011-2025-UTC	5	11
M007-2025-UTC		
M006-2025-UTC		
M005-2025-UTC		
MCH003-2025-UTC		
MCH-0005-2025-UTC		
MCH-001-2025-UTC	7	12
MCH004-2025-UTC		
T004-2025-UTC		
T-005-2025-UTC		
C002-2025-UTC		
C007-2025-UTC		
C010-2025-UTC		
C005-2025-UTC		
C016-2025-UTC	9	13
C012-2025-UTC		
C009-2025-UTC		
C-0017-2025UTC		
C0013-2025-UTC		

---

La gráfica 25. Evidencia que la mayor proporción de productores utiliza semillas con un contenido de humedad del 13%, representando a 9 líneas de semillas, lo que indica una tendencia a conservar semilla, con un rango aceptable, condición que puede acelerar su deterioro fisiológico. Asimismo, los productores que emplean semillas con 12% de humedad correspondiendo a 7 líneas con un rango aceptable, también utilizan semillas con 10% y 11% de humedad y representan 5 líneas de cada una, con un rango óptimo, reflejando un manejo intermedio del control de humedad. En menor proporción, los productores que usan semillas al 9% de humedad, 5 líneas, seguido el 8% de humedad corresponden a 3 líneas con un rango óptimo, y finalmente, 2 líneas, son utilizadas con 7% de humedad rangos óptimos, lo que demuestra que son pocos los agricultores que alcanzan niveles óptimos de secado y conservación, resaltando la necesidad de fortalecer prácticas técnicas adecuadas para mejorar la calidad y viabilidad de la semilla.

**Gráfico 25:** Número de las líneas de semillas según el porcentaje de humedad.



## 10.8.2. Leguminosas

### 10.8.2.1. Fréjol, habas, arvejas, chochos.

En la tabla 30. Se clasifican los códigos de las colectas correspondientes a 36 líneas de semillas de leguminosas, evaluadas según el porcentaje de humedad de las semillas.

**Tabla 30:** Porcentaje de humedad de las semillas de leguminosas.

Código.	Número de líneas.	Control de humedad de semillas. (%)
---------	-------------------	-------------------------------------

---

F0025-2025-UTC		
F004-2025-UTC		
A002-2025-UTC	4	12
A012-2025-UTC		
F008-2025-UTC		
F005-2025-UTC		
F-0051-2025-UTC	5	14
F009-2025-UTC		
A003-2025-UTC		
F0028-2025-UTC		
A0023-2025-UTC		
A-0021-2025-UTC		
A0016-2025-UTC	6	13
A018-2025-UTC		
CH002-2025-UTC		
F0024-2025-UTC		
H003-2025-UTC		
H-009-2025-UTC		
H006-2025-UTC	7	11
H0010-2025-UTC		
H007-2025-UTC		
H002-2025-UTC		
F013-2025-UTC		
F003-2025-UTC		
A007-2025-UTC	14	10
A004-2025-UTC		
A-0028-2025-UTC		
A0020-2025-UTC		

---

---

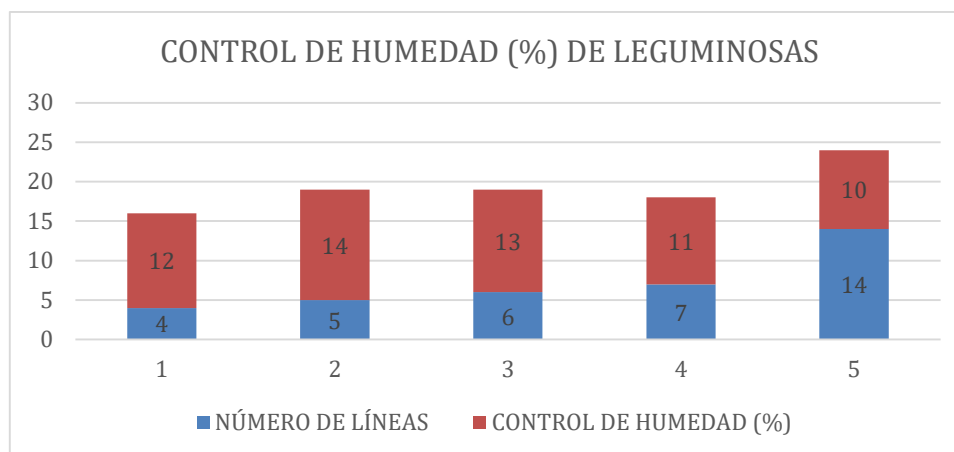
A010-2025-UTC  
A0017-2025-UTC  
A0015-2025-UTC  
A0027-2025-UTC  
A-0022-2025-UTC  
CH001-2025-UTC  
A-0025-2025-UTC  
A019-2025-UTC

---

Elaborado por (Salazar D, 2025)

La gráfica 26. Muestra que 14 líneas de los productores utilizan semillas con un contenido de humedad del 10% un rango aceptable, constituyéndose en el grupo mayoritario y reflejando un manejo relativamente adecuado del control de humedad en la conservación de semillas. En menor proporción, 7 líneas de los productores emplean semillas con 11% de humedad rango óptimo, lo que evidencia prácticas de almacenamiento con niveles elevados que pueden acelerar el deterioro fisiológico. Asimismo, 6 líneas de los productores conservan semillas con 13% de humedad, y otras 4 líneas de los productores utiliza semillas al 12%, rango óptimo, que indica un manejo intermedio del control de humedad. Finalmente, 4 líneas de los productores utilizan semillas con 14% de humedad, rangos no recomendables, lo que demuestra una menor adopción de este nivel y confirma la variabilidad existente en los rangos, como se muestra en la tabla N°25 elaborado por (Le Coënt, 2012).

**Gráfico 26:** *Número de las líneas de semillas según el porcentaje de humedad.*



Elaborado por (Salazar D, 2025)

### 10.8.2.2 Discusión del análisis

Los resultados del control de humedad en semillas de gramíneas evidencian que una proporción importante del material conservado por los productores se encuentra en rangos de 11% a 13%, siendo este último uno de los valores más frecuentes. Este comportamiento es relevante, ya que estudios recientes señalan que contenidos de humedad superiores al 12% incrementan la tasa de respiración y la actividad enzimática de la semilla, acelerando el deterioro fisiológico durante el almacenamiento. Según (Hampton & Heslop), en semillas de gramíneas el exceso de humedad reduce la estabilidad de las membranas celulares y favorece la pérdida de vigor incluso antes de que se evidencian disminuciones en la germinación.

En las semillas de leguminosas se observó una mayor variabilidad en los contenidos de humedad, con valores que fluctúan entre 7% y 14%, destacándose la presencia de muestras con humedades elevadas. Investigaciones recientes indican que las leguminosas son particularmente sensibles al manejo de la humedad debido a su alto contenido proteico, lo que las hace más propensas al daño oxidativo y a la degradación de membranas durante el almacenamiento. De acuerdo con (Pirredda, 2023), humedades superiores al 11–12% reducen significativamente la longevidad de la semilla, aun cuando se mantenga una germinación inicial aceptable. Estudios más recientes en contextos de agricultura familiar.

### 10.9 Comparaciones entre las variables del porcentaje de germinación estándar (GE) (%), la conductividad eléctrica (CE) ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), envejecimiento acelerado (EA) (%) de gramíneas y leguminosas.

Los análisis de las semillas de gramíneas y leguminosas se muestran en gráficos individuales por variedades. La interpretación se basa en tres variables, la (GE), que refleja la viabilidad,

(CE), vinculada al grado de deterioro de las células, y el (EA), indicativo del vigor y la longevidad de la semilla. Cada gráfica representa el estado fisiológico de la semilla y describe la variable correspondiente según las escalas de (ISTA, 2025) y (Sponchiado, 2014) que se encuentran en la tabla N°4, tabla N°5, tabla N°6.

(Salinas, 2001) menciona que, la combinación de estas tres pruebas, (GE), (CE) y (EA), es fundamental para evaluar la calidad de un lote de semillas, ya que juntas determinan su viabilidad, vigor y nivel de deterioro.

### 10.9.1 Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*).

La tabla 31. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 16 líneas de semillas de morocho, maíz, chulpi.

**Tabla 31:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas de morocho, maíz, chulpi.

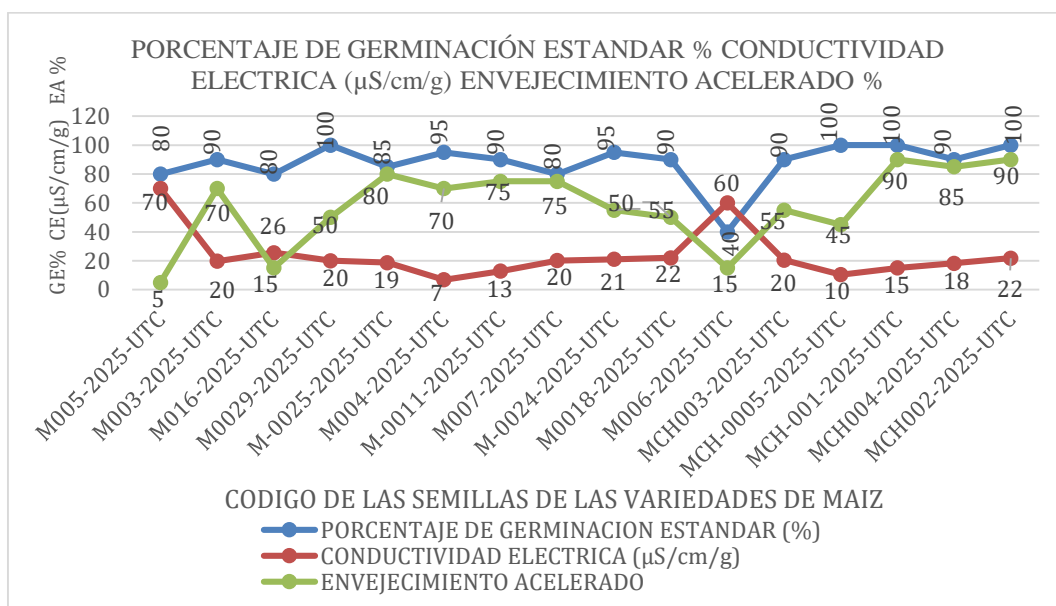
<b>Códigos.</b>	<b>Porcentaje de germinación estándar. (%)</b>	<b>Conductividad eléctrica. (µs/cm/g)</b>	<b>Envejecimiento acelerado. (%)</b>
M005-2025-UTC	80	70	5
M003-2025-UTC	90	20	70
M016-2025-UTC	80	26	15
M0029-2025-UTC	100	20	50
M-0025-2025-UTC	85	19	80
M004-2025-UTC	95	7	70
M-0011-2025-UTC	90	13	75
M007-2025-UTC	80	20	75
M-0024-2025-UTC	95	21	55
M0018-2025-UTC	90	22	50
M006-2025-UTC	40	60	15

MCH003-2025-UTC	90	20	55
MCH-0005-2025-UTC	100	10	45
MCH-001-2025-UTC	100	15	90
MCH004-2025-UTC	90	18	85
MCH002-2025-UTC	100	22	90

Elaborado por: (Salazar D, 2025)

En la gráfica 27. Muestra las líneas de semillas de maíz mostraron porcentajes de germinación estándar que oscilaron entre el 40% y el 100%, con un grupo excelente de alta viabilidad (90-100%) y otro de viabilidad muy buena (80%). Sin embargo, en los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado, se observó una disminución del porcentaje germinativo (del 5% al 90%), lo que señala que, a pesar de una germinación elevada en los comienzos, algunas líneas muestran una estabilidad fisiológica inferior y un vigor moderado cuando están sometidas a condiciones de estrés. La mayor parte de las líneas presentó una conductividad eléctrica muy baja (0 – 25  $\mu\text{S/cm/g}$ ), lo cual se relacionó con una integridad adecuada de las membranas celulares; sin embargo, la línea M005-2025-UTC, que tuvo valores media - alta de conductividad (70  $\mu\text{S/cm/g}$ ) junto con M006-2025-UTC (60  $\mu\text{S/cm/g}$ ) se evidenció un comportamiento fisiológico inferior, reflejado en su baja germinación (15%).

**Gráfico 27:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas de morocho, maíz, chulpi.



Elaborado por (Salazar D, 2025)

### 10.9.2 Trigo: (*Triticum*)

La tabla 32. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 5 líneas de trigo.

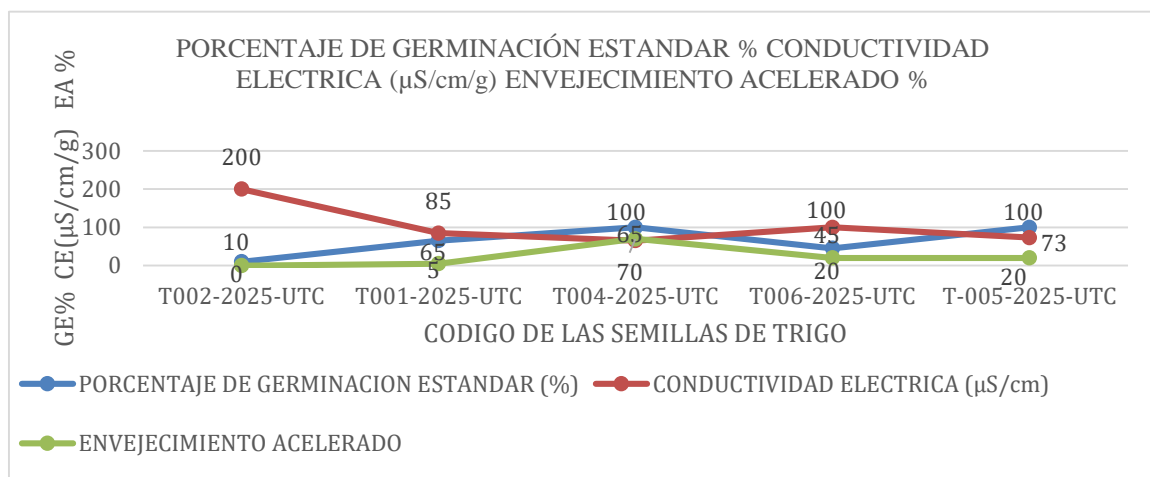
**Tabla 32:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas trigo.

Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Conductividad eléctrica. ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ )	Envejecimiento acelerado. (%)
T002-2025-UTC	10	200	0
T001-2025-UTC	65	85	5
T004-2025-UTC	100	65	70
T006-2025-UTC	45	100	20
T-005-2025-UTC	100	73	20

Elaborado por: (Salazar D, 2026)

La gráfica 28. Muestra los porcentajes de germinación estándar que oscilaron entre el 10% y el 100%, identificándose un grupo excelente de alta viabilidad (cercano al 100%) y otro de muy baja viabilidad (10%). En los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado, se observó una variación del porcentaje germinativo (del 0% al 70%), lo que señala que algunas líneas muestran una estabilidad fisiológica variable bajo condiciones de estrés. La conductividad eléctrica presentó valores baja – moderada, y alta, con un rango de 65 a 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual podría indicar daño en las membranas celulares; sin embargo, la línea T002-2025-UTC, con la conductividad alta (200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), evidenció la germinación muy baja (10%).

**Gráfico 28:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA), de las semillas trigo.



Elaborado por (Salazar D, 2025)

### 10.9.3 Cebada (*Hordeum vulgare*)

La tabla 33. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 15 líneas de semillas de cebada.

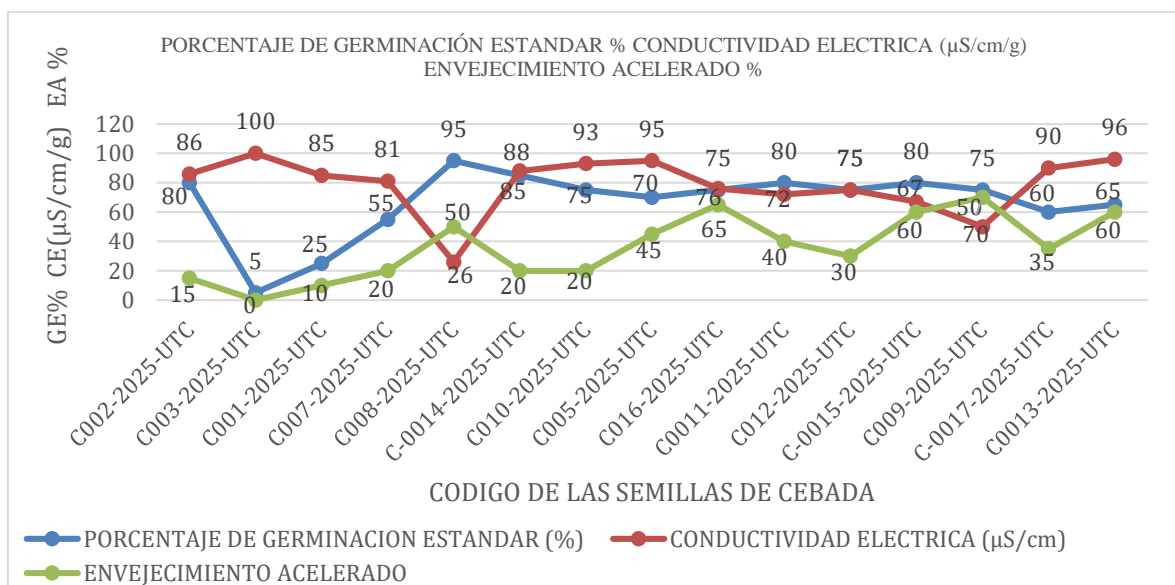
**Tabla 33:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de cebada.

Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Conductividad eléctrica. ( $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ )	Envejecimiento acelerado. (%)
C002-2025-UTC	80	86	15
C003-2025-UTC	5	100	0
C001-2025-UTC	25	85	10
C007-2025-UTC	55	81	20
C008-2025-UTC	95	26	50
C-0014-2025-UTC	85	88	20
C010-2025-UTC	75	93	20
C005-2025-UTC	70	95	45
C016-2025-UTC	75	76	65
C0011-2025-UTC	80	72	40
C012-2025-UTC	75	75	30
C-0015-2025-UTC	80	67	60
C009-2025-UTC	75	50	70
C-0017-2025-UTC	60	90	35
C0013-2025-UTC	65	96	60

Elaborado por: (Salazar D, 2025)

La gráfica 29. Muestra que las semillas de cebada con porcentajes de germinación con valores elevados (80-95%) con una clasificación excelente y muy buena, se exhibieron valores altos de conductividad eléctrica (70-100  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) con categorías medias – altas, y envejecimiento acelerado en niveles muy baja y aceptable (20-70%). Un segundo grupo, con una germinación (55-75%), mantuvo un envejecimiento acelerado baja y aceptable una conductividad eléctrica alta, lo que demuestra una capacidad variable para germinar. Por el contrario, la línea C003 con baja germinación (5%) presentaron una conductividad eléctrica elevada (100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y un envejecimiento acelerado bajo (0%), indicando daño en las membranas celulares y disminución de la vitalidad.

**Gráfico 29:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de cebada.



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.9.4 Leguminosas Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

La tabla 34. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 10 líneas de semillas de fréjol.

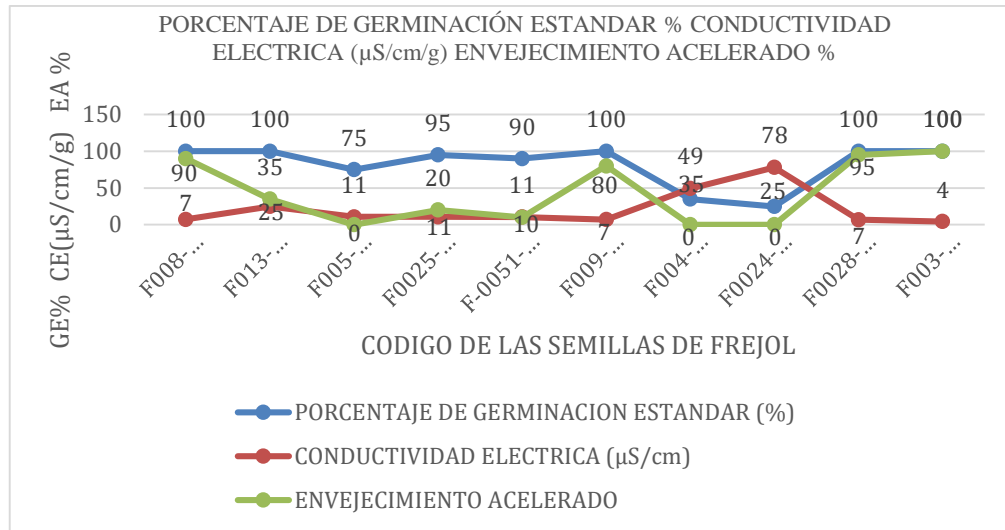
**Tabla 34: Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de frejol.**

<b>Códigos.</b>	<b>Porcentaje de germinación estándar. (%)</b>	<b>Conductividad eléctrica. (<math>\mu\text{s/cm/g}</math>)</b>	<b>Envejecimiento acelerado. (%)</b>
F008-2025-UTC	100	7	90
F013-2025-UTC	100	25	35
F005-2025-UTC	75	11	0
F0025-2025-UTC	95	11	20
F-0051-2025-UTC	90	11	10
F009-2025-UTC	100	7	80
F004-2025-UTC	35	49	0
F0024-2025-UTC	25	78	0
F0028-2025-UTC	100	7	95
F003-2025-UTC	100	4	100

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 30. Las líneas de semillas de frejol mostraron porcentajes de germinación estándar elevados, oscilando entre el 35% y el 100%, indicando una categoría muy baja y excelente. La mayoría de las líneas presentaron una conductividad eléctrica (0-25  $\mu\text{S/cm/g}$ ) muy baja, lo que sugiere una buena integridad de las membranas celulares. A su vez una conductividad eléctrica (25-78  $\mu\text{S/cm/g}$ ) media alta, Sin embargo, la respuesta al envejecimiento acelerado fue variable, con algunas líneas mostrando una alta susceptibilidad (hasta 80%) y otras una gran resistencia (cercana al 0%), lo que indica diferencias en la estabilidad fisiológica y el vigor bajo estrés.

**Gráfico 30:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de frejol.



Elaborado por: (Salazar, D)

### 10.9.5 Habas (*Vicia faba*)

La tabla 35. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 6 líneas de semillas de habas.

**Tabla 35:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de habas.

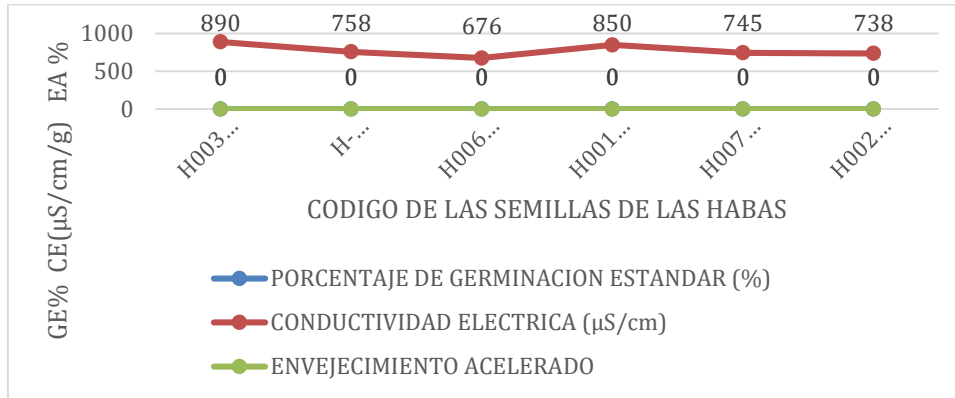
Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Conductividad eléctrica. (μS/cm/g)	Envejecimiento acelerado. (%)
H003-2025-UTC	0	890	0
H-009-2025-UTC	0	758	0
H006-2025-UTC	0	676	0
H0010-2025-UTC	0	850	0
H007-2025-UTC	0	745	0
H002-2025-UTC	0	738	0

Elaborado por: (Salazar, D).

La gráfica 31. Muestra las líneas de semillas de habas, todas presentando un porcentaje de germinación y envejecimiento acelerado nulo (0%). Sin embargo, la conductividad eléctrica se mantiene elevada en todas las líneas, oscilando entre 676 y 890 μS/cm/g, lo que sugiere un daño generalizado en las membranas celulares. La alta liberación de solutos, demuestra por la

conductividad eléctrica, coincide con un daño interno irreversible. Esto explica que las semillas no germinen y tampoco sean capaces de responder, aun bajo condiciones controladas.

**Gráfico 31:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de habas.



Elaborado por: (Salazar, D).

#### 10.9.6 Arveja (*Pisum sativa*)

La tabla 36. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 15 líneas de semillas de arvejas.

**Tabla 36:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de arvejas.

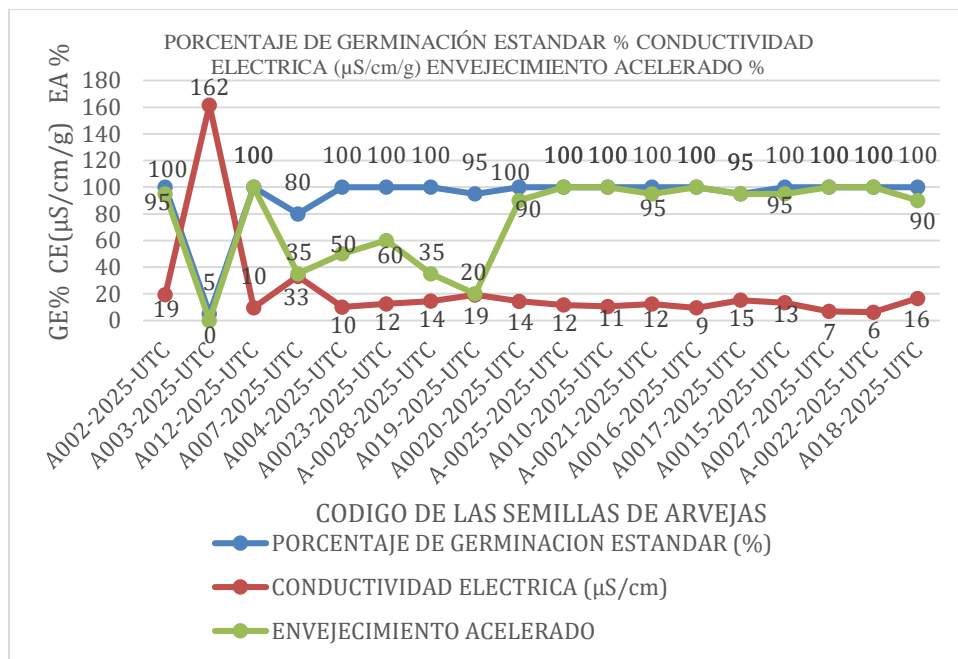
Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Conductividad eléctrica. (μs/cm/g)	Envejecimiento acelerado. (%)
A002-2025-UTC	100	19	95
A003-2025-UTC	5	162	0
A012-2025-UTC	100	10	100
A007-2025-UTC	80	33	35
A004-2025-UTC	100	10	50
A0023-2025-UTC	100	12	60
A-0028-2025-UTC	100	14	35
A019-2025-UTC	95	19	20
A0020-2025-UTC	100	14	90

A-0025-2025-UTC	100	12	100
A010-2025-UTC	100	11	100
A-0021-2025-UTC	100	12	95
A0016-2025-UTC	100	9	100
A0017-2025-UTC	95	15	95
A0015-2025-UTC	100	13	95
A0027-2025-UTC	100	7	100
A-0022-2025-UTC	100	6	100
A018-2025-UTC	100	16	90

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 32. Muestra que las semillas con altos porcentajes de germinación estándar (95-100%) con categoría excelente, presentan una conductividad eléctrica baja (aproximadamente 6-19  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), y un envejecimiento acelerado (EA) también en niveles bajos a intermedios (20%-60%) con categorías, muy bajas y bajas. Las semillas con menor germinación (A003-2025-UTC con 5% de germinación) muestran una CE alta (162  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) y un EA muy baja (0%). Lo que indica que una alta conductividad eléctrica se asocia con una baja germinación y un bajo envejecimiento acelerado.

**Gráfico 32:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de arvejas.



Elaborado por, (Salazar D, 2025).

### 10.9.7 Chocho (*Lupinus mutabilis*)

La tabla 37. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), conductividad eléctrica (CE) (estado de membranas celulares) y envejecimiento acelerado (EA) (vigor), realizadas con las 2 líneas de semillas de chochos.

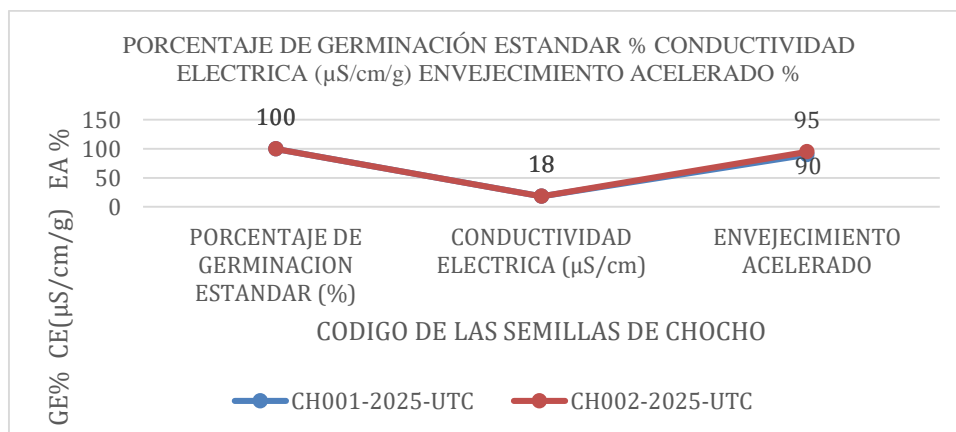
**Tabla 37:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de chochos.

Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Conductividad eléctrica. ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ )	Envejecimiento acelerado. (%)
CH001-2025-UTC	100	18	90
CH002-2025-UTC	100	18	95

Elaborado por, (Salazar D, 2025)

La gráfica 33. Indica que las semillas de chocho con un porcentaje elevado de germinación (100%) con categorías excelentes, tienen valores reducidos de conductividad eléctrica (18  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) y porcentajes altos de envejecimiento acelerado de (90 y 95%) con categorías excelentes. Esto señala una buena viabilidad y vigor fisiológico alto.

**Gráfico 33:** Resultados de las pruebas (GE)(CE)(EA) de la semilla de chochos.



Elaborado por, (Salazar D, 2025).

### 10.9.8 Discusión de este análisis.

La germinación estándar muestra la calidad de semillas de morocho, chulpi, maíz, cebada, fréjol, habas, arvejas, chocho. Cuando tienen un alto porcentaje de germinación de (80-100%) con categoría aceptable suele relacionarse con baja conductividad eléctrica (0-25  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), lo que indica membranas celulares intactas mencionan (Quishpe A, 2022.) y (Mena, 2022),

quienes señalaron que también encontraron altos porcentajes de germinación en materiales similares, confirmando la consistencia y confiabilidad de este tipo de evaluación para determinar la viabilidad de semillas.

Sin embargo, la prueba de envejecimiento acelerado revela que algunas semillas disminuyen su germinación, mostrando menor estabilidad fisiológica (Filho, 2015). La alta conductividad eléctrica se asocia a menor germinación (Araméndiz, 2017), como en habas. La germinación estándar es un primer indicador, pero el envejecimiento acelerado y la conductividad eléctrica dan información valiosa sobre el vigor y la estabilidad. La alta conductividad eléctrica se asocia a menor germinación. Este resultado confirmó que el envejecimiento acelerado es un ensayo más exigente y discriminante del vigor, tal como lo reportaron (ISTA, 2020).

#### **10.10 Comparaciones de porcentaje de germinación estándar % prueba de frío % índice de velocidad en emergencia (IVE)% de gramíneas y leguminosas.**

La interpretación se basa en el porcentaje de germinación (PG, viabilidad), la prueba de frío (PF, vigor), y el índice de velocidad de emergencia (IVE, vigor). Describe el estado fisiológico de la semilla, evaluando su desempeño según las escalas establecidas por (ISTA, 2025), que se encuentran en las tabla N°4, tabla N° 8, tabla N 10.

##### **10.10.1. Gramíneas variedades de maíz:**

##### **10.10.2. Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*).**

La tabla 38. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 16 líneas gramíneas, morocho, maíz, chulpi.

**Tabla 38:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi).

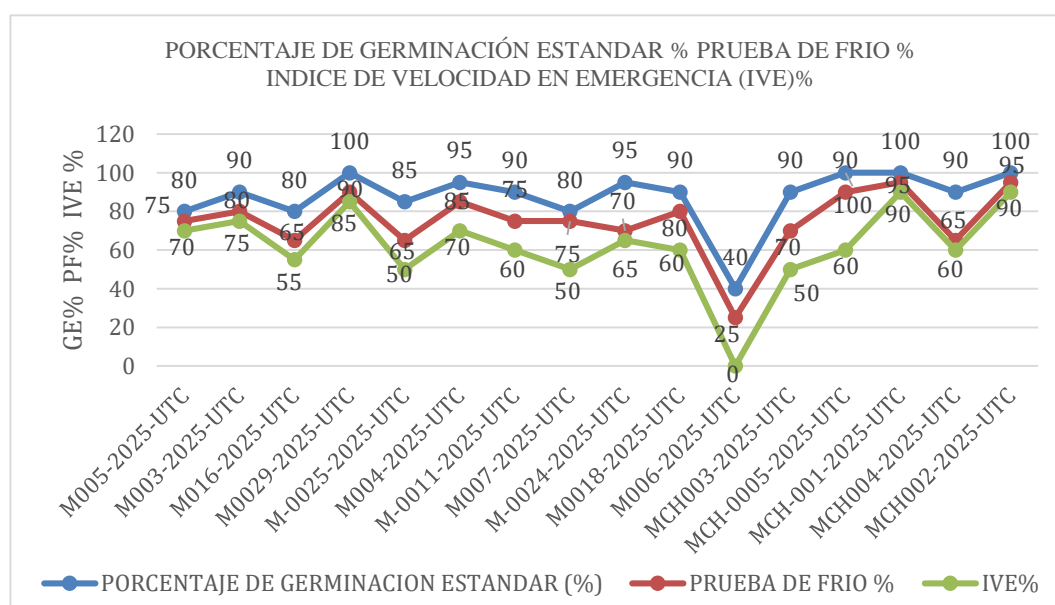
<b>Códigos.</b>	<b>Porcentaje de germinación estándar. (%)</b>	<b>Prueba de frío. (%)</b>	<b>Ive. (%)</b>
M005-2025-UTC	80	75	70
M003-2025-UTC	90	80	75
M016-2025-UTC	80	65	55
M0029-2025-UTC	100	90	85

M-0025-2025-UTC	85	65	50
M004-2025-UTC	95	85	70
M-0011-2025-UTC	90	75	60
M007-2025-UTC	80	75	50
M-0024-2025-UTC	95	70	65
M0018-2025-UTC	90	80	60
M006-2025-UTC	40	25	0
MCH003-2025-UTC	90	70	50
MCH-0005-2025-UTC	100	90	60
MCH-001-2025-UTC	100	95	90
MCH004-2025-UTC	90	65	60
MCH002-2025-UTC	100	95	90

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 34. La gráfica muestra una variación en la calidad de las semillas. Las semillas con alta germinación estándar (90-100%) con una categoría excelente, los resultados en la prueba de frío (70-95%) muy alto y alto e IVE muy buena y aceptable (60-90%), indicando buena viabilidad y vigor. Sin embargo, algunas semillas, como M006-2025-UTC, presentan baja germinación (40%), PF baja (25%) e IVE muy bajo (0%), lo que sugiere un deterioro significativo y una baja capacidad de establecimiento. En general, existe una correlación positiva entre las tres variables, aunque algunas líneas muestran discrepancias que podrían indicar diferencias en la tolerancia al estrés o en la disponibilidad de reservas.

**Gráfico 34:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (morochoco, maíz, chulpi).



Elaborado por, (Salazar D, 2025).

### 10.10.3. Trigo: (*Triticum*)

La tabla 39. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 5 líneas gramíneas, trigo.

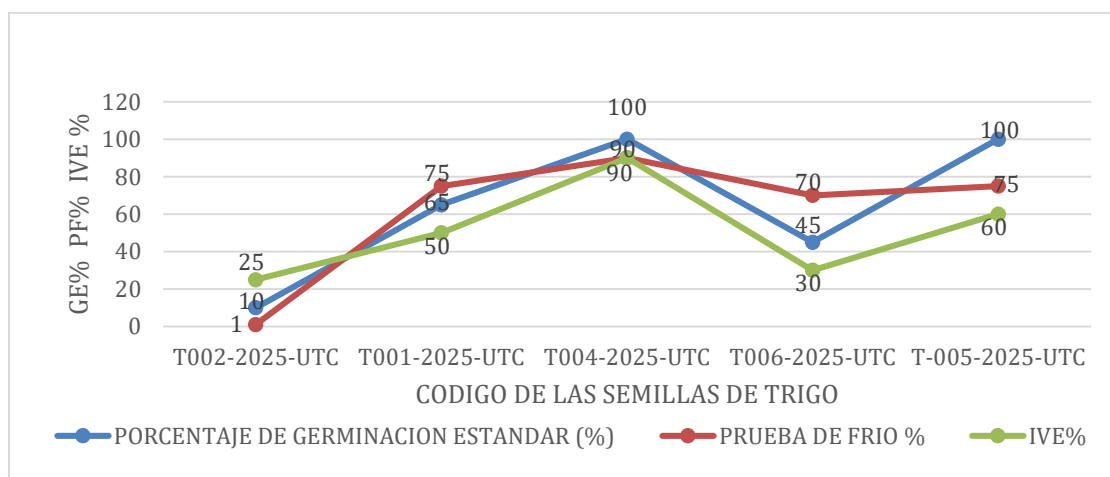
**Tabla 39:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (trigo).

Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Prueba de frío. (%)	Ive. (%)
T002-2025-UTC	10	1	25
T001-2025-UTC	65	75	50
T004-2025-UTC	100	90	90
T006-2025-UTC	45	70	30
T-005-2025-UTC	100	75	60

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 35. Muestra la línea T004-2025-UTC destaca con una excelente germinación (100%), excelente prueba de frío (90%) e IVE excelente (90%), indicando excelente viabilidad y vigor. En contraste, T002-2025-UTC presenta valores muy bajos en las tres variables (10%, 1%, 25% respectivamente), revela una variabilidad significativa en la calidad de las semillas de trigo evaluadas.

**Gráfico 35:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (trigo).



Elaborado por: (Salazar D, 2025)

#### 10.10.4. Cebada (*Hordeum vulgare*)

La tabla 40. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE), realizadas con las 15 líneas gramíneas, cebada.

**Tabla 40:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (cebada).

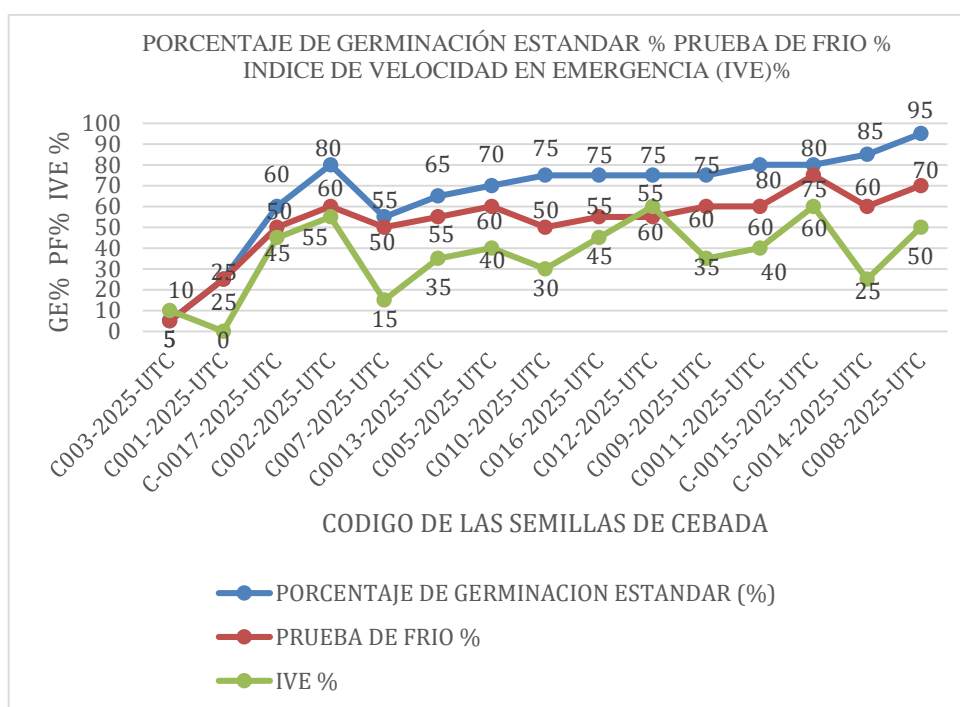
Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Prueba de frío. (%)	Ive. (%)
C003-2025-UTC	5	5	10
C001-2025-UTC	25	25	0
C-0017-2025-UTC	60	50	45
C002-2025-UTC	80	60	55
C007-2025-UTC	55	50	15
C0013-2025-UTC	65	55	35
C005-2025-UTC	70	60	40
C010-2025-UTC	75	50	30
C016-2025-UTC	75	55	45
C012-2025-UTC	75	55	60
C009-2025-UTC	75	60	35
C0011-2025-UTC	80	60	40
C-0015-2025-UTC	80	75	60
C-0014-2025-UTC	85	60	25
C008-2025-UTC	95	70	50

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 36. Muestra la calidad de las líneas que en la germinación estándar oscilan (65-95%) categoría baja excelente, prueba de frío (50-70%) categoría medio y alto e IVE aceptable (50-

60%) categoría baja y aceptable, indicando buena viabilidad y vigor. Sin embargo, la línea C001, presentan baja germinación (25%), PF baja (25%) e IVE muy bajo (0%), La variabilidad en la calidad de las semillas de cebada, con algunas líneas prometedoras y otras con serias limitaciones.

**Gráfico 36:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (cebada).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.10.5. Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

La tabla 41. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 10 líneas leguminosas, fréjol.

**Tabla 41:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (frejol).

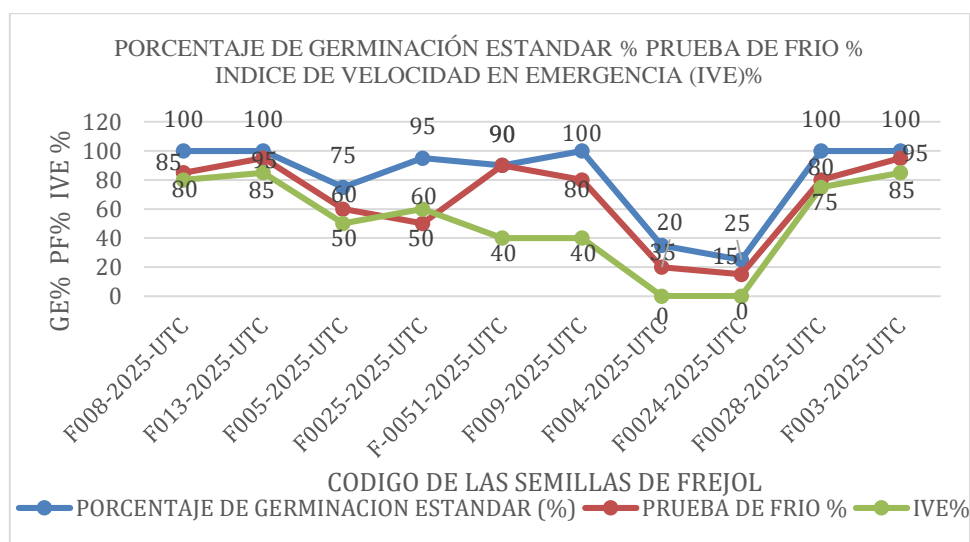
Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Prueba de frío. (%)	Ive. (%)
F008-2025-UTC	100	85	80
F013-2025-UTC	100	95	85
F005-2025-UTC	75	60	50
F0025-2025-UTC	95	50	60

F-0051-2025-UTC	90	90	40
F009-2025-UTC	100	80	40
F004-2025-UTC	35	20	0
F0024-2025-UTC	25	15	0
F0028-2025-UTC	100	80	75
F003-2025-UTC	100	95	85

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

En la gráfica 37. Muestra la calidad de semillas de frejol. F013-2025-UTC y F003-2025-UTC destacan con alta germinación (100%) excelente, buena prueba de frío (80-95%) con categorías alto y muy alto e IVE alto (75-85%) muy buena y excelente, indicando excelente viabilidad y vigor. F0024-2025-UTC presenta valores muy bajos en las tres variables, sugiriendo baja calidad y nula capacidad de establecimiento. El resto de las líneas muestran una germinación variable, con una prueba de frío e IVE moderados, indicando una calidad intermedia.

**Gráfico 37:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (frejol).



Elaborado por, (Salazar D, 2025)

#### 10.10.6. Habas (*Vicia faba*)

La tabla 42. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 6 líneas leguminosas, habas.

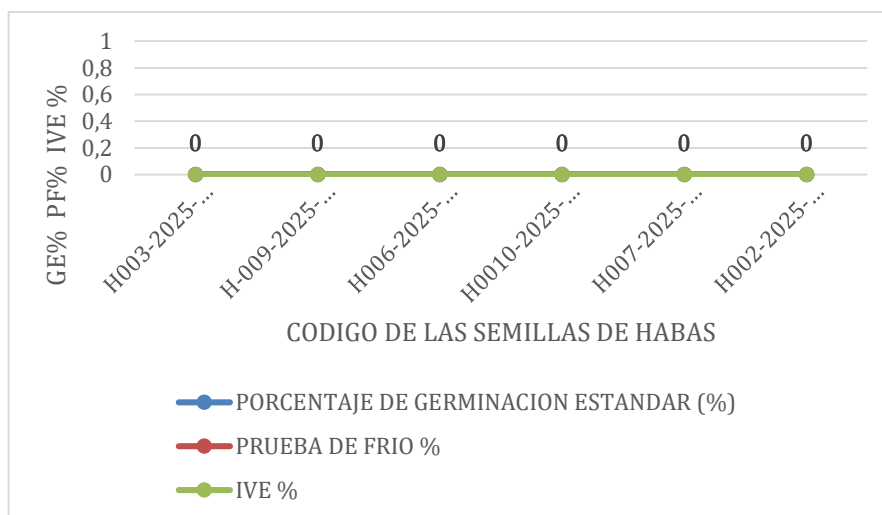
**Tabla 42:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (habas).

<b>Códigos.</b>	<b>Porcentaje de germinación estándar. (%)</b>	<b>Prueba de frío. (%)</b>	<b>Ive. (%)</b>
H003-2025-UTC	0	0	0
H-009-2025-UTC	0	0	0
H006-2025-UTC	0	0	0
H0010-2025-UTC	0	0	0
H007-2025-UTC	0	0	0
H002-2025-UTC	0	0	0

Elaborado por. (Salazar D, 2025).

La gráfica 38. Muestra los resultados de las pruebas realizadas muestran que las semillas analizadas no germinaron en ninguna prueba, dado que los valores del índice de velocidad de emergencia (IVE), la prueba de frío (PF) y el porcentaje de germinación estándar (GE) fueron muy bajos o nulos. Esto señala que las semillas no tienen viabilidad fisiológica, mostrando una incapacidad absoluta para dar inicio al proceso de germinación, incluso en condiciones controladas. Que las semillas no responden a la prueba de frío ni al índice de velocidad de emergencia confirma que no son capaces de soportar el estrés y carecen de vigor, lo cual significa que su potencial para establecerse en el campo es nulo.

**Gráfico 38:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (habas).



Elaborado por (Salazar D, 2025).

### 10.9.7. Arveja (*Pisum sativum*)

La tabla 43. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 18 líneas leguminosas, arvejas.

**Tabla 43:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (arvejas).

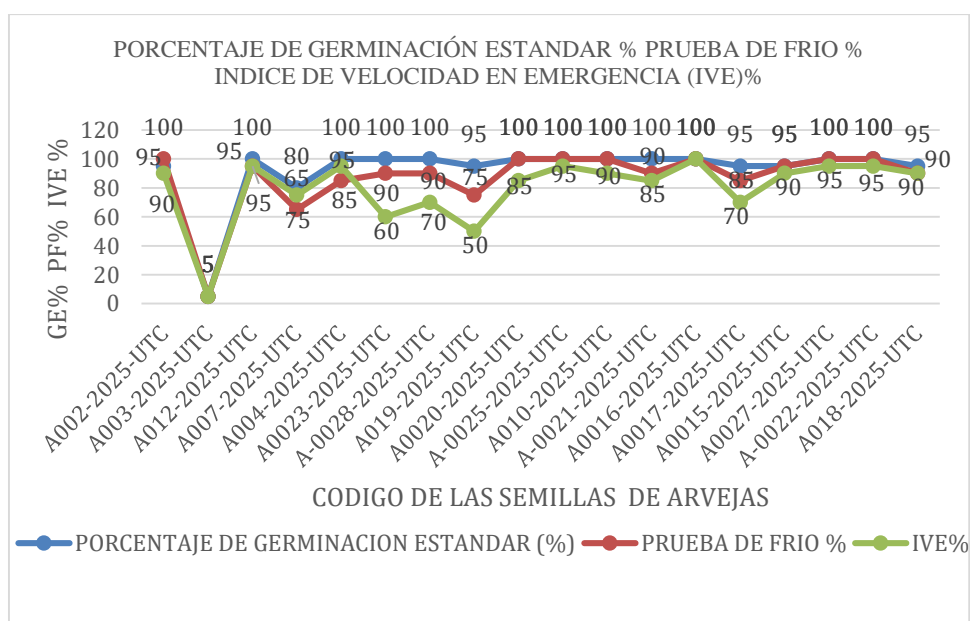
Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Prueba de frío. (%)	Ive. (%)
A002-2025-UTC	95	100	90
A003-2025-UTC	5	5	5
A012-2025-UTC	100	95	85
A007-2025-UTC	80	65	75
A004-2025-UTC	100	85	95
A0023-2025-UTC	100	90	60
A-0028-2025-UTC	100	90	70
A019-2025-UTC	95	75	50
A0020-2025-UTC	100	100	95
A-0025-2025-UTC	100	100	95
A010-2025-UTC	100	100	90
A-0021-2025-UTC	100	90	85
A0016-2025-UTC	100	100	100

A0017-2025-UTC	95	85	70
A0015-2025-UTC	95	95	90
A0027-2025-UTC	100	100	95
A-0022-2025-UTC	100	100	95
A018-2025-UTC	95	90	90

Elaborado por (Salazar D, 2025).

La gráfica 39. Indica que el porcentaje de germinación fueron altos (90-100%) en la mayor parte de las colectas, con cifras intermedias en la prueba de frío (60 y 100%) aceptable y excelente y (IVE) entre (60 y 100%) aceptable y excelente. Esto indica que las semillas tienen un buen vigor y son capaces de germinar correctamente. Por el contrario, la línea A003 mostró valores muy bajos GE (5%), PF (5%), IVE (5%), lo que indica un vigor reducido, viabilidad limitada y deficiente lote no apto de condiciones adversas.

**Gráfico 39:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (arvejas).



Elaborado por, (Salazar D, 2025).

#### 10.10.8. Chocho (*Lupinus mutabilis*)

La tabla 44. Muestra los resultados de las pruebas de germinación estándar (GE) (viabilidad), prueba de frío (PF) (vigor) y índice de velocidad en emergencia (IVE) (vigor), realizadas con las 2 líneas leguminosas, chocho.

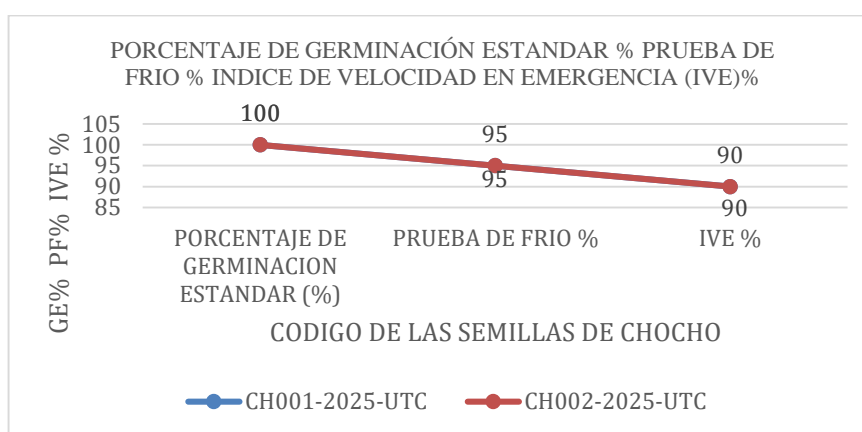
**Tabla 44:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (chochos).

Códigos.	Porcentaje de germinación estándar. (%)	Prueba de frío. (%)	Ive. (%)
CH001-2025-UTC	100	95	90
CH002-2025-UTC	100	95	90

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 40. Muestra que las semillas de chocho analizadas tienen una calidad fisiológica alta, lo cual se manifiesta en porcentajes altos de germinación estándar (100%), un buen rendimiento en la prueba de frío (95%) y cifras altas del índice de velocidad de emergencia (90 %). Esta combinación de resultados muestra semillas con buena viabilidad y vigor apropiado, así como una emergencia rápida y uniforme; esto sugiere que tienen un alto potencial para establecerse en el campo en condiciones favorables.

**Gráfico 40:** Resultados de las pruebas (GE)(PF)(IVE) de la semilla de (chochos).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.10.9 Discusiones del análisis.

La evaluación conjunta de la germinación estándar, la prueba de frío y el índice de velocidad de emergencia (IVE) permitió caracterizar de manera integral la viabilidad y el vigor de las líneas de gramíneas y leguminosas. En general, se observó que varias líneas alcanzaron altos porcentajes de germinación estándar (90–100 %), lo que indicó una buena viabilidad fisiológica, especialmente en las gramíneas. No obstante, también se identificaron líneas con bajos valores de germinación, lo que evidenció pérdida de calidad fisiológica en ciertos materiales, comportamiento similar al reportado por (Quishpe, 2021) y (Muñoz & Gutiérrez, 2022) en evaluaciones de semillas andinas.

La prueba de frío resultó más discriminante del vigor, ya que ciertas líneas con alta germinación redujeron su desempeño bajo estrés, confirmando que la germinación estándar por sí sola no es suficiente, como señalan (Alain & Delva, 2016), quienes indicaron que la prueba de frío es más exigente y discriminante del vigor real.

Las gramíneas mostraron mayor consistencia fisiológica, mientras que las leguminosas presentaron mayor variabilidad, comportamiento atribuido a diferencias estructurales y fisiológicas propias de cada grupo, según (Chicaiza, 2024), quien atribuye estas diferencias a características estructurales y fisiológicas propias de cada grupo.

### **10.11 Comparaciones de las pruebas de Tetrazolio %, la prueba de contenido de humedad % de gramíneas y leguminosas.**

La prueba de tetrazolio y el contenido de humedad, analizados en conjunto, revelan la viabilidad y el estado fisiológico de las semillas, según las escalas de la (ISTA, 2025) que se encuentra en la tabla N°9 y tabla N°7.

(Copeland, 2015), mencionan que ambos procesos se relacionan directamente, el ensayo de tetrazolio (TZ) determina la viabilidad potencial del embrión (si está vivo), mientras que el contenido de humedad (CH) condiciona cómo esa viabilidad se expresa en términos prácticos como la germinación, el vigor y la velocidad de emergencia de la plántula.

#### **10.11.1 Gramíneas variedades de maíz:**

##### **10.11.2 Morocho blanco (*Zea mays l*), maíz amarillo (*Zea mays*), maíz chulpi (*Zea mays amylosaccharata*).**

La tabla 45. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 16 líneas gramíneas, (morocho, maíz, chulpi).

**Tabla 45:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi).

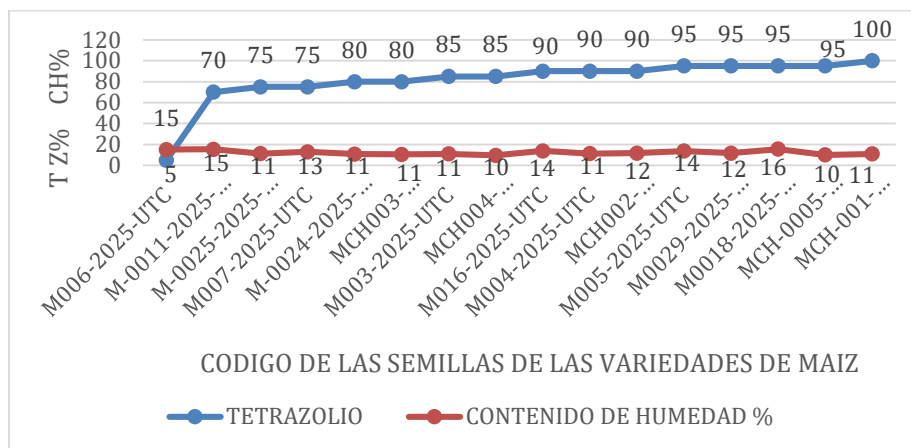
<b>Códigos.</b>	<b>Tetrazolio. (%)</b>	<b>Contenido de humedad. (%)</b>
M006-2025-UTC	5	15
M-0011-2025-UTC	70	15
M-0025-2025-UTC	75	11
M007-2025-UTC	75	13
M-0024-2025-UTC	80	11
MCH003-2025-UTC	80	11
M003-2025-UTC	85	11
MCH004-2025-UTC	85	10
M016-2025-UTC	90	14
M004-2025-UTC	90	11
MCH002-2025-UTC	90	12
M005-2025-UTC	95	14
M0029-2025-UTC	95	12
M0018-2025-UTC	95	16
MCH-0005-2025-UTC	95	10
MCH-001-2025-UTC	100	11

Elaborado por (Salazar D, 2025).

La gráfica 41. Muestra que las semillas con un 100% en la prueba de tetrazolio mostraron tinción, lo cual presenta la actividad metabólica y tejidos viables, Sin embargo, tienen un contenido de humedad bajo (CH <10%), lo que es beneficioso para el almacenamiento, pero presenta el peligro de daño mecánico si son manipuladas demasiado. Por otro lado, las semillas que no llegaron al 100% no se tiñeron en la prueba de tetrazolio, lo que indica que estaban dañadas en su mayoría o eran inviables, a pesar de tener un contenido de humedad bajo. Esto

evidencia que la pérdida de viabilidad no está vinculada con la humedad, sino con un deterioro fisiológico anterior, y subraya la capacidad sensible del tetrazolio para distinguir semillas verdaderamente viables.

**Gráfico 41:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (morocho, maíz, chulpi).



Elaborado por, (Salazar D, 2026)

### 10.11.3 Trigo: (*Triticum*)

La tabla 46. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (H) (variable complementaria) realizadas con las 5 líneas gramíneas, (trigo).

**Tabla 46:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (trigo).

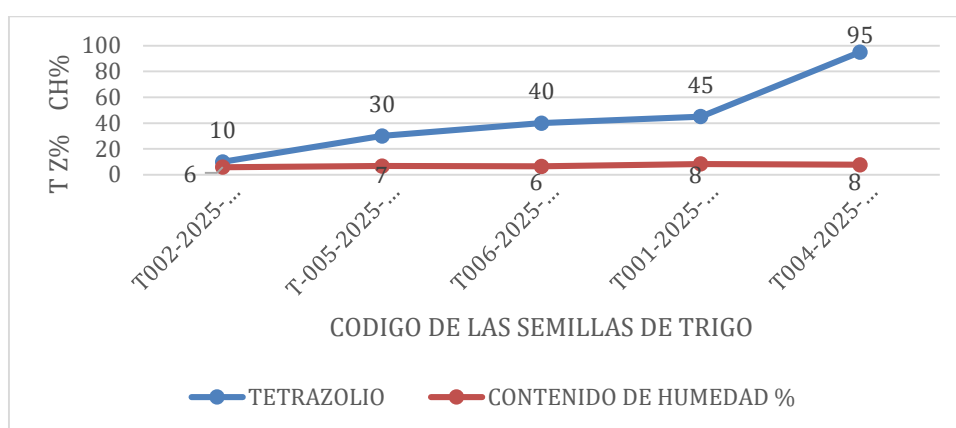
Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
T002-2025-UTC	10	6
T001-2025-UTC	45	8
T004-2025-UTC	95	8
T006-2025-UTC	40	6
T-005-2025-UTC	30	7

Elaborado por (Salazar D, 2025).

La gráfica 42. Muestra que las semillas con un valor elevado en el ensayo de tetrazolio (95–100%) fueron las que sí mostraron tinción, lo cual señala una gran proporción de tejidos viables

y actividad metabólica, lo que a su vez indica una calidad fisiológica alta. Estas semillas tienen también un nivel de humedad muy bajo ( $CH < 10\%$ ), lo cual es beneficioso para el almacenamiento a largo plazo, pero existe un peligro de daño mecánico si se manipulan demasiado. Sin embargo, las semillas que mostraron valores de tetrazolio en torno al 40% no se tiñeron. Esto demuestra la falta de actividad metabólica, un daño mayoritario a las semillas y un deterioro fisiológico avanzado, aunque el contenido de humedad se mantuvo bajo (por debajo del 10%).

**Gráfico 42:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (trigo).



Elaborado por, (Salazar D, 2025).

#### 10.11.4 Cebada (*Hordeum vulgare*)

La tabla 47. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 15 líneas gramíneas, (cebada).

**Tabla 47:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (cebada).

Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
C002-2025-UTC	50	5
C003-2025-UTC	10	8
C001-2025-UTC	25	3
C007-2025-UTC	65	7
C008-2025-UTC	90	8

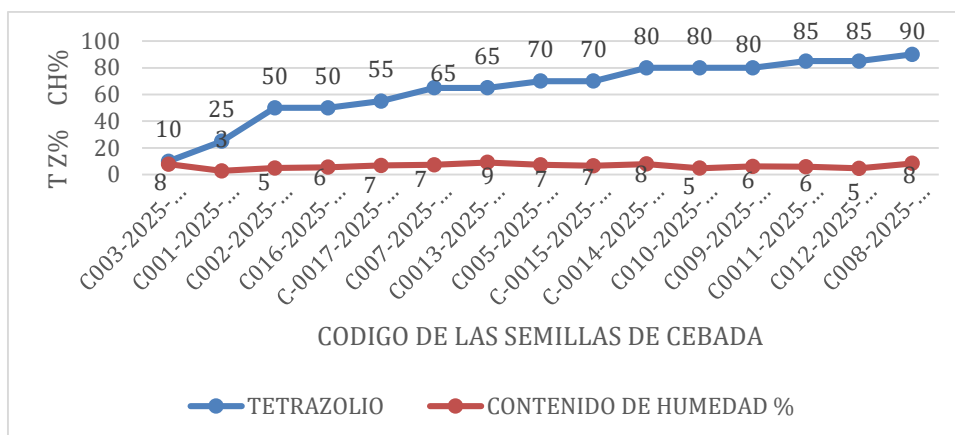
---

C-0014-2025-UTC	80	8
C010-2025-UTC	80	5
C005-2025-UTC	70	7
C016-2025-UTC	50	6
C0011-2025-UTC	85	6
C012-2025-UTC	85	5
C-0015-2025-UTC	70	7
C009-2025-UTC	80	6
C-0017-2025-UTC	55	7
C0013-2025-UTC	65	9

---

Elaborado por, (Salazar D, 2025).

La gráfica 43. Indica que las colectas con altos valores de tetrazolio (80–100%) están asociadas a semillas que se tiñeron, lo cual muestra una proporción elevada de tejidos viables y un nivel adecuado de calidad fisiológica, además de un contenido de humedad bajo (CH <10%), apropiado para la conservación. Por otro lado, las colectas con valores intermedios de TZ (40–59%) corresponden a semillas que no se tiñeron del todo, lo cual revela un deterioro fisiológico; no obstante, tienen un CH bajo, lo cual indica estabilidad en la conservación, pero con una calidad mermada. Por último, las colectas con TZ muy bajo (<40%) son indicativas de semillas que no se tiñen y que muestran una viabilidad ausente y un deterioro avanzado, aunque tengan un contenido de humedad reducido.

**Gráfico 43:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (cebada).

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### 10.11.5 Leguminosas

#### 10.11.5.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

La tabla 48. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 10 líneas leguminosas, (Fréjol).

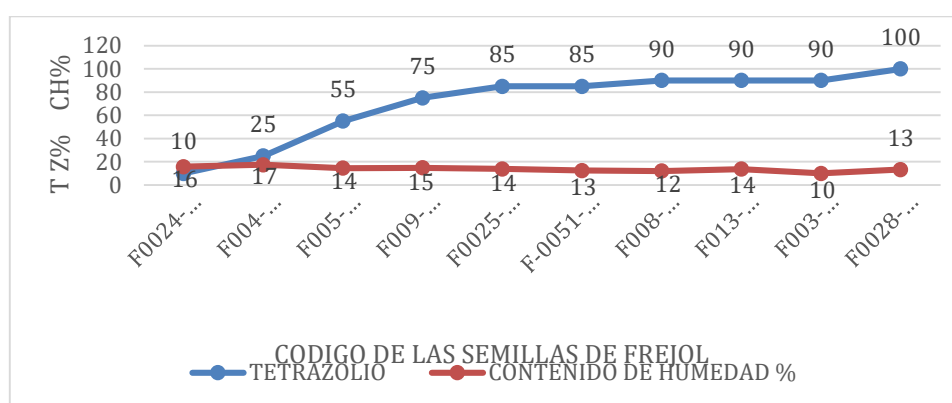
**Tabla 48:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (frejol).

Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
F0024-2025-UTC	10	16
F004-2025-UTC	25	17
F005-2025-UTC	55	14
F009-2025-UTC	75	15
F0025-2025-UTC	85	14
F-0051-2025-UTC	85	13
F008-2025-UTC	90	12
F013-2025-UTC	90	14
F003-2025-UTC	90	10
F0028-2025-UTC	100	13

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 44. Muestra valores de tetrazolio intermedios a altos (55-100%), lo que señala variaciones en la viabilidad fisiológica de las semillas. Las semillas que se tiñeron fueron las que llegaron a valores de TZ muy elevados (85–100%), lo cual mostró tejidos metabólicamente activos y buena calidad fisiológica, además de un contenido de humedad bajo y estable (10–17%), apropiado para el almacenamiento. Por el contrario, las semillas con porcentajes de TZ por debajo del 100% no se tiñeron en su totalidad, lo que señala que la viabilidad se perdió parcial o totalmente, a pesar de que la humedad permaneció dentro de niveles adecuados.

**Gráfico 44:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (frejol).



Elaborado por. (Salazar D, 2025).

#### 10.11.5.2 Habas (*Vicia faba*)

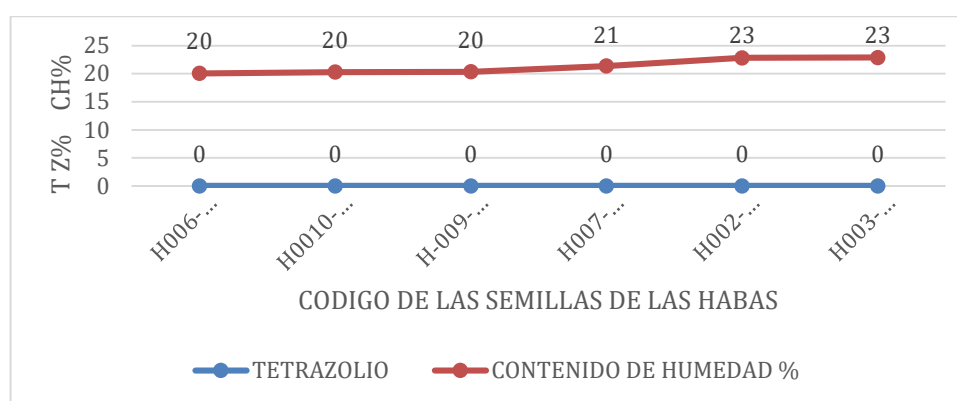
La tabla 49. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 10 líneas leguminosas, (Habas).

**Tabla 49:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (habas).

Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
H003-2025-UTC	0	23
H-009-2025-UTC	0	20
H006-2025-UTC	0	20
H0010-2025-UTC	0	20
H007-2025-UTC	0	21
H002-2025-UTC	0	23

La gráfica 45. Indica que, en todas las colectas analizadas, la prueba de tetrazolio (TZ) presentó un 0%, lo cual señala que las semillas no se tiñeron y, por lo tanto, los tejidos no eran viables y no había actividad metabólica. El resultado indica que, sin importar otras circunstancias, las semillas están fisiológicamente deterioradas y no pueden iniciar procesos de germinación. Por otro lado, la humedad (CH) permanece en niveles moderados y relativamente estables (20-23 %), lo que señala que la ausencia de viabilidad no está vinculada con la humedad, sino con un deterioro fisiológico previo.

**Gráfico 45:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (habas).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

### 10.11.5.3 Arvejas (*Pisum sativum*)

La tabla 47. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 10 líneas leguminosas, (arvejas).

**Tabla 50:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (arvejas).

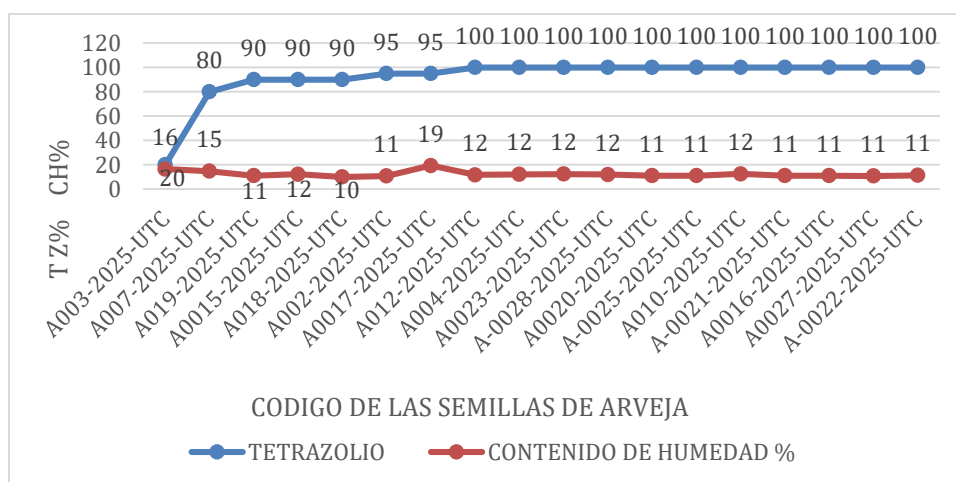
Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
A003-2025-UTC	20	16
A007-2025-UTC	80	15
A019-2025-UTC	90	11
A0015-2025-UTC	90	12
A018-2025-UTC	90	10
A002-2025-UTC	95	11
A0017-2025-UTC	95	19

A012-2025-UTC	100	12
A004-2025-UTC	100	12
A0023-2025-UTC	100	12
A-0028-2025-UTC	100	12
A0020-2025-UTC	100	11
A-0025-2025-UTC	100	11
A010-2025-UTC	100	12
A-0021-2025-UTC	100	11
A0016-2025-UTC	100	11
A0027-2025-UTC	100	11
A-0022-2025-UTC	100	11

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 46. Indica que la mayoría de las recolecciones de arveja obtuvieron valores altos en la prueba de tetrazolio (90–100%), lo que señala que los tejidos efectivamente fueron teñidos y, por consiguiente, tienen una calidad fisiológica buena y una viabilidad alta. La humedad de estas semillas es baja y relativamente estable (10–19%) óptimo y muy alto, lo que favorece la estabilidad y conservación durante su almacenamiento. Por el contrario, las colectas que mostraron valores menores al 100% en tetrazolio corresponden a semillas que no se tiñeron del todo, lo cual demuestra una reducción parcial de la actividad metabólica y, por lo tanto, una viabilidad fisiológica más baja, aunque el contenido de humedad se mantuvo parecido.

**Gráfico 46:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (arvejas).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.11.5.4 Chocho (*Lupinus mutabilis*)

La tabla 51. Muestra los resultados de las pruebas de tetrazolio (Tz) (viabilidad), prueba de contenido de humedad (CH) (variable complementaria) realizadas con las 10 líneas leguminosas, (chochos).

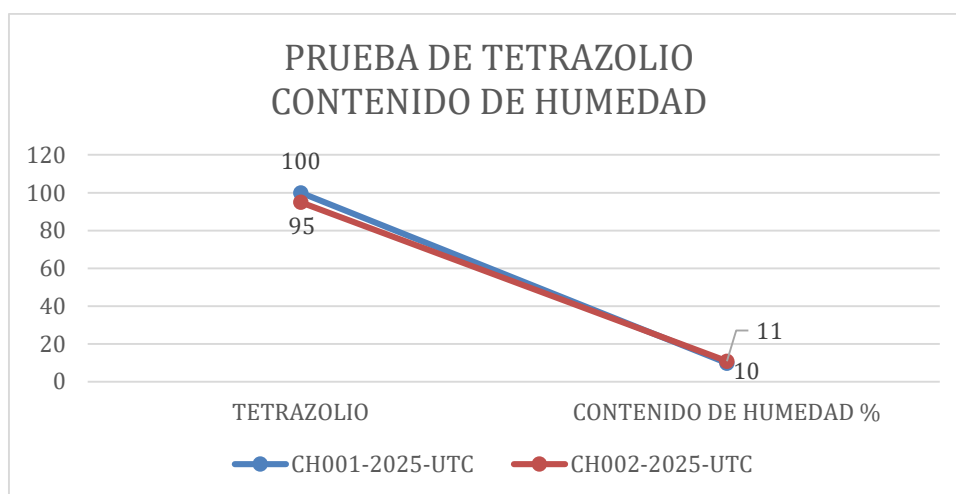
**Tabla 51:** Resultados de las pruebas (Tz) (CH) de la semilla de (chochos).

Códigos.	Tetrazolio. (%)	Contenido de humedad. (%)
CH001-2025-UTC	100	10
CH002-2025-UTC	95	11

Elaborado por: (Salazar D, 2025).

La gráfica 46. Demuestra que, en la prueba de tetrazolio, una colecta llegó al 100%, lo que significa que sí hubo tinción y, por lo tanto, los tejidos tienen un alto nivel de viabilidad y actividad metabólica. Por otro lado, la recolección que mostró un 95% corresponde a semillas que no se tiñeron por completo, lo que demuestra una ligera disminución de la viabilidad. En los dos casos, el contenido de humedad es bajo (10–11%), lo que favorece el almacenamiento.

**Gráfico 47:** Resultados de las pruebas (Tz) (H) de la semilla de (chochos).



Elaborado por: (Salazar D, 2025).

#### 10.11.5.5 Discusiones de este análisis.

En contenido de humedad de las semillas se mantuvo en rangos bajos a moderados, con valores aproximados entre 3 % y 16 %, lo cual indicó condiciones adecuadas para la conservación de

la viabilidad. Las gramíneas presentaron contenidos de humedad relativamente más homogéneos, mayoritariamente entre 10 % y 14 %, lo que sugirió una mayor estabilidad fisiológica durante el almacenamiento. Resultados similares fueron reportados por (Villacís, 2020) y (Quishpe, 2021), quienes señalaron que las gramíneas toleran mejor contenidos de humedad intermedios sin comprometer su viabilidad.

Por el contrario, las leguminosas mostraron una mayor variabilidad en el contenido de humedad, con valores que oscilaron desde 3 % hasta 17 %, lo que puede atribuirse a diferencias en el tamaño de la semilla, permeabilidad del tegumento y capacidad higroscópica. (Mena, 2022) indicó que esta variabilidad es común en leguminosas y puede influir directamente en la respuesta fisiológica, especialmente bajo condiciones de estrés o almacenamiento prolongado.

La prueba de tetrazolio evidenció una alta viabilidad en la mayoría de las líneas, observándose porcentajes elevados ( $\geq 80$  % y hasta 100 %) tanto en gramíneas como en leguminosas. No obstante, algunas líneas presentaron valores bajos o nulos de tetrazolio, aun cuando su contenido de humedad fue adecuado, lo que indicó la presencia de tejidos embrionarios no viables, posiblemente asociados a deterioro fisiológico previo o daño mecánico. (Andrade, 2021) y (Paredes, 2023) señalaron que el tetrazolio es altamente sensible para detectar viabilidad real, incluso cuando otras pruebas no evidencian deterioro

## **11. IMPACTOS TÉCNICOS**

El aporte técnico de esta investigación, se centró en producir conocimientos científicos claros y confiables sobre las características vitales de las semillas nativas de gramíneas y leguminosas recolectadas. A través de pruebas específicas, como las de germinación estándar, conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado, prueba de frío, contenido de humedad, tetrazolio, prueba de índice de velocidad en emergencia, se pudo medir con mayor precisión cuán viables, vigorosas y resistentes eran realmente estas semillas en condiciones controladas. Este proceso fortaleció las capacidades del laboratorio universitario local, permitiendo estandarizar métodos y mejorar los protocolos de manejo después de la cosecha. Más allá del ámbito académico, los resultados sirven como una guía práctica para que agricultores y estudiantes puedan entender mejor la salud de sus semillas, tomar decisiones informadas sobre cómo conservarlas y, finalmente, mejorar sus prácticas de siembra y selección.

## 12. CONCLUSIONES

- Las líneas de semillas de (36 gramíneas y 36 leguminosas) provienen principalmente de la provincia de Cotopaxi, (gramíneas el 27% y leguminosas el 33%), bajo condiciones agroecológicas por temperatura que oscilan entre 7 y 27 °C, con altitudes de 1.700 a 3.300 msnm, predominan los suelos francos, la mayor cantidad de semillas colectadas provienen de agricultores con una edad en el caso de gramíneas de 60 años y 39-49 años para leguminosas. Los años que el agricultor cultiva las especies en la zona oscilan entre 5 y 55 años. La semilla para la siembra proviene de la cosecha anterior con 26 líneas de gramíneas, y 16 líneas de leguminosas almacenadas en saquillos. Finalmente, el 100% de agricultores reconoce visualmente que una “buena semilla” debe ser madura, sana, de buen tamaño y color.
- La prueba de germinación estándar, conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado, prueba de frío, índice de velocidad de emergencia, prueba tetrazolio y prueba de contenido de humedad. Los resultados evidenciaron que 14 líneas presentaron un desempeño superior en el conjunto de pruebas aplicadas. Dos líneas de gramíneas, MCH-001 y MCH002 (90% a 100% de germinación y 15 a 22  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  en conductividad eléctrica) destacaron por su alto desempeño fisiológico. Doce líneas de leguminosas, A002, A012, A0020, A-0025, A010, A-0016, A0015, A0027, A-0022, A018 y CH001, CH002 (90% a 100% en germinación y 6 a 18  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  en conductividad eléctrica) mostraron mayor viabilidad, vigor y estabilidad fisiológica. Por lo tanto, se consideran aptas para la siembra y para los procesos de conservación de semillas nativas.

### 13. RECOMENDACIONES

- Fortalecer los procesos de almacenamiento de semillas en las comunidades vinculadas al Proyecto Sustento Andino, promoviendo el control del contenido de humedad y conservación con el fin de reducir el deterioro fisiológico y conservar el vigor de los materiales locales y nativos.
- Implementar programas de capacitación dirigidos a los agricultores sobre la importancia de evaluar las pruebas fisiológicas ya que estas permiten predecir con mayor precisión el comportamiento de las semillas en condiciones reales de campo.
- Promover espacios de capacitación y acompañamiento técnico dirigidos a los agricultores, donde se explique de manera práctica la importancia del manejo adecuado de la semilla y los efectos del deterioro fisiológico, de modo que el conocimiento científico pueda ser comprendido y aplicado en el contexto real del campo.
- Fomentar la selección de semilla para la conservación, priorizando aquellas provenientes de plantas sanas y bien desarrolladas, ya que esto contribuye significativamente a preservar la calidad fisiológica y el potencial productivo del cultivo en ciclos agrícolas posteriores.

#### 14. BIBLIOGRAFÍAS

- Aizpuru, N. (2004). *Gramineae* (*Poaceae*).  
<https://www.unavarra.es/herbario/htm/Gramineae.htm>
- Alain, J., & Delva, J. (2016). *RESPUESTA GERMINATIVA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL MACIZO DEL CAJAS*".
- Araméndiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C., & Alzate-Román, K. (2017). Prueba de conductividad eléctrica en la evaluación de la calidad fisiológica de semillas en berenjena (*Solanum melongena* L.). *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 225-231.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.05>
- Arias Restrepo, J. H., Rengifo Martínez, T., & Jaramillo Carmona, M. (2007). *Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas (BPA) : en la producción de frijol voluble*. Corpoica Mana FAO.
- Arteaga, S., Yabor, L., Torres, J., Solbes, E., Muñoz, E., Díez, M. J., Vicente, O., & Boscaiu, M. (2019). Morphological and Agronomic Characterization of Spanish Landraces of *Phaseolus vulgaris* L. *Agriculture*, 9(7), 149.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture9070149>
- Astiasuain, L. C. R. (2016). *DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INDIVIDUAL PARA DETERMINAR LA CALIDAD EN SEMILLAS DE CEBADA*.
- Bayat, P., Ghobadi, M., Ghobadi, M.-E., & Mohammadi, G. (2016). Calibration of accelerated aging test as a vigor test to predict thememergence.
- Bayer. (2025). *Understanding Germination and Vigor Scores | Crop Science US*.  
<https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/understanding-vigor-scores>
- Begazo, D., Torres, I., Márquez, E., Segovia, J., Zarazúa, M., Cruz, A., Torres, J., & Casas, A. (2019). *Sacha, aracca, k'ipa y cultura andina. Las bases de la diversidad de papas*.
- Bernarde Luis, 2016. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de  
[https://www.magyp.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe\\_arvejas\\_2016\\_mayo.pdf](https://www.magyp.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf)
- Caldera, R. E. H. (2018). *ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE PROGENITORES DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN VALLES ALTOS DE MÉXICO*.
- Chicaiza, 2024. (s. f.). Recuperado 25 de enero de 2026, de  
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/71983d65-ebae-4d1d-ba95-bf9435d7541e/content>

- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (1999). Seed Testing. En L. O. Copeland & M. B. McDonald (Eds.), *Principles of Seed Science and Technology* (pp. 296-325). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1783-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1783-2_13)
- Copyright. (2012). *SISTEMA INTEGRADO DE CONSULTAS DE CLASIFICACIONES Y NOMENCLATURAS*.  
[https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co\\_agricola.php?id=01122.01.02](https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01122.01.02)
- ELSEVIER. (2022). Variety and on-farm seed management practices affect potato seed degeneration in the tropical highlands of Ecuador. *Agricultural Systems*, 198, 103387. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103387>
- Espitia-Camacho, M., Araméndiz-Tatis, H., & Cardona-Ayala, C. (2017). Características morfológicas, anatómicas y viabilidad de semillas de *Cedrela odorata* L. y *Cariniana pyriformis* Miers. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 605-617.
- FAO. (s. f.). Recuperado 5 de diciembre de 2025, de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/df331df4-4abd-4174-a496-ba40649eddf/content>
- FAO. (1994). *Zonas térmicas*. [https://www.fao.org/4/w2962s/w2962s09.htm?utm\\_source](https://www.fao.org/4/w2962s/w2962s09.htm?utm_source)
- FAO (Ed.). (2010a). *Quality declared planting material: Protocols and standards for vegetatively propagated crops expert consultation, Lima, 27-29 November 2007*. FAO.
- FAO (Ed.). (2010b). *Seeds in emergencies: A technical handbook*. FAO.
- FAO. (2021). *División de Producción y Protección Vegetal: ¿Qué son los sistemas de semillas?* [https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/compendium/tools-guidelines/what-are-seed-systems/en/?utm\\_source](https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/compendium/tools-guidelines/what-are-seed-systems/en/?utm_source)
- FAO, 2019. (s. f.). Recuperado 27 de enero de 2026, de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fcae6608-c43c-43ed-8973-0ba751a86ea6/content>
- FAOSSA Training S3 Handout 0. (s. f.). Recuperado 5 de diciembre de 2025, de [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/food-security-capacity-building/docs/Seeds/Training\\_Material/ParticipantsManual/Dia1/Dia\\_1-\\_S3-H0Sistema\\_de\\_semillas-Clases\\_y\\_variedades\\_\\_S3-H0\\_.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/food-security-capacity-building/docs/Seeds/Training_Material/ParticipantsManual/Dia1/Dia_1-_S3-H0Sistema_de_semillas-Clases_y_variedades__S3-H0_.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Figueiredo, J. C., David, A. M. S. de S., Silva, C. D. da, Soares, L. M., Pereira, K. K. G., Silva, R. A. N. da, & Alves, R. A. (2021). Teste de condutividade elétrica em sementes de linho. *Investigación agraria*, 23(2), 81-85. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2021.diciembre.2302686>
- Filippi, R. D. (2008). *IDENTIFICACIÓN Y CALIDAD DE SEMILLAS*.

- Flores, D. (2025). *Procesamiento de Leguminosas*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/slideshow/08-proc-frijol-16724729/16724729>
- García, J. (Director). (2020). *Profundidad de siembra según tamaño de semilla* [Video recording]. <https://www.facebook.com/BiologosDeNacimiento/posts/profundidad-de-siembra-seg%C3%BAAn-tamano-de-semilla-edit-en-el-caso-de-semillas-peque/2691061291131422/>
- García, J. (2016). (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9ncicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n,%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf>
- González Vera, M. J., Zanatta Aumonde, T., Meneghello, G. E., Noguez Martins, A. B., Aquino, Y., Peña, P., González Vera, M. J., Zanatta Aumonde, T., Meneghello, G. E., Noguez Martins, A. B., Aquino, Y., & Peña, P. (2019). Protocolo de análisis de viabilidad de semillas de chíá mediante test de tetrazolio. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(7), 1481-1489. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1095>
- Guaman Allauca, J. F. (2024). “Evaluación fisiológica de dos especies de semillas y siete variedades de gramíneas en el campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2022”. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11667>
- Güemes, D. F. S., Castrejon Francisco, Luis Corona, & René Martínez. (2021). *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*.
- Hampton, E. J., & Heslop, A. (s. f.). *The drying and storage of grain and herbage seeds*.
- Harrison, J. J. (2025, octubre 22). *Germinación | Descripción, proceso, diagrama, etapas, tipos y datos | Britannica*. <https://www.britannica.com/science/germination>
- Hay, F. R., Rezaei, S., Wolkis, D., & McGill, C. (2023). Determination and Control of Seed Moisture. *Ciencia y tecnología de semillas*.
- Hernández Flores, E., Joaquín Torres, B. M., Quero Carrillo, A. R., Hernández Garay, A., Hernández Guzmán, F. J., Hernández Flores, E., Joaquín Torres, B. M., Quero Carrillo, A. R., Hernández Garay, A., & Hernández Guzmán, F. J. (2017). Envejecimiento acelerado y vigor de semillas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Insurgente. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(3), 705-711. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.43>

- Hunter, D., Maxted, N., & Ortiz Ríos, R. (Eds.). (2020). Seed Gene Bank Conservation. En *Plant Genetic Conservation* (pp. 353-367). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139024297.014>
- IICA. (2025, octubre 21). *La Asociación Internacional de Análisis de Semillas y el IICA fortalecerán laboratorios de calidad y certificación de esta industria en las Américas*. <https://iica.int/es/prensa/noticias/la-asociacion-internacional-de-analisis-de-semillas-y-el-iica-fortaleceran-laboratorios-de-calidad-y-certificacion-de-esta-industria-en-las-americas/>
- Inabio. (2025a). *Cebada (Hordeum vulgare)*. iNaturalist Ecuador. <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/57182-Hordeum-vulgare>
- Inabio. (2025b). *Haba (Vicia faba)*. iNaturalist Ecuador. <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/57309-Vicia-faba>
- Inabio. (2025c). *Trigo (Triticum aestivum)*. iNaturalist Ecuador. <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/64161-Triticum-aestivum>
- INEC, 2024. (s. f.). Recuperado 28 de enero de 2026, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Modulo\\_Ambiental\\_ESPAC/2023/DOC\\_TEC\\_MOD\\_A\\_MB\\_ESPAC\\_2023\\_04.pdf?utm\\_source](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC/2023/DOC_TEC_MOD_A_MB_ESPAC_2023_04.pdf?utm_source)
- InfoAgro. (2023). *Parámetros de calidad en semillas*. [https://www.infoagro.com/documentos/semillas\\_\\_parametros\\_calidad\\_semillas.asp](https://www.infoagro.com/documentos/semillas__parametros_calidad_semillas.asp)
- INIAP. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/77a3a41d-de53-4747-bde9-f37cac9f6796/content>
- ISTA. (2016). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. *International Rules for Seed Testing, 2016*(1), 1-384. <https://doi.org/10.15258/istarules.2016.F>
- ISTA. (2025). *SEED TESTING COMPETENCE IN ISTA ACCREDITED LABORATORIES ACROSS THE GLOBE*. [https://issues.ink/ista/Passport\\_to\\_Seed\\_Quality\\_July\\_2025/?page=4](https://issues.ink/ista/Passport_to_Seed_Quality_July_2025/?page=4)
- ISTA. (2025). *Standard Germination Testing in Seeds*. EUROLAB. <https://www.testinglab.com/standard-germination-testing-in-seeds>
- Johnson, S. (2025, diciembre 3). *Guía Definitiva para Germinar Semillas con Éxito*. <https://spice.alibaba.com/es/spice-basics/how-to-germinate-seeds>

- Lais E, 2022. (s. f.). Recuperado 7 de diciembre de 2025, de [https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n1/2007-0934-remexca-13-01-15.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n1/2007-0934-remexca-13-01-15.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Le Coënt, P., Larinde, M., & Guei, R. (2012). *Semillas en emergencias. Manual técnico*. D - FAO.
- ltp123. (2025, julio 21). *Using Tetrazolium Tests to Assess Seed Viability | Live to Plant*. <https://livetoplant.com/using-tetrazolium-tests-to-assess-seed-viability/>
- MAPA, 1992. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf)
- Martinez E, 2010. (s. f.). Recuperado 7 de diciembre de 2025, de <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp01b.pdf>
- Martínez-Cañizares, J. A., Rodríguez-González, A., Cano-Estrella, O., Wong-Barreiro, M., & Arcia-Porrua, J. (2024). Evaluación de la sembradora JUMIL JM 2040 PO en siembra de maíz. *Ingeniería Agrícola*, 14(2). <https://www.redalyc.org/journal/5862/586279094003/html/>
- Mitchell, J., Johnston, I. G., & Bassel, G. W. (2017). Variability in seeds: Biological, ecological, and agricultural implications. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 809-817. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw397>
- Morey, L. (s. f.). *Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de Neltuma pallida (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) C.E. Hughes & G.P Lewis y Libidibia glabrata (Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis en Morropón*.
- MSP. (2025). *Páginas—Ciclo de Vida*. [https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cicloVida.aspx?utm\\_source](https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cicloVida.aspx?utm_source)
- Muñoz-Gutiérrez, L., Ríos-Saucedo, J. C., García-García, D. A., & Hernández- Pérez, C. A. (2022). Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semillas de *Prosopis laevigata* (H. & B.) Johnst. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2). <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3165>
- Muyulema, 2020. (s. f.). Recuperado 20 de febrero de 2026, de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c5644d08-1efc-4024-8494-01d28da95fd5/content>
- Nadarajan, J., Walters, C., Pritchard, H. W., Ballesteros, D., & Colville, L. (2023). Seed Longevity—The Evolution of Knowledge and a Conceptual Framework. *Plants*, 12(3), 471. <https://doi.org/10.3390/plants12030471>

- Okello, D., Komakech, R., Gang, R., Rahmat, E., Chung, Y., Omuja, F., & Kang, Y. (2022). Influence of various temperatures, seed priming treatments and durations on germination and growth of the medicinal plant *Aspilia africana*. *Scientific Reports*, *12*(1), 14180. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18236-2>
- Pesántes, K., & García, D. (2022). *Evaluación de la producción y características de semillas de Asteraceae del páramo de Zhurucay en épocas de alta y baja precipitación*.
- Petruzzello, M. (2025, noviembre 29). *Monocultivo | Definición, agricultura, ventajas, desventajas, ejemplos y datos | Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/monoculture>
- Pirredda, M., Fañanás-Pueyo, I., Oñate-Sánchez, L., & Mira, S. (2023). Longevidad y envejecimiento de las semillas: Una revisión de los factores fisiológicos y genéticos con énfasis en la regulación hormonal. *Plants*, *13*(1). <https://doi.org/10.3390/plants13010041>
- PROAIN. (2020). *LA GERMINACIÓN Y LA PRUEBA DE VIGOR, DOS PARÁMETROS ESENCIALES EN LA CALIDAD DE LA SEMILLA*. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/prueba-de-vigor-y-germinacion-como-parametros-en-la-calidad-de-las-semillas>
- Puente B, & Quishpe A 2022. (s. f.). Recuperado 22 de enero de 2026, de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0420ba12-689d-4396-82b1-b161ae21139b/content>
- Quesada, E. J. V., Vargas, A. A. M., Martínez, C. P., & Barquero, L. B. (2022). Pruebas de vigor para determinar la calidad fisiológica en semillas de zanahoria (*Daucus carota* L.)1. *Agronomía Mesoamericana*, *33*. <https://www.redalyc.org/journal/437/43772352007/html/>
- Quishpe, 2021. (s. f.). Recuperado 25 de enero de 2026, de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b16f08dc-1c07-47f4-937a-0298439bf256/content>
- Reed, R. C., Bradford, K. J., & Khanday, I. (2022). Seed germination and vigor: Ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*, *128*(6), 450-459. <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>
- Rodríguez, K., Cauchey, D., Hayano, A., Morales, D., & Ortega, C. (2025). Germinación in vitro de *Ibervillea sonora* (S. Watson) Greene. *Abanico Agroforestal*, *7*. <https://doi.org/10.37114/abaagrof/2025.3>

- Rodríguez M, 2015. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de [https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra\\_web-1.pdf](https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra_web-1.pdf)
- Romita, 2021. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de <https://huertoromita.mx/wp-content/uploads/2021/03/Germinacion-sustratos-Clase-15.pdf>
- Romo L, 2003. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/43820/1/Chocho.pdf>
- Rosadore, L. (s. f.). *DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INDIVIDUAL PARA DETERMINAR LA CALIDAD EN SEMILLAS DE CEBADA.*
- Rua, L. (2019). - *Prueba de vigor y germinación como parámetros en la calidad de las semillas.*  
- Prueba de vigor y germinación como parámetros en la calidad de las semillas.  
[https://tecnal.com.br/es/blog/203\\_prueba\\_de\\_vigor\\_y\\_germinacion\\_como\\_parametros\\_en\\_la\\_calidad\\_de\\_las\\_semillas](https://tecnal.com.br/es/blog/203_prueba_de_vigor_y_germinacion_como_parametros_en_la_calidad_de_las_semillas)
- SAG-DICTA, 2021. (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2025, de <https://dicta.gob.hn/files/3-Germinacion-de-semilla.pdf>
- Salazar-Mercado, S. A., Quintero-Caleño, J. D., & Rojas-Suárez, J. P. (2020). *Determinación de la viabilidad de semillas de capsicum annum L usando la prueba de tetrazolio. Determining the viability of capsicum annum L seeds using the tetrazolium test.*
- Salinas, A. R., Yoldjian, A. M., & Craviotto, R. M. (2001). *Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja(1).* 36(2).
- SEMTEK. (2024, mayo 8). *Todo Sobre Semillas de Maíz: Variedades, Cultivo y Beneficios - SEMTEK.* <https://semillashacienda.com/sobre-el-maiz/semillas-de-maiz/>
- Shabnam, R. (2025). Determinación y control de la humedad de las semillas. *ResearchGate.* <https://doi.org/10.15258/sst.2023.51.2.11>
- Smiderle, O., & Clarisse, B. (2024). *Uso de tetrazolio en la viabilidad de semillas y biorreguladores en la emergencia de plántulas de araçá-boi (Eugenia stipitata McVaugh).*
- Solis, J. M., Vargas, J. V., & Ortega, M. G. P. (2010). *ÍNDICE DE VELOCIDAD DE EMERGENCIA EN LÍNEAS DE MAÍZ\*.*
- Soto Gonzales, J. L., & Valiengo Valeri, S. (2011a). Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*. *Bosque (Valdivia)*, 32(2), 197-202. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000200010>

- Soto Gonzales, J. L., & Valiengo Valeri, S. (2011b). Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*. *Bosque (Valdivia)*, 32(2), 197-202. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000200010>
- Sponchiado, J. C., Souza, C. A., & Coelho, C. M. M. (2014). Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(4Supl), 2405-2414. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2405>
- Tituaña, B. O. C. (2022). “*CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE OCHO VARIETADES DE AMARANTO (Amaranthus spp.) EN EL CAMPUS SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2022.*”
- USDA. (2019). *Soil Texture Calculator | Natural Resources Conservation Service*. [https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/soil-texture-calculator?utm\\_source](https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/soil-texture-calculator?utm_source)
- Valdez, N. V. L. (2022). (*Estudio de cambios estructurales y propiedades de grano en maíces de especialidad sometidos a calor seco: Tostado tradicional y microondas*).
- Wahren, J., Torres, E., Herrera, A., Daza, E., Perelmuter, T., Revelo, S. H., Soto, O., Berlanga, H. M. R., Abad, W. C., Reyes, L. F. M., Rueda, A. R., Hernández, J. H., González, M. H., Cabrera, Y. P., Jiménez, G. A. E., & Sánchez, E. M. (2022). *Territorio y Libertad*.
- Yáñez G., C., Zambrano Mendoza, J. L., Sangoquiza Caiza, C. A., Racines Jaramillo, M. R., López, V., Asaquibay, C., & Nieto, M. (2022). *La nueva variedad de Maíz Chulpi “INIAP-193”*. Quito, EC: INIAP-EESC, 2022. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/58>.