



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

“CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD NO CONVENCIONAL CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN SAN JOSÉ DE CHALTURA-IMBABURA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Línea de investigación: Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable

AUTORA:

Ana Ishel Montalvo Bósquez

DIRECTORA:

Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, PhD.

Ibarra, 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD NO CONVENCIONAL CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN SAN JOSÉ DE CHALTURA- IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO/A AGROPECUARIO/A

APROBADO:

Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTOR

FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

ASESOR

FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2300089196		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Montalvo Bósquez Ana Ishel		
DIRECCIÓN:	Chaltura-Imbabura		
EMAIL:	aimontalvob@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	+593 968460085
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD NO CONVENCIONAL CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN SAN JOSÉ DE CHALTURA- IMBABURA		
AUTOR (ES):	Montalvo Bósquez Ana Ishel		
FECHA DE APROBACIÓN:	23de febrero del 2026		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD.		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2026



EL AUTOR

Montalvo Bósquez Ana Ishel

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Montalvo Bósquez Ana Ishel, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2026

Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2026

Ana Ishel Montalvo Bósquez CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD NO CONVENCIONAL CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN SAN JOSÉ DE CHALTURA – IMBABURA. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Agropecuaria. Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2026, 175 páginas.

DIRECTORA: Ing. Doris Chalampunte, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Caracterizar morfoagronómicamente la agrobiodiversidad no convencional con potencial productivo en San José de Chaltura – Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Describir las características morfológicas, agronómicas y fenología de las especies no convencionales de estudio.

Proponer estrategias de conservación de uso sostenibles de los materiales vegetales caracterizados en el estudio

Ing. Doris Chalampunte, PhD.

Directora de Trabajo de Grado



Ana Ishel Montalvo Bósquez

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la fortaleza y la sabiduría para culminar esta importante etapa de mi vida, por permitirme alcanzar este sueño tan anhelado, quiero agradecer a todas las personas que estuvieron a mi lado y formaron parte de este proceso acompañándome día a día con su apoyo.

Agradezco a mi familia en particular a mis padres German Montalvo y Amparito Bosquez quienes han sido mi mayor apoyo y motivación, gracias por su amor incondicional por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por cada sacrificio, consejo y palabras de aliento este logro es el reflejo de su esfuerzo, paciencia y confianza.

Agradezco a mis hermanas Tahis, Sharmmel y Victoria que estuvieron acompañándome día a día brindándome su apoyo sin condición alguna, gracias por cada gesto de ánimo que me impulso a seguir para culminar con este propósito en mi vida.

Agradezco a mi mejor amigo Francisco Fonseca por su apoyo, por estar conmigo en este camino, por no dejarme sola en los momentos más difíciles, por compañía, tus palabras y confianza.

De manera especial agradezco a mi directora Ing Doris Chalampunte PhD. Por su paciencia, dedicación, orientación académica y compromiso durante el desarrollo de este trabajo, sus enseñanzas y su ejemplo profesional fueron fundamental para lograr este objetivo, asegurándome que con esfuerzo, responsabilidad y perseverancia todo es posible.

Expreso mi profundo agradecimiento a mi asesora Ing. Ima Snachez por su acompañamiento académico, apoyo orientación y su valiosa aportación en el desarrollo de esta investigación.

A Fondos de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura sostenible (FIASA) a través del Proyecto Fortalecimiento del Centro de Bioconocimiento, siendo La Pradera como eje integrador de bancos comunitarios de semillas de Imbabura y la generación de sistemas alimentarios más sostenibles y resilientes.

DEDICATORIA

Dedico este logro con mucho amor a mi Papá German Montalvo por ser mi ejemplo de fortaleza, esfuerzo y amor incondicional. Gracias por estar siempre a mi lado por su apoyo constante por enseñarme, con tu ejemplo el verdadero valor del trabajo y la perseverancia. A pesar del cansancio y las dificultades, nunca dejaste de luchar para darme lo mejor. Tus palabras llenas de cariño y aliento me impulsaron a no rendirme y a seguir adelante con fe y determinación, este logro también es tuyo porque cada paso que doy este guiado por tu amor y ejemplo.

Dedico este logro con gratitud a mi Mamá Amparito Bósquez por ser mi apoyo, mi guía y mi fuente inagotable de amor. Gracias por estar siempre a mi lado por ayudarme en cada paso. Eres una gran mujer, ejemplo de fortaleza y ternura, que me enseñó a luchar por mis sueños y a no rendirme, agradezco tus palabras dulces, la paciencia y la fe constante. Esta meta también es suya, porque sin tu apoyo incondicional nada de esto habría sido posible.

Dedico también a mis hermanas, por su cariño, apoyo y compañía en cada etapa de mi vida. En especial a mi hermana Sharmmel, por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles, por levantarme cuando sentía que ya no podía continuar y por brindarme su amor.

A mis hermanas Tahis y Luisana, por ser mi apoyo emocional, por su comprensión y por acompañarme con ternura y alegría. Gracias por creer en mí, por recordarme siempre el valor de la unión familiar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de investigación.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Agrobiodiversidad en Ecuador.....	5
2.1.1. Agrobiodiversidad de las especies agrícolas en estudio en Ecuador	5
2.1.2. Las semillas como eje de la agrobiodiversidad	6
2.1.3. Erosión genética de la agrobiodiversidad en Ecuador	7
2.2. Importancia de la agrobiodiversidad del Ecuador para la seguridad alimentaria.....	8
2.2.1. Seguridad alimentaria.....	8
2.2.2. Soberanía alimentaria.....	9
2.2.3. Sistemas de producción agrícola.....	9
2.3. Chacras y sistemas de conservación de la agrobiodiversidad	10
2.4. Estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad	10
2.4.1. Conservación in situ de la agrobiodiversidad.....	11
2.4.2. Conservación ex situ de la agrobiodiversidad	12
2.5. Caracterización morfológica y agronómica	12
2.5.1. Importancia de la caracterización morfológica y agronómica para la conservación.....	13
CAPITULO III.....	14
3. MARCO METODOLÓGICO	14

3.1.	Descripción del área de estudio.....	14
3.1.1.	Ubicación política y características agroclimáticas.....	14
3.2.	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	15
3.3.	Métodos.....	15
3.3.1.	Población de las semillas evaluadas.....	16
3.3.2.	Esquema de establecimiento del área de evaluación.....	16
3.4.	VARIABLES EVALUADAS EN LAS DIFERENTES ESPECIES.....	17
3.4.1.	VARIABLES EVALUADAS DEL MAÍZ	18
3.4.2.	VARIABLES EVALUADAS DEL FRÉJOL	19
3.4.2.1.	Porcentaje de germinación del fréjol.....	19
3.4.2.2.	Días a la germinación del fréjol	20
3.4.2.3.	Hábito de crecimiento del fréjol.....	20
3.4.2.4.	Color del tallo del fréjol	20
3.4.2.5.	Días a la floración del fréjol.....	20
3.4.2.6.	Color de la flor del fréjol.....	21
3.4.2.7.	Longitud de la vaina del fréjol	21
3.4.2.8.	Diámetro de la vaina del fréjol.....	21
3.4.2.9.	Color de la vaina del fréjol.....	21
3.4.2.10.	Número de semillas por vainas del fréjol.....	22
3.4.2.11.	Longitud del grano del fréjol.....	22
3.4.2.12.	Diámetro del grano del fréjol	22
3.4.2.13.	Color primario y secundario de la semilla del fréjol.....	22
3.4.2.14.	Forma de la semilla del fréjol.....	23
3.4.2.15.	Peso de 100 semillas del fréjol.....	23
3.4.3.	VARIABLES EVALUADAS DE LA ARVEJA	23
3.4.3.1.	Porcentaje de germinación de la arveja.....	24
3.4.3.2.	Días a la germinación de la arveja	24
3.4.3.3.	Hábito de crecimiento de la arveja.....	24
3.4.3.4.	Días a la floración de la arveja.....	25
3.4.3.5.	Color de la flor de la arveja.....	25
3.4.3.6.	Color del tallo de la arveja	25

3.4.3.7.	Color de la vaina de la arveja.....	25
3.4.3.8.	Número de granos por vaina de la arveja.....	25
3.4.3.9.	Longitud del grano de la arveja.....	26
3.4.3.10.	Diámetro del grano de la arveja	26
3.4.3.11.	Color de la semilla de la arveja	26
3.4.4.	VARIABLES EVALUADAS DEL SAMBO Y ZAPALLO.....	26
3.4.4.1.	Días a la germinación del zambo y zapallo.....	26
3.4.4.2.	Color de la hoja del zambo y zapallo	26
3.4.4.3.	Días a la floración del zambo y zapallo	27
3.4.4.4.	Longitud del fruto del zambo y zapallo	27
3.4.4.5.	Diámetro del fruto del zambo y zapallo.....	27
3.4.4.6.	Peso del fruto del zambo y zapallo.....	27
3.4.4.7.	Número de semillas del fruto del zambo y zapallo	27
3.4.4.8.	Forma de la semilla del zambo y zapallo	28
3.4.4.9.	Color de la semilla del zambo y zapallo.....	28
3.4.5.	VARIABLES EVALUADAS DEL TRIGO	28
3.4.5.1.	Porcentaje de emergencia del trigo	28
3.4.5.2.	Vigor de planta del trigo.....	29
3.4.5.3.	Hábito de crecimiento del trigo.....	29
3.4.5.4.	Tipo de paja del trigo.....	30
3.4.5.5.	Altura de planta del trigo.....	30
3.4.5.6.	Días al espigamiento del trigo.....	30
3.4.5.7.	Tamaño de la espiga del trigo.....	30
3.4.5.8.	Número de granos por espiga del trigo	31
3.4.5.9.	Rendimiento de grano del trigo.....	31
3.4.5.10.	Peso de 1000 granos del trigo	31
3.4.6.	VARIABLES EVALUADAS DE LA CEBADA.....	31
3.4.6.1.	Porcentaje de emergencia de la cebada	31
3.4.6.2.	Vigor de planta de la cebada	32
3.4.6.3.	Hábito de crecimiento de la cebada	32
3.4.6.4.	Tipo de paja de la cebada	33

3.4.6.5.	Altura de planta de la cebada	34
3.4.6.6.	Tamaño de la espiga de la cebada	34
3.4.6.7.	Días al espigamiento de la cebada	34
3.4.6.8.	Número de granos por espiga de la cebada.....	35
3.4.6.9.	Rendimiento de grano por parcela de la cebada.....	35
3.4.6.10.	Peso de 1000 granos de la cebada.....	35
3.4.7.	Variables para evaluar de la habilla	35
3.4.7.1.	Porcentaje de germinación de la habilla.....	36
3.4.7.2.	Días a la germinación de la habilla	36
3.4.7.3.	Hábito de crecimiento de la habilla.....	36
3.4.7.4.	Color del tallo de la habilla	36
3.4.7.5.	Días a la floración de la habilla.....	37
3.4.7.6.	Color de la flor de la habilla.....	37
3.4.7.7.	Longitud de la vaina de la habilla	37
3.4.7.8.	Diámetro de la vaina de la habilla.....	37
3.4.7.9.	Color de la vaina de la habilla.....	37
3.4.7.10.	Número de semillas por vaina de la habilla	37
3.4.7.11.	Longitud del grano de la habilla.....	37
3.4.7.12.	Diámetro del grano de la habilla	38
3.4.7.13.	Color primario y secundario de la semilla de la habilla.....	38
3.4.7.14.	Forma de la semilla de la habilla.....	38
3.4.8.	Variables evaluadas de la zarandaja.....	38
3.4.8.1.	Porcentaje de germinación de la zarandaja	38
3.4.8.2.	Días a la germinación de la zarandaja.....	39
3.4.8.3.	Hábito de crecimiento de la zarandaja	39
3.4.8.4.	Color del tallo de la zarandaja.....	39
3.4.8.5.	Días a la floración de la zarandaja	40
3.4.8.6.	Color de la flor de la zarandaja	40
3.4.8.7.	Longitud de la vaina de la zarandaja.....	40
3.4.8.8.	Diámetro de la vaina de la zarandaja	40
3.4.8.9.	Color de la vaina de la zarandaja	40

3.4.8.10.	Número de semillas por vaina de la zarandaja.....	40
3.4.8.11.	Longitud del grano de la zarandaja	40
3.4.8.12.	Diámetro del grano de la zarandaja.....	41
3.4.8.13.	Color primario y secundario de la semilla de la zarandaja.....	41
3.4.8.14.	Forma de la semilla de la zarandaja	41
3.5.	Manejo específico del experimento.....	41
3.5.1.	Preparación del terreno.....	41
3.5.2.	Delimitación del terreno.....	42
3.5.3.	Distribución de la siembra	42
3.5.4.	Manejo de riego por aspecrción y gravedad.....	42
3.5.5.	Mantenimiento del cultivo mediante deshuerbe y aporque.....	42
3.5.6.	Ciclo de fertilización orgánica del cultivo	42
3.5.7.	Cosecha manual en la madurez del cultivo	43
CAPÍTULO IV.....		43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del maíz cenizo y maíz ajo	44
4.1.1.	Porcentaje de germinación de las variedades de maíz	45
4.1.2.	Días de germinación de las variedades de maíz	45
4.1.3.	Días a la floración masculina del maíz cenizo y maíz ajo.....	45
4.1.4.	Días a la floración femenina del maíz cenizo y maíz ajo.....	46
4.1.5.	Altura de la planta del maíz cenizo y maíz ajo	47
4.1.6.	Longitud de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo	48
4.1.7.	Diámetro de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo.....	48
4.1.8.	Forma de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo	49
4.1.9.	Número de hileras del maíz cenizo y maíz ajo.....	50
4.1.10.	Longitud de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo	50
4.1.11.	Diámetro de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo.....	51
4.1.12.	Color primario y secundario de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo.....	52
4.1.13.	Peso promedio de la semilla de maíz cenizo y maíz ajo	53
4.2.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las cinco variedades	

de fréjol 53

4.2.1.	Porcentaje de germinación de las cinco variedades de fréjol.....	55
4.2.2.	Días de germinación de las cinco variedades de fréjol	55
4.2.3.	Hábito de crecimiento de las cinco variedades de fréjol.....	55
4.2.4.	Color del tallo de las cinco variedades de fréjol	56
4.2.5.	Días a la floración de las cinco variedades de fréjol.....	57
4.2.6.	Color de la flor de las cinco variedades de fréjol.....	57
4.2.7.	Longitud de la vaina de las cinco variedades de fréjol	58
4.2.8.	Diámetro de la vaina de las cinco variedades de fréjol.....	58
4.2.9.	Color de la vaina de las cinco variedades de fréjol.....	59
4.2.10.	Número de semillas por vaina de las cinco variedades de fréjol	60
4.2.11.	Longitud del grano de las cinco variedades de fréjol.....	60
4.2.12.	Diámetro del grano de las cinco variedades de fréjol.....	61
4.2.13.	Color primario y secundario de la semilla de las variedades de fréjol.....	62
4.2.14.	Forma de la semilla de las cinco variedades de fréjol.....	63
4.2.15.	Peso en 100 granos de las cinco variedades de fréjol	64
4.3.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las cuatro variedades	

de lenteja 65

4.3.1.	Porcentaje de germinación de las cuatro variedades de lenteja.....	66
4.3.2.	Días de germinación de las cuatro variedades de lenteja	66
4.3.3.	Hábito de crecimiento de las cuatro variedades de lenteja.....	67
4.3.4.	Días a la floración de las cuatro variedades de lenteja.....	68
4.3.5.	Color de la flor de las cuatro variedades de lenteja.....	68
4.3.6.	Longitud de la vaina de las cuatro variedades de lenteja	69
4.3.7.	Diámetro de la vaina de las cuatro variedades de lenteja.....	69
4.3.8.	Color de la vaina de las cuatro variedades de lenteja.....	70
4.3.9.	Número de granos por vaina de las cuatro variedades de lenteja.....	71
4.3.10.	Longitud del grano de las cuatro variedades de lenteja	71
4.3.11.	Diámetro del grano de las cuatro variedades de lenteja	72
4.3.12.	Color de la semilla de las cuatro variedades de lenteja.....	72
4.3.13.	Peso en 100 semillas de las cuatro variedades de lenteja.....	73

4.4.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las dos variedades de arveja	73
4.4.1.	Porcentaje de germinación de las dos variedades de arveja.....	74
4.4.2.	Días a la germinación de las dos variedades de arveja	75
4.4.3.	Hábito de crecimiento de las dos variedades de arveja.....	75
4.4.4.	Color del tallo de las dos variedades de arveja	76
4.4.5.	Días a la floración de las dos variedades de arveja	77
4.4.6.	Color de la flor de las dos variedades de arveja.....	78
4.4.7.	Longitud de la vaina de las dos variedades de arveja	78
4.4.8.	Diámetro de la vaina de las dos variedades de arveja.....	79
4.4.9.	Color de la vaina de las dos variedades de arveja.....	80
4.4.10.	Número de granos por vaina de las dos variedades de arveja.....	80
4.4.11.	Longitud del grano de las dos variedades de arveja.....	81
4.4.12.	Diámetro del grano de las dos variedades de arveja	82
4.4.13.	Color de la semilla de las dos variedades de arveja	82
4.4.14.	Peso en 100 semillas de las dos variedades de arveja.....	82
4.5.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de haba	83
4.5.1.	Porcentaje de germinación del cultivo de haba.....	84
4.5.2.	Días de germinación del cultivo de haba	84
4.5.3.	Color del tallo del cultivo de haba	85
4.5.4.	Días a la floración del cultivo de haba.....	85
4.5.5.	Color de la flor del cultivo de haba.....	85
4.5.6.	Longitud de la vaina del cultivo de haba.....	86
4.5.7.	Diámetro de la vaina del cultivo de haba	87
4.5.8.	Color de la vaina del cultivo de haba	87
4.5.9.	Número de semillas por vaina del cultivo de haba.....	88
4.5.10.	Longitud de la semilla del cultivo de haba.....	88
4.5.11.	Diámetro de la semilla del cultivo de haba	89
4.5.12.	Peso de 100 semillas del cultivo de haba	89
4.6.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de sambo.	90
4.6.1.	Días a la germinación del cultivo de sambo.....	91

4.6.2.	Hábito de crecimiento del cultivo de sambo	91
4.6.3.	Color de la hoja del cultivo de sambo	92
4.6.4.	Días a la floración del cultivo de sambo	92
4.6.5.	Color de la flor del cultivo de sambo	92
4.6.6.	Longitud del fruto del cultivo de sambo	93
4.6.7.	Diámetro del fruto del cultivo de sambo	94
4.6.8.	Peso del fruto del cultivo de sambo	94
4.6.9.	Longitud de la semilla del cultivo de sambo	95
4.6.10.	Diámetro de la semilla del cultivo de sambo	96
4.6.11.	Color de la semilla del cultivo de sambo	96
4.6.12.	Peso de 100 semillas del cultivo de sambo	96
4.7.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de zapallo	97
4.7.1.	Días a la germinación del cultivo de zapallo	98
4.7.2.	Hábito de crecimiento del cultivo de zapallo	99
4.7.3.	Color de la hoja del cultivo de zapallo	99
4.7.4.	Días a la floración del cultivo de zapallo	100
4.7.5.	Color de la flor del cultivo de zapallo	100
4.7.6.	Longitud del fruto del cultivo de zapallo	101
4.7.7.	Diámetro del fruto del cultivo de zapallo	102
4.7.8.	Peso del fruto del cultivo de zapallo	102
4.7.9.	Longitud de la semilla del cultivo de zapallo	103
4.7.10.	Diámetro de la semilla del cultivo de zapallo	103
4.7.11.	Color de la semilla del cultivo de zapallo	103
4.7.12.	Peso de 100 semillas del cultivo de zapallo	104
4.8.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de trigo negro	105
4.8.1.	Porcentaje de germinación del cultivo de trigo	106
4.8.2.	Vigor de la planta del cultivo de trigo	106
4.8.3.	Hábito de crecimiento del cultivo de trigo	106
4.8.4.	Tipo de paja del cultivo de trigo	107
4.8.5.	Altura de la planta del cultivo de trigo	107

4.8.6.	Días al espigamiento del cultivo de trigo	108
4.8.7.	Tamaño de la espiga del cultivo de trigo.....	109
4.8.8.	Número de granos por espiga.....	109
4.8.9.	Peso en 1000 granos del cultivo de trigo.....	110
4.9.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de cebada Chimborazo	110
4.9.1.	Porcentaje de germinación del cultivo de cebada Chimborazo.....	111
4.9.2.	Vigor de la planta del cultivo de cebada Chimborazo.....	112
4.9.3.	Hábito de crecimiento del cultivo de cebada Chimborazo.....	112
4.9.4.	Tipo de paja del cultivo de cebada Chimborazo	113
4.9.5.	Altura de la planta del cultivo de cebada Chimborazo.....	113
4.9.6.	Tamaño de la espiga del cultivo de cebada Chimborazo	114
4.9.7.	Días al espigamiento del cultivo de cebada Chimborazo.....	114
4.9.8.	Número de granos por espiga del cultivo de cebada Chimborazo	115
4.9.9.	Peso en 1000 granos del cultivo de cebada Chimborazo	115
4.10.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de habilla 116	
4.10.1.	Porcentaje de germinación del cultivo de habilla.....	117
4.10.2.	Días de germinación del cultivo de habilla	117
4.10.3.	Hábito de crecimiento del cultivo de habilla.....	117
4.10.4.	Color del tallo del cultivo de habilla	118
4.10.5.	Días a la floración del cultivo de habilla.....	118
4.10.6.	Color de la flor del cultivo de habilla.....	118
4.10.7.	Longitud de la vaina del cultivo de habilla	119
4.10.8.	Diámetro de la vaina del cultivo de habilla.....	120
4.10.9.	Color de la vaina del cultivo de habilla.....	120
4.10.10.	Número de semillas por vaina del cultivo de habilla	120
4.10.11.	Longitud del grano del cultivo de habilla.....	121
4.10.12.	Diámetro del grano del cultivo de habilla	122
4.10.13.	Color primario de la semilla del cultivo de habilla	122
4.10.14.	Peso en 1000 granos del cultivo de habilla	123

4.11.	Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo zarandaja	123
4.11.1.	Porcentaje de germinación del cultivo zarandaja.....	124
4.11.2.	Días de germinación del cultivo zarandaja	125
4.11.3.	Hábito de crecimiento del cultivo zarandaja.....	125
4.11.4.	Color del tallo del cultivo zarandaja	126
4.11.5.	Días a la floración del cultivo zarandaja	126
4.11.6.	Color de la flor del cultivo zarandaja.....	127
4.11.7.	Longitud de la vaina del cultivo zarandaja.....	128
4.11.8.	Diámetro de la vaina del cultivo zarandaja	128
4.11.9.	Color de la vaina del cultivo zarandaja	129
4.11.10.	Número de semillas por vaina del cultivo zarandaja.....	129
4.11.11.	Longitud del grano del cultivo zarandaja.....	130
4.11.12.	Diámetro del grano del cultivo zarandaja.....	130
4.11.13.	Color primario de la semilla del cultivo zarandaja.....	130
4.11.14.	Peso en 100 granos del cultivo zarandaja.....	131
4.12.	Estrategias de conservación y uso de los materiales en estudio.....	131
4.12.1.	Conservación in situ e introducción en chacras de la agrobiodiversidad no convencional.....	132
4.12.2.	Conservación de la agrobiodiversidad mediante banco comunitario y ferias de intercambio de semillas.....	132
4.12.3.	Valorización biocultural y usos ecosistémicos de los cultivos y sus semillas	133
CAPÍTULO V.....		135
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		135
5.1.	Conclusiones	135
5.2.	Recomendaciones.....	136
REFERENCIAS		137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Caracterización agroclimática de la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura</i>	15
Tabla 2 <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas en la investigación</i>	15
Tabla 3 <i>Materiales genéticos, y número de variedades por cultivo</i>	18
Tabla 4 <i>Variables morfoagronómicas evaluadas para el cultivo de maíz (Zea mays L.)</i>	19
Tabla 5 <i>Escala de colores para el tallo del fréjol</i>	20
Tabla 6 <i>Escala de colores para las alas de la flor del fréjol</i>	21
Tabla 7 <i>Escala de colores para el color de la vaina del fréjol</i>	22
Tabla 8 <i>Determinación del color primario y secundario de la semilla del fréjol</i>	22
Tabla 9 <i>Escala de la forma de la semilla del fréjol</i>	23
Tabla 10 <i>Tipos de hábitos de crecimiento de la arveja</i>	24
Tabla 11 <i>Tipos de hábitos de crecimiento de la arveja INIAP (1997)</i>	25
Tabla 12 <i>Escala de evaluación de germinación en cereales</i>	28
Tabla 13 <i>Escala de evaluación de vigor del trigo</i>	29
Tabla 14 <i>Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales</i>	29
Tabla 15 <i>Escala de evaluación de tipo de paja en cereales</i>	30
Tabla 16 <i>Escala de evaluación cualitativa del porcentaje de emergencia en cebada</i>	31
Tabla 17 <i>Escala de evaluación de vigor de plantas de cebada</i>	32
Tabla 18 <i>Escala de evaluación del hábito de crecimiento o porte de plantas de cebada</i>	32
Tabla 19 <i>Escala de evaluación del tipo de paja para plantas de cebada</i>	33
Tabla 20 <i>Clasificación internacional para leguminosas trepadoras</i>	39
Tabla 21 <i>Caracterización agronómica de las variedades de maíz evaluadas en Chaltura-Imbabura, campaña 2023-2024</i>	44
Tabla 22 <i>Caracterización agronómica de cinco variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de Chaltura-Imbabura</i>	54
Tabla 23 <i>Comportamiento agronómico de cuatro variedades de lenteja (Lens culinaris) en Chaltura-Imbabura</i>	66
Tabla 24 <i>Variables agronómicas de dos variedades de arveja (Pisum sativum) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura</i>	74
Tabla 25 <i>Variables agronómicas del cultivo de haba</i>	84
Tabla 26 <i>Comparación agronómica del cultivo de sambo en Chaltura-Imbabura</i>	90
Tabla 27. <i>Comparación agronómica del cultivo de zapallo en Chaltura-Imbabura</i>	98
Tabla 28 <i>Evaluación agronómica del trigo negro Chaltura-Imbabura</i>	106
Tabla 29 <i>Evaluación agronómica del cultivo de cebada en Chaltura</i>	111
Tabla 30 <i>Comparación agronómica del cultivo de habilla en Chaltura-Imbabura</i>	116
Tabla 31 <i>Comparación agronómica del cultivo zarandaja en Chaltura-Imbabura</i>	124
Tabla 32 <i>Plan de acción para la conservación in situ de la agrobiodiversidad no convencional</i>	132

Tabla 33 <i>Plan de acción para el fortalecimiento de bancos comunitarios de semillas y ferias de intercambio</i>	133
Tabla 34 <i>Plan de acción para la valorización biocultural y uso sostenible de los cultivos caracterizados</i>	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación geográfica del área de estudio: Granja Experimental La Pradera</i>	14
Figura 2 <i>Croquis del área de estudio establecido en campo</i>	17
Figura 3 <i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el maíz (Zea mays)</i>	44
Figura 4 <i>Floración masculina del maíz</i>	46
Figura 5 <i>Floración femenina del maíz</i>	46
Figura 6 <i>Altura de planta en el cultivo de maíz (etapa de madurez)</i>	47
Figura 7 <i>Longitud de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo</i>	48
Figura 8 <i>Diámetro de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo</i>	49
Figura 9 <i>Forma de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo</i>	49
Figura 10 <i>Número de hileras por mazorca del maíz cenizo y maíz ajo</i>	50
Figura 11 <i>Longitud del grano del maíz cenizo y maíz ajo</i>	51
Figura 12 <i>Diámetro del grano del maíz cenizo y maíz ajo</i>	51
Figura 13 <i>Coloración del grano en maíz cenizo y maíz ajo</i>	52
Figura 14 <i>Peso promedio del maíz cenizo y maíz ajo</i>	53
Figura 15 <i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el fréjol (Phaseolus vulgaris)</i>	54
Figura 16 <i>Hábito de crecimiento de las cinco variedades de fréjol</i>	56
Figura 17 <i>Coloración del tallo en variedades de fréjol</i>	56
Figura 18 <i>Coloración floral en variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris)</i>	57
Figura 19 <i>Longitud de la vaina de las cinco variedades de fréjol</i>	58
Figura 20 <i>Diámetro de la vaina en las cinco variedades de fréjol</i>	59
Figura 21 <i>Coloración de la vaina en variedades de fréjol (estado fresco)</i>	59
Figura 22 <i>Longitud del grano en las cinco variedades de fréjol</i>	61
Figura 23 <i>Diámetro del grano en las cinco variedades de fréjol</i>	62
Figura 24 <i>Diversidad en color y forma del grano en las cinco variedades de fréjol evaluadas</i> ..	63
Figura 25 <i>Forma de la semilla de las cinco variedades de fréjol</i>	64
Figura 26 <i>Peso en 100 granos de las cinco variedades de fréjol</i>	65
Figura 27 <i>Etapas de desarrollo y su duración en días para la lenteja (Lens culinaris)</i>	65
Figura 28 <i>Hábito de crecimiento de las cuatro variedades de lenteja</i>	67
Figura 29 <i>Coloración floral en variedades de lenteja (Lens culinaris)</i>	68
Figura 30 <i>Longitud de la vaina de lenteja</i>	69
Figura 31 <i>Diámetro de la vaina de lenteja</i>	69
Figura 32 <i>Color de la vaina de las cuatro variedades de lenteja</i>	70
Figura 33 <i>Longitud del grano de lenteja</i>	71
Figura 34 <i>Color de la semilla de las cuatro variedades de lenteja</i>	72
Figura 35 <i>Diámetro de la vaina de arveja</i>	79
Figura 36 <i>Color de la vaina de las dos variedades de arveja</i>	80
Figura 37 <i>Número de granos por vaina de las dos variedades de arveja</i>	81
Figura 38 <i>Largo y ancho del grano en arveja San Isidro y rosada</i>	81

Figura 39	<i>Color de la semilla de las dos variedades de arveja</i>	82
Figura 40	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el haba (Vicia faba)</i>	83
Figura 41	<i>Color del tallo del cultivo de haba</i>	85
Figura 42	<i>Coloración floral en el cultivo de haba (Vicia faba)</i>	86
Figura 43	<i>Longitud de la vaina en el cultivo de haba</i>	86
Figura 44	<i>Color de la vaina del cultivo de haba en verde</i>	87
Figura 45	<i>Número de semillas por vaina del cultivo de haba</i>	88
Figura 46	<i>Longitud de la semilla en el cultivo de haba</i>	89
Figura 47	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el sambo (Cucurbita ficifolia)</i>	90
Figura 48	<i>Hábito de crecimiento del cultivo de sambo</i>	91
Figura 49	<i>Color de la hoja del cultivo de sambo</i>	92
Figura 50	<i>Coloración floral del sambo</i>	93
Figura 51	<i>Longitud del fruto del cultivo de sambo</i>	93
Figura 52	<i>Diámetro del fruto del cultivo de sambo</i>	94
Figura 53	<i>Peso del fruto del cultivo de sambo</i>	95
Figura 54	<i>Longitud de la semilla del cultivo de sambo</i>	95
Figura 55	<i>Color de la semilla del cultivo de sambo</i>	96
Figura 56	<i>Peso de las semillas del cultivo de sambo</i>	97
Figura 57	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el zapallo (Cucurbita maxima)</i>	98
Figura 58	<i>Hábito de crecimiento del cultivo de zapallo</i>	99
Figura 59	<i>Color de la hoja del cultivo de zapallo</i>	100
Figura 60	<i>Coloración floral del sambo y zapallo</i>	101
Figura 61	<i>Longitud del fruto del cultivo de zapallo</i>	101
Figura 62	<i>Comparación de la longitud del fruto entre sambo y zapallo</i>	102
Figura 63	<i>Longitud de la semilla del cultivo de zapallo</i>	103
Figura 64	<i>Color de la semilla del cultivo de zapallo</i>	104
Figura 65	<i>Peso de 100 semillas del cultivo de zapallo</i>	104
Figura 66	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para el trigo (Triticum aestivum)</i>	105
Figura 67	<i>Hábito de crecimiento del cultivo de trigo</i>	107
Figura 68	<i>Altura de la planta del cultivo de trigo</i>	108
Figura 69	<i>Días al espigamiento del cultivo de trigo</i>	108
Figura 70	<i>Tamaño de la espiga en cebada Chimborazo (Hordeum vulgare)</i>	109
Figura 71	<i>Peso en 1000 granos del cultivo de trigo</i>	110
Figura 72	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para la cebada (Hordeum vulgare)</i>	111
Figura 73	<i>Hábito de crecimiento del cultivo de cebada Chimborazo</i>	112
Figura 74	<i>Altura de la planta del cultivo de cebada Chimborazo</i>	113
Figura 75	<i>Tamaño de la espiga en cebada Chimborazo (Hordeum vulgare)</i>	114
Figura 76	<i>Días al espigamiento del cultivo de cebada</i>	115
Figura 77	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para la habilla (Lathyrus sativus)</i>	116
Figura 78	<i>Hábito de crecimiento del cultivo de habilla</i>	117

Figura 79	<i>Coloración del tallo en accesiones de habilla</i>	118
Figura 80	<i>Coloración floral en accesiones de habilla (Lathyrus sativus)</i>	119
Figura 81	<i>Longitud de la vaina del cultivo de habilla</i>	119
Figura 82	<i>Coloración de la vaina en accesiones de habilla</i>	120
Figura 83	<i>Número de semillas por vaina del cultivo de habilla</i>	121
Figura 84	<i>Longitud del grano de habilla</i>	121
Figura 85	<i>Diámetro del grano en accesiones de habilla</i>	122
Figura 86	<i>Coloración de la semilla en accesiones de habilla</i>	123
Figura 87	<i>Etapas de desarrollo y su duración en días para la zarandaja (Lablab purpureus)</i> .	124
Figura 88	<i>Hábito de crecimiento del cultivo zarandaja</i>	125
Figura 89	<i>Coloración del tallo en zarandaja</i>	126
Figura 90	<i>Coloración floral en zarandaja (Lablab purpureus)</i>	127
Figura 91	<i>Longitud de la vaina del cultivo de zarandaja</i>	128
Figura 92	<i>Coloración de la vaina de zarandaja</i>	129
Figura 93	<i>Longitud del grano de zarandaja</i>	130
Figura 94	<i>Coloración primaria de la semilla de zarandaja</i>	131

CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA AGROBIODIVERSIDAD NO CONVENCIONAL CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN SAN JOSÉ DE CHALTURA-IMBABURA

Ishel Montalvo, Doris Chalampunte, Ima Sánchez
Carrera de Agropecuaria, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, (aimontalvob@utn.edu.ec, +593 968460085)

RESUMEN

La agrobiodiversidad no convencional es un pilar fundamental para la sostenibilidad y resiliencia de los agroecosistemas andinos, especialmente en Ecuador, siendo reconocido por su elevada diversidad agrícola ancestral. Este estudio caracterizó las características morfoagronómicas de especies con potencial productivo en San José de Chaltura - Imbabura, para ello, se examinaron 22 variedades de cereales, legumbres y cucurbitáceas conservadas en la Universidad Técnica del Norte (UTN). Entre los cereales, el maíz cenizo (*Zea mays* L.) destacó por sus granos de color marrón cenizo y alto peso (53.16 g/100 granos), mientras que el maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* Sturtev.) presentó glumas en sus granos. En leguminosas, se caracterizaron cinco variedades volubles de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), cuatro de lenteja (*Lens culinaris* Medik) con semillas cerde, marrón, negra y redonda, dos de arveja (*Pisum sativum* L.) diferenciadas por el color del grano, así como accesiones de habilla (*Lathyrus sativus* L.) y zarandaja (*Lablab purpureus* L.). En las cucurbitáceas, el zapallo (*Cucurbita maxima* Duchesne.) produjo frutos más pesados (11.47kg) que el sambo (*Cucurbita ficifolia* Bouché.). De igual manera, se pudo observar la adaptación satisfactoria de las variedades a las condiciones de Chaltura, por ende, es necesario impulsar estrategias integradas de conservación *in situ* y *ex situ*, mediante la valorización comercial para promover el uso sostenible de los recursos, fortaleciendo la seguridad alimentaria y preservando el patrimonio fitogenético local para las comunidades agrícolas, estableciendo los cimientos para futuros programas de investigación, mejoramiento y la formulación de estrategias para el desarrollo agronómico local.

Palabra clave: sostenibilidad, especies subutilizadas, voluble.

MORPHO-AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF NON-CONVENTIONAL AGROBIODIVERSITY WITH PRODUCTIVE POTENTIAL IN SAN JOSÉ DE CHALTURA-IMBABURA

ABSTRACT

Non-conventional agrobiodiversity is a fundamental pillar for the sustainability and resilience of Andean agroecosystems, especially in Ecuador, which is recognized for its high diversity of ancestral agricultural practices. This study characterized the morpho-agronomic characteristics of species with productive potential in San José de Chaltura, Imbabura. To this end, 22 varieties of cereals, legumes, and cucurbits conserved at the Universidad Técnica del Norte (UTN) were examined. Among the cereals, cenizo maize (*Zea mays* L.) stood out for its ash-brown grains and high weight (53.16 g/100 grains), while ajo maize (*Zea mays* var. *tunicata* Sturtev.) presented glumes in its grains. Among legumes, five climbing varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), four of lentil (*Lens culinaris* Medik.) with red, brown, black, and round seeds, two of pea (*Pisum sativum* L.) differentiated by grain color, as well as accessions of broad bean (*Lathyrus sativus* L.) and black bean (*Lablab purpureus* L.) were characterized. Among cucurbits, pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne.) produced heavier fruits (11.47 kg) than squash (*Cucurbita ficifolia* Bouché.). Similarly, the satisfactory adaptation of the varieties to the conditions of Chaltura was observed; therefore, it is necessary to promote integrated in situ and ex situ conservation strategies, through commercial valorization to promote the sustainable use of resources, strengthening food security and preserving the local phylogenetic heritage for agricultural communities, establishing the foundations for future research programs, improvement and the formulation of strategies for local agronomic development.

Keywords: sustainability, underutilized species, fickle.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La agrobiodiversidad actúa como un pilar fundamental en la seguridad alimentaria, la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la resiliencia de los cultivos frente al cambio climático, integrando la diversidad genética, de especies y ecosistemas que se interrelacionan con la producción de alimentos y materias primas, incluyendo la agricultura, la ganadería y la silvicultura. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022) destaca que, en el siglo XX, se perdió más del 75% de la diversidad genética de los cultivos, consecuencia de la homogenización de los sistemas agrícolas y la sustitución de las variedades locales por cultivos comerciales. Esta erosión genética pone en riesgo a las especies no convencionales, que poseen rasgos valiosos de adaptación, junto a un alto potencial nutricional, productivo y ambiental (Casas, 2019).

Frente a este escenario, la caracterización morfoagronómica surge como una herramienta científica para la documentación, evaluación y revalorización de los recursos fitogenéticos. En Perú y Bolivia, las especies como quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) han sido caracterizadas por su adaptabilidad a altitudes extremas y su alto contenido de proteínas (Bhargava et al., 2007). Estos resultados, asentaron las bases para la implementación de programas enfocados en el mejoramiento genético, posicionamiento comercial e integración en la sostenibilidad de sistemas productivos (Rojas et al., 2015).

Ecuador, una nación de magnífica biodiversidad y riqueza cultural, está entre los 17 países megadiversos del mundo, a pesar de su limitada extensión territorial, presenta una de las más altas densidades de especies de flora y fauna por kilómetro cuadrado (Mena y Buitrón, 2018). Además de su biodiversidad natural, Ecuador se destaca por su herencia cultural y étnica, manifestada mediante un conjunto de prácticas ancestrales, especialmente en la conservación de la biodiversidad y la agricultura sostenible. La integración de estos conocimientos tradicionales ha sido crucial para la identidad ecuatoriana y su manejo (García Saltos et al., 2014).

Bajo este contexto, en la parroquia San José de Chaltura, ubicada en la provincia de Imbabura, surge un enfoque innovador en la agricultura, centrado en la caracterización morfoagronómica de

la agrobiodiversidad no convencional, siendo punto de interés para investigadores y agricultores

(Briones, 2023). El Centro de Bioconocimiento, ubicado en la Universidad Técnica del Norte, Campus La Pradera, con el apoyo del Fondo de Investigación de Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) a través del proyecto de fondo de fortalecimiento del CBDA. Participó en ferias de semillas realizadas en el cantón Cotacachi, teniendo como resultado el intercambio entre productores y actores locales, conformando un acervo de semillas no convencionales, incluyendo especies como habilla (*Lathyrus sativus* L.), zarandaja (*Lablab purpureus* L.), maíz cenizo (*Zea mays* L.), lenteja (*Lens culinaris* Moench.) y haba (*Vicia faba* L.) (Borrás et al., 2021).

Dicho acervo de semillas se encuentra conservado en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Granja Experimental La Pradera, en la parroquia de San José de Chaltura, siendo un espacio de investigación, donde se han desarrollado estudios orientados a la evaluación de materiales agrícolas, como la caracterización de líneas promisorias de trigo bajo condiciones locales (Chalán, 2019). A pesar de su importancia, las especies no convencionales provenientes de las ferias de semillas no han sido objeto de una caracterización morfoagronómica sistemática donde se determine su adaptación, estados fenológicos y potencial productivo en las condiciones ambientales de Chaltura (Briones, 2023).

La ausencia de esta información limita el diseño de estrategias técnicas enfocadas en la conservación, multiplicación y uso sostenible de los recursos locales. La presente investigación se enfoca en caracterizar morfoagronómicamente la agrobiodiversidad no convencional con potencial productivo en San José de Chaltura – Imbabura, con la finalidad de establecer las bases para el desarrollo de alternativas productivas adaptadas a las condiciones climáticas de la zona.

1.2. Problema de investigación

La tendencia actual de los sistemas agrícolas destaca el uso de cultivos de alto rendimiento y variedades comerciales, contribuyendo a una disminución progresiva de la diversidad genética. Esta situación se agrava por la limitada caracterización morfoagronómica de los cultivos no convencionales, restringiendo la conservación, fitomejoramiento y explotación integral de estos recursos (Gutiérrez et al., 2008).

A nivel global, organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) N°12 y N°15, promueven la gestión eficiente de

recursos naturales y la conservación de ecosistemas terrestres, respectivamente (ONU, 2015). En Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha tomado la iniciativa de almacenar y caracterizar semillas de variedades nativas, contribuyendo a la agrobiodiversidad (Vásquez et al., 2018). Sin embargo, se observa que las comunidades, al recibir estas semillas, no siempre las conservan adecuadamente, lo que pone en riesgo la continuidad de estas especies o variedades.

Además, la selección empírica de semillas por parte de agricultores, basada en criterios tradicionales, genera una variabilidad genética excesiva, afectando la replicabilidad de resultados productivos (Camarena et al., 2017). La tendencia a sustituir variedades nativas por extranjeras, sin programas de fitomejoramiento específicos, limita la sostenibilidad y competitividad agrícola en la región. Además, la producción de estos cultivos se circunscribe mayormente a la economía campesina, con poca integración a cadenas de valor formales, lo que dificulta su transformación agroindustrial y comercialización (Sánchez, 2009).

1.3. Justificación

En el contexto agrícola contemporáneo, se observa una creciente homogeneización de los sistemas productivos, favoreciendo el cultivo de variedades vegetales de alto rendimiento y amplia aceptación comercial. Esta tendencia resulta en una preocupante disminución de recursos fitogenéticos esenciales para la adaptación climática y la seguridad alimentaria a futuro. En este escenario, la conservación y promoción de cultivos no convencionales, como: habilla, zarandaja, maíz, particularmente, variedades como: maíz cenizo y maíz ajo; así como: lenteja y haba se tornan imperativos para garantizar la diversidad genética y la resiliencia de los sistemas agrícolas (Caicedo et al., 2020).

Según el Gobierno Autónomo Parroquial de San José de Chaltura (GAP-Chaltura, 2014), la parroquia cuenta con condiciones agroecológicas particulares alberga una rica biodiversidad de estos cultivos no convencionales. Sin embargo, un desafío adicional radica en la falta de una caracterización morfoagronómica, bioquímica y nutricional exhaustiva de estos cultivos en dicho contexto geográfico, limitando la capacidad de los agricultores, investigadores y autoridades para optimizar las prácticas agronómicas, identificar usos comerciales o gastronómicos potenciales, y diseñar estrategias eficaces de conservación, diversificación productiva y promoción local (Padulosi et al., 2013).

La caracterización morfoagronómica permite entender las adaptaciones específicas de las plantas a su entorno, proporcionando información crucial sobre su fenología, estructura y comportamiento bajo diferentes condiciones. A su vez, la caracterización bioquímica y nutricional determina el valor alimenticio y potencial industrial de estos cultivos, lo que puede traducirse en oportunidades económicas para las comunidades locales y en la diversificación de la dieta (Blanco et al., 2020).

De esta manera, la investigación detallada de estos cultivos no convencionales en Chaltura no solo contribuirá al conocimiento científico, sino que también fortalecerá la base genética de los sistemas agrícolas, promoverá la seguridad alimentaria y potenciará el desarrollo socioeconómico de la región (Camero y Calderón, 2018).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Caracterizar morfoagronómicamente la agrobiodiversidad no convencional con potencial productivo en la comunidad de San José de Chaltura – Imbabura.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir las características morfológicas, agronómicas y fenología de las especies no convencionales de estudio.
- Proponer estrategias de conservación y uso sostenible de los materiales vegetales caracterizados en el estudio

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Agrobiodiversidad en Ecuador

La biodiversidad agrícola, constituye el principal indicador de la sostenibilidad integral de los agroecosistemas, debido a que evidencia interacciones directas e indirectas, así como las transformaciones que favorecen o perjudican la sustentabilidad que sostiene los procesos ecológicos necesarios para la producción agrícola y la seguridad alimentaria (Altieri y Nicholls, 2017a). Esta diversidad no se limita únicamente a las especies cultivadas, sino que abarca también sus parientes silvestres, microorganismos del suelo y fauna que contribuyen al equilibrio y resiliencia de los sistemas productivos (Jarvis et al., 2008).

Investigaciones en Ecuador evidencian que la agrobiodiversidad andina no solo cumple un papel ecológico, sino que también sostiene prácticas culturales, sistemas culinarios y estrategias de subsistencia que han perdurado por siglos (Rendón et al., 2016).

Las semillas constituyen el núcleo material de la agrobiodiversidad y representan un patrimonio biocultural resultado de procesos históricos de domesticación, selección y coevolución entre comunidades humanas y ecosistemas locales. En Ecuador, la diversidad de semillas es relevante en territorios indígenas y campesinos, donde se mantienen variedades nativas que aseguran la seguridad alimentaria y la resiliencia frente a cambios climáticos (Garcés, 2023). Esta diversidad genética se expresa en múltiples niveles que van desde la variación intraespecífica hasta el mosaico de ecosistemas agrícolas por lo que sostiene la provisión de alimentos, medicinas, fibras y servicios ecosistémicos esenciales.

El mantenimiento de la diversidad de semillas está directamente asociado con la resiliencia socio ecológica, debido a que contribuye la adaptación frente a perturbaciones bióticas y abióticas, y garantiza la continuidad de prácticas agrícolas tradicionales que fortalecen los sistemas agroalimentarios territoriales (Tapia y Rosas, 2015).

2.1.1. Agrobiodiversidad de las especies agrícolas en estudio en Ecuador

La agrobiodiversidad ecuatoriana sobresale por la coexistencia entre cultivos nativos como el maíz (*Zea mays* L.), el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el sambo (*Cucurbita ficifolia* Bouché),

formando parte de los sistemas agrícolas ancestrales andinos, junto con cultivos introducidos como el haba (*Vicia faba* L.), la arveja (*Pisum sativum* L.), la lenteja (*Lens culinaris* Medik.), la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y el trigo (*Triticum aestivum* L.), incorporados durante el periodo colonial, y actualmente adaptados a las condiciones agroecológicas del país. Esta coexistencia y complementariedad de especies corresponde a un componente esencial del patrimonio agrícola nacional, contribuyendo de manera significativa a la seguridad y soberanía alimentaria, sumado al fortalecimiento de la economía local (Tapia y Rosas, 2015).

Estas especies se han conservado en gran medida por los agricultores tradicionales mediante la selección empírica continua, el intercambio de semillas y la adaptación a las condiciones agroecológicas locales, generando una importante variabilidad intraespecífica. Gracias a esta diversidad, se manifiestan diferencias en el rendimiento agronómico, la adaptación climática y el uso alimentario, representando un recurso estratégico para la sostenibilidad de los sistemas de producción (INIAP, 2018).

En la Sierra ecuatoriana como la provincia de Imbabura, la diversidad de gramíneas y leguminosas tradicionales desempeñan un rol fundamental dentro de las chacras y fincas familiares, donde las especies se cultivan tanto para el intercambio local como para el autoconsumo. Su permanencia se debe a su valor productivo, importancia cultural, nutricional y simbólica, formando parte de prácticas agrícolas ancestrales que se transmiten entre generaciones (Rengifo, 2014).

A pesar de su importancia, muchas especies son consideradas no convencionales o subutilizadas, debido a la limitada técnica, escasa caracterización y reducida inserción en los mercados formales, esta situación induce a la sustitución por variedades comerciales homogéneas, incrementando el riesgo de pérdida de diversidad genética, reduciendo el aprovechamiento integral de su potencial productivo (FAO, 2019a). En este contexto, la conservación de la diversidad agrícola ecuatoriana adquiere una relevancia especial dentro de los procesos de erosión genética que inciden en numerosas especies tradicionales.

2.1.2. Las semillas como eje de la agrobiodiversidad

Las semillas son el componente central de la agrobiodiversidad, al ser la base biológica de los sistemas agrícolas tradicionales, mediante ellas, se expresa la diversidad genética de las especies

cultivadas, así como los procesos de domesticación, selección y adaptación generadas por las comunidades rurales en el transcurso del tiempo. Es por ello que las semillas cumplen más allá de una función productiva, ya que configuran un patrimonio biocultural relacionado con la identidad, el conocimiento local y la soberanía alimentaria (FAO, 2019a).

Dentro de los sistemas agrícolas campesinos del Ecuador, las semillas locales se conservan por medio del uso continuo, el intercambio comunitario y la transmisión intergeneracional; a través de estos mecanismos, el material genético se mantiene adaptado a las condiciones agroecológicas específicas, favoreciendo la resiliencia.

La conservación y manejo de semillas nativas y criollas fomenta la diversidad intraespecífica y contribuye a la sostenibilidad de los agroecosistemas, en especial, dentro de contextos donde el rol fundamental de la provisión de alimentos se destina a la agricultura familiar (Tapia y Rosas, 2015).

Por medio de una perspectiva agroecológica, las semillas representan un recurso estratégico para la permanencia de sistemas de producción diversificados, debido a que su manejo autónomo reduce la dependencia de insumos externos, promoviendo la continuidad de prácticas agrícolas adaptadas al entorno local. La pérdida o sustitución de las semillas tradicionales por sus homónimos comerciales, constituye uno de los principales factores en la erosión genética junto con la disminución de la agrobiodiversidad (Altieri y Nicholls, 2017b).

2.1.3. Erosión genética de la agrobiodiversidad en Ecuador

Las variedades autóctonas de cultivos tradicionales, como el ataco o amaranto negro, enfrentan un proceso acelerado de erosión genética, debido al abandono de prácticas agrícolas ancestrales por la migración rural, la homogeneización de cultivos con variedades mejoradas, cambios en los hábitos alimenticios, condiciones socioeconómicas desfavorables y políticas de comercialización inadecuadas. Resultando un cultivo reducido drásticamente, conservándose solo de manera limitada en algunas zonas de la Sierra, mientras que en provincias como Pichincha, Azuay y Loja su presencia ha disminuido considerablemente, amenazando tanto la biodiversidad como los saberes tradicionales asociados a estos cultivos (Delgado, 2022).

La principal consecuencia de la erosión genética consiste en la limitación de los territorios para garantizar su soberanía alimentaria, debido a que reduce la disponibilidad de semillas locales

adaptadas a las condiciones ambientales específicas, mientras que, a largo plazo, este proceso aumenta la dependencia a insumos externos, debilitando la autonomía en la producción de las comunidades rurales.

2.2. Importancia de la agrobiodiversidad del Ecuador para la seguridad alimentaria

Varios estudios han evidenciado que los agroecosistemas con mayor diversidad presentan mayor capacidad adaptativa frente al cambio climático, mejor regulación biológica de plagas, eficiencia en el uso de nutrientes y estabilidad en los rendimientos agrícolas, incluso bajo condiciones ambientales adversas (Zimmerer y de Haan, 2017). La diversidad genética dentro de los cultivos constituye además una fuente crucial de variabilidad para programas de mejoramiento, permitiendo seleccionar materiales con tolerancia a sequías, heladas, salinidad o enfermedades emergentes (Khoury et al., 2014).

En términos globales, la pérdida de la agrobiodiversidad es un fenómeno alarmante. FAO (2019b) estima que, de aproximadamente 10 000 especies vegetales que han sido empleadas históricamente para la alimentación humana, solo 150 contribuyen hoy de manera significativa a la dieta, y apenas tres maíz, arroz y trigo aportan más del 50% de las calorías consumidas a nivel mundial. Esta progresiva homogeneización alimentaria incrementa la vulnerabilidad de los sistemas productivos y restringe las opciones para enfrentar crisis alimentarias o sanitarias futuras.

2.2.1. Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria se refiere a la capacidad sostenible de los sistemas sociales y productivos para garantizar la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad de alimentos saludables, suficientes y culturalmente aceptables para toda la población. Este concepto integra dimensiones biológicas, ecológicas y socioeconómicas, reconociendo que la disponibilidad de alimentos depende tanto de la productividad agrícola como del manejo soberano de recursos clave como el agua, el suelo y la agrobiodiversidad (FAO, 2019c).

Aguirre (2020) menciona que seguridad alimentaria debe incluir el derecho de las comunidades locales a decidir sobre los modos de producción, uso y conservación de semillas. Además de los sistemas alimentarios que sustentan su identidad biocultural, lo que implica valorar el

conocimiento tradicional, promover sistemas de producción diversificados y fortalecer la resiliencia de los territorios frente a crisis ambientales o económicas.

2.2.2. Soberanía alimentaria

La soberanía alimentaria consiste en un enfoque relacionado con los derechos del pueblo para manejar sus propios sistemas alimentarios, a través de priorizar la producción local, permitir el acceso equitativo a los medios de producción y proteger la agrobiodiversidad. A diferencia de la seguridad alimentaria, la soberanía alimentaria enfatiza el rol de las comunidades rurales para su autonomía en la producción de alimento, fortaleciendo los sistemas agrícolas locales (FAO, 2019b).

En Ecuador, la soberanía alimentaria es relevante, ya que promueve el fortalecimiento de la agricultura familiar, el uso y preservación de semillas indígenas y el respeto por los conocimientos heredados de los sistemas tradicionales de producción (Aguirre, 2020). A partir de esta perspectiva, la soberanía alimentaria incide en las dimensiones sociales, ambientales, culturales y productivas, por ende, mantener la diversidad agrícola es una estrategia clave para el desarrollo sostenible y la resiliencia frente a los impactos del cambio climático (Altieri y Nicholls, 2017b).

2.2.3. Sistemas de producción agrícola

Los sistemas de producción agrícola en Ecuador se caracterizan por la heterogeneidad, determinada por la diversidad ecológica, climática y sociocultural de cada región. En la región Andina, predominan los sistemas de agricultura familiar campesina, basados en el uso intensivo de mano de obra familiar, la diversificación de cultivos y el aprovechamiento de recursos locales, siendo los pilares fundamentales para la provisión de alimentos a nivel local y nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020).

Estos sistemas de producción se enfocan en la autosuficiencia, el intercambio comunitario y la comercialización en mercados locales, promoviendo la preservación de la agrobiodiversidad y limitan la dependencia de recursos externos. La principal característica de estos sistemas consiste en la diversificación productiva, mitigando los riesgos asociados a factores climáticos, plagas o fluctuaciones de precios, lo que contribuye a la resiliencia de los productores rurales (Altieri y Nicholls, 2017a).

De igual manera, los sistemas agrícolas tradicionales implementan los conocimientos heredados acerca del manejo del suelo, la rotación e intercalado de cultivos, el uso de semillas locales y la sincronización de las prácticas agrícolas con los ciclos climáticos. Estas prácticas mantienen la fertilidad del suelo, optimizan el uso de agua y preservan la biodiversidad en los agroecosistemas (Tapia y Rosas, 2015).

De forma opuesta, la expansión de los modelos de producción convencionales, basados en monocultivos y paquetes tecnológicos estandarizados, presentan impactos negativos en la diversidad agrícola, provocando la erosión genética y una mayor dependencia de las semillas comerciales. Frente a este problema, los sistemas de producción diversificados presentan una alternativa estratégica, promoviendo una agricultura sostenible, inclusiva y adaptada a las necesidades locales (FAO, 2019c).

2.3. Chacras y sistemas de conservación de la agrobiodiversidad

El modelo de *chacras* consiste en mantener una diversidad de cultivos dentro de una misma parcela, integrando hortalizas, leguminosas, plantas medicinales, especies frutales y variedades en riesgo de desaparición, como la mashua, la jícama y la arracacha, entre otras, las cuales se encuentran en proceso de recuperación (Rengifo, 2014). Un principio fundamental de este sistema es la predominancia de prácticas agroecológicas, disminuyendo en gran medida el uso de insumos químicos. Esta aproximación no solo promueve la conservación de la agrobiodiversidad, sino que también fortalece la sostenibilidad de los sistemas agrícolas mediante prácticas respetuosas con el medio ambiente (Pereira, 2013).

Adicionalmente, las chacras actúan como espacios de conservación activa, donde la diversidad de cultivos se mantiene por medio de su uso continuo dentro de los sistemas agrícolas familiares. Este manejo permite la permanencia de las especies tradicionales adaptadas al entorno local, donde contribuyen a la conservación dinámica de la agrobiodiversidad en los territorios rurales.

2.4. Estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad

La conservación de la agrobiodiversidad es un componente fundamental para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y alimentarios, debido a que se encuentran vinculados a la seguridad alimentaria, la resiliencia climática y la preservación del patrimonio biocultural de las zonas rurales. Esta conservación abarca la preservación de la diversidad genética de las especies

cultivadas y sus variedades locales, así como los conocimientos tradicionales sobre su cultivo y uso (FAO, 2019b).

Las estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad se basan en evitar la pérdida progresiva de los recursos fitogenéticos causada por la expansión de la agricultura convencional, la homogeneización de los cultivos, la pérdida de semillas locales y la transformación de los sistemas de producción tradicionales. Dentro de este contexto, la conservación no se limita salvaguardar de manera física el material genético, sino que incluye procesos dinámicos que permiten su reproducción, adaptación y uso continuo dentro de los agroecosistemas (INIAP, 2018).

De manera general, las estrategias para la conservación de la agrobiodiversidad se clasifican en dos enfoques complementarios, siendo la conservación *in situ*, desarrollada en los sistemas agrícolas y ecosistemas naturales, y la conservación *ex situ*, que se realiza fuera del hábitat original por medio de estructuras especializadas. Ambos enfoques resultan indispensables, cuya aplicación conjunta favorece la permanencia y disponibilidad de los recursos genéticos a largo plazo.

2.4.1. Conservación *in situ* de la agrobiodiversidad

La conservación *in situ* se refiere al manejo y mantenimiento de la agrobiodiversidad dentro de los ecosistemas agrícolas y entornos naturales, donde las especies desarrollan sus procesos evolutivos y de adaptación. Este tipo de conservación facilita la interacción de los cultivos con factores ambientales, sociales y culturales, permitiendo la evolución dinámica de las variedades locales y su adaptación constante a las condiciones agroecológicas del territorio (FAO, 2019b).

En el ámbito agrícola, la conservación *in situ* se desarrolla mediante fincas familiares, chacras y sistemas tradicionales de producción, donde los agricultores desempeñan un rol central. A partir de la selección empírica, el intercambio comunitario y la reproducción continua de materiales locales, la diversidad genética de las especies se mantiene continua, contribuyendo a su permanencia y funcionalidad productiva (Rengifo, 2014).

En Ecuador, la conservación *in situ*, representa una estrategia clave para la protección de los cultivos no convencionales y variedades locales, donde la diversidad agrícola se mantiene gracias a las prácticas campesinas, esta conservación contribuye a la seguridad alimentaria local,

ya que garantiza la disponibilidad de semillas adaptadas a condiciones climáticas variables y a sistemas productivos de pequeña escala (INIAP, 2018).

2.4.2. Conservación *ex situ* de la agrobiodiversidad

La conservación *ex situ* consiste en la preservación de los recursos fitogenéticos fuera de su hábitat natural o del sistema agrícola donde se desarrollan, por medio de este enfoque se busca salvaguardar el material genético contra la pérdida de variedades locales o la desaparición de especies cultivadas, asegurando la disponibilidad para generaciones futuras.

Los principales métodos de conservación *ex situ* son: bancos de germoplasma y bancos de semillas, que permiten el almacenamiento controlado del material vegetal bajo condiciones específicas de temperatura y humedad, manteniendo la viabilidad genética a mediano y largo plazo. De igual manera existen colecciones vivas, donde las especies se conservan dentro de campos experimentales o huertos agrícolas, facilitando su propagación y estudio, sumado a ello, la criopreservación. También es una alternativa avanzada que permite la preservación de tejidos vegetales, embriones o semillas en temperaturas ultra bajas y asegura la estabilidad genética durante periodos prolongados (Junto Internacional de recursos Fitogenéticos [IBPGR], 2017).

Otro aspecto a destacar de la conservación *ex situ*, consiste en el papel estratégico en la protección frente a fenómenos meteorológicos extremos, pérdida de hábitat o transformación en los sistemas de producción, no obstante, este tipo de conservación es la más efectiva cuando se complementa con estrategias *in situ*, permitiendo la recuperación, reintroducción y uso sostenible de los recursos genéticos de las áreas agrícolas (INIAP, 2018).

En el contexto ecuatoriano, los Centros de Bioconocimiento son espacios destinados a la conservación, investigación y uso sostenible de la agrobiodiversidad ecuatoriana. Según Paredes et al. (2014), estos centros cumplen funciones clave como: conservación de semillas y material vegetativo, recuperación y multiplicación de variedades nativas, investigación participativa con productores, transferencia de conocimientos y tecnologías agroecológicas o promoción de estrategias comunitarias de soberanía alimentaria.

2.5. Caracterización morfológica y agronómica

La caracterización morfológica y agronómica consiste en una herramienta fundamental para la investigación, evaluación y utilización de los recursos fitogenéticos en la agricultura. Este

proceso permite la descripción y análisis sistemáticos de los caracteres observables y del comportamiento general de los cultivos, contribuyendo a la generación de información esencial que apoya la conservación y uso productivo (IBPGR, 2017).

Por medio de la perspectiva teórica, la caracterización busca identificar la diversidad de las especies, reconociendo las variaciones relacionadas con la adaptación ambiental, las prácticas de manejo y los procesos de selección de los agricultores a lo largo del tiempo, esta información resulta esencial para comprender la dinámica de la agrobiodiversidad y su respuesta a diferentes condiciones agroecológicas (FAO, 2019a).

Dentro de los sistemas agrícolas tradicionales, la caracterización morfológica y agronómica es relevante debido a la limitada información disponible sobre cultivos no convencionales. La falta de estudios sistemáticos limita la evaluación productiva, junto con la integración de estrategias de desarrollo rural, programas de mejoramiento genético o medidas de conservación sostenible (Tapia y Rosas, 2015).

2.5.1. Importancia de la caracterización morfológica y agronómica para la conservación

La caracterización morfológica y agronómica es una herramienta enfocada en la conservación de la agrobiodiversidad. Proporciona información de referencia sobre la variabilidad de las especies y sus variedades, además, la caracterización permite identificar el potencial productivo de los cultivos tradicionales y no convencionales, promoviendo la inclusión en iniciativas de conservación, investigación y desarrollo agrícola, especialmente en los sistemas de producción rural, donde la diversificación permite fortalecer la seguridad alimentaria y la resiliencia agrícola (Altieri y Nicholls, 2017a). Por ende, la caracterización sistemática se establece como un paso fundamental para documentar, valorar y diseñar estrategias efectivas de conservación y el uso de la agrobiodiversidad en sistemas analizados en esta investigación.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental La Pradera, lugar en el que se realizó la caracterización morfoagronómica de la agrobiodiversidad no convencional con potencial productivo.

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio: Granja Experimental La Pradera



3.1.1. Ubicación política y características agroclimáticas

La parroquia San José de Chaltura, del cantón Antonio Ante ubicado en la provincia de Imbabura, presenta un clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo con una altitud de 2336.66 m.s.n.m., una latitud de 0° 21' 18.39" N y una longitud de 78°12' 18.82" W (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2023). Las características agroclimáticas se detallan en la Tabla 1. Estas condiciones influyen de manera directa en el desarrollo fenológico de los cultivos y en la dinámica productiva de la zona

Tabla 1*Caracterización agroclimática de la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura*

Característica	Descripción
Temperatura baja	9.5 °C
Temperatura media	16 °C
Temperatura máxima	24 °C
Precipitación media anual	750 mm/ año
Altitud	2336.66 m.s.n.m
pH	6.5 a 7.5
Tipo de suelo	Franco arcilloso, franco arenoso
Humedad relativa	70% Suelos: bien drenados

Fuente: *INAMHI (2023)*.**3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas**

En la presente investigación de campo se utilizaron diferentes materiales los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2*Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas en la investigación*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Rótulos	Computadora	Maíz de variedad cenizo y ajo	
Libreta de campo	Cámara	Lenteja de variedad marrón, verde, negra y redonda.	Azadón
Cinta métrica	fotográfica		Rastrillo
Estacas	Impresora	Semillas de habilla, haba, zarandaja, fréjol voluble de variedad rojo y negro, cebada	Bomba de fumigar
Piola	GPS	Chimborazo y trigo desnudo negro,	
Bomba de mochila	Balanza	sambo, zapallo.	

3.3. Métodos

El presente estudio fue de tipo descriptivo y tuvo como objetivo caracterizar diversas especies y accesiones conservadas en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Granja La Pradera. Se incluyeron los siguientes materiales genéticos: maíz cenizo, maíz ajo, fréjol voluble negro, fréjol voluble rojo, fréjol matambre, habilla, arveja rosada, arveja

San Isidro, lenteja en sus variantes marrón, verde, redonda y negra, zarandaja, cebada Chimborazo, cebada desnuda negra, sambo y zapallo.

Todos estos cultivos fueron sometidos a una evaluación agronómica con el fin de describir sus características morfológicas y determinar su desempeño bajo las condiciones ambientales de la zona de estudio.

3.3.1. Población de las semillas evaluadas

Dentro de la población de semillas, se evaluaron trece cultivos y veinte variedades, cada uno representado por un número definido de semillas seleccionadas para garantizar suficiente variabilidad y representatividad en el estudio. Se emplearon 120 semillas de maíz cenizo, seleccionadas por su relevancia local y variabilidad fenotípica. De forma complementaria, se incluyeron 120 semillas de fréjol voluble negro y 120 semillas de fréjol voluble rojo, ambas consideradas variedades tradicionales de porte trepador. Para el fréjol matambre se utilizaron 60 semillas, debido a su menor disponibilidad en la colección.

En el caso de la habilla (*L. sativus* L.) se determinó su comportamiento agronómico y variabilidad intraespecífica. Asimismo, se incluyeron 24 semillas de maíz ajo, caracterizado por su baja frecuencia en la zona y la necesidad de su conservación.

Para el grupo de arvejas, el estudio comprendió 180 semillas de arveja rosada y 60 de arveja San Isidro, mientras que para las lentejas se utilizaron cuatro variantes: marrón, verde, negra y redonda, con 90 semillas por cada una, lo que permitió realizar una evaluación comparativa entre colores, tamaños y formas del grano.

Dentro de los cereales andinos se incorporaron 108 semillas de zarandaja, variedad local perteneciente al grupo de cebadas tradicionales. Finalmente, se incluyeron dos especies cucurbitáceas, sambo (*C. ficifolia*) y zapallo (*C. maxima*), cada una representada por 10 semillas, debido a la disponibilidad limitada y al tamaño considerable de sus semillas.

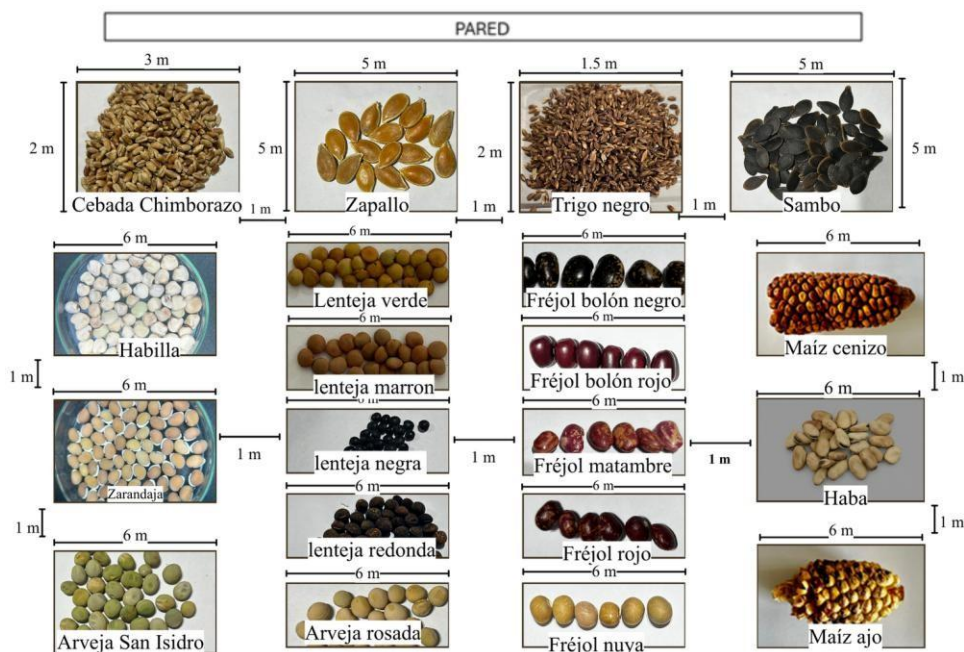
3.3.2. Esquema de establecimiento del área de evaluación

Para la organización del área de estudio se elaboró croquis detallado el cual permitió distribuir de manera ordenada cada una de las semillas utilizadas en el estudio. Este diseño facilitó la correcta ubicación de los materiales genéticos en el campo, así como el seguimiento sistemático de su

germinación, establecimiento y desarrollo durante todo el ciclo fenológico, presente en la Figura 2, la planificación contribuyó a reducir los errores experimentales.

Figura 2

Croquis del área de estudio establecido en campo



Nota. Las dimensiones presentadas en el diagrama no están a escala

Para garantizar una correcta caracterización del material vegetal, se registraron las especies evaluadas junto con el número correspondiente de muestras por cultivo. De tal manera que se evidenció la estructura del área de trabajo y de esta manera se aseguró la representatividad de cada grupo biológico incluido en la investigación.

3.4. Variables evaluadas en las diferentes especies

Las variables que se evaluaron por cultivo se detallan en los siguientes apartados. Cabe recalcar que la toma de datos se realizó tanto al inicio de la germinación como al final del ciclo fenológico de cada cultivo, dependiendo de la naturaleza del carácter evaluado.

Estas especies son de alta relevancia agronómica, nutricional y socioeconómica dentro de los sistemas productivos andinos. El maíz, fréjol y haba son la base de la alimentación tradicional, aportando carbohidratos, proteínas y micronutrientes esenciales para la seguridad alimentaria rural. Por otro lado, leguminosas como lenteja, habilla y zarandaja, contribuyen a la fijación

biológica de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo y favorece la sostenibilidad de los agroecosistemas. En cuanto al trigo y cebada, desempeñan un rol importante en la diversificación productiva en la economía local. En el caso de las cucurbitáceas como sambo y zapallo, aportan un valor nutricional y diversidad dietética.

Tabla 3

Materiales genéticos, y número de variedades por cultivo

Especies	Nombre científico	Número de variedades
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	2
Haba	<i>Vicia faba</i> L.	1
Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	5
Lenteja	<i>Lens culinaris</i> Moench.	4
Habilla	<i>Lathyrus sativus</i> L.	1
Zarandaja	<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet	1
Arveja	<i>Pisum sativus</i> L.	2
Trigo	<i>Triticum spp.</i>	1
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	1
Sambo	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché.	1
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne.	1

3.4.1. Variables evaluadas del maíz

Para el cultivo de maíz se establecieron 13 variables de investigación que fueron seleccionadas a partir de criterios reportados en estudios previos y en literatura especializada. La evaluación se realizó utilizando nueve muestras por unidad, las cuales fueron seleccionadas considerando su mayor vigor y sanidad, con el fin de garantizar uniformidad y representatividad en la toma de datos, las variables cualitativas se presentan en la Tabla 4, junto con su definición operativa.

La selección de estas variables morfoagronómicas permitió caracterizar de manera integral el comportamiento fenológico, productivo y morfológico del cultivo de maíz en condiciones agroecológicas del ensayo, por ejemplo, el porcentaje y días de germinación, sumado a los días de floración, aportan la información necesaria para deducir la adaptación y precocidad de los materiales genéticos evaluados. Por otro lado, la altura de la planta, junto a las dimensiones de la mazorca, número de hileras y peso de 100 granos, se relaciona con el potencial de rendimiento y la calidad comercial del grano. Finalmente, los indicadores cualitativos de color y forma de grano y mazorca, permiten la identificación varietal y la conservación de la diversidad genética.

Tabla 4*Variables morfoagronómicas evaluadas para el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

Variable	Descripción sintetizada	Referencia
Porcentaje de germinación	Conteo directo de plántulas emergidas entre 15–20 días después de la siembra; expresado como porcentaje respecto al total de semillas sembradas.	INIAP, 2012
Días a la germinación	Contabilización diaria hasta que el 50% de las plantas emergieron; la emergencia se determinó cuando el coleóptilo se encontró por encima del suelo.	Castellanos et al., 2017.
Días a la floración	Número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentó flores abiertas.	Estándares agronómicos
Altura de la planta (cm)	Medición en 9 plantas seleccionadas al azar, desde la base del tallo hasta la inflorescencia, ubicada en la parte central de la parcela.	Izquierdo, 2012
Longitud de la mazorca (cm)	Medición desde la base hasta el ápice con calibrador digital.	Guamán et al., 2020
Diámetro de la mazorca (cm)	Medición en la sección media de la mazorca usando calibrador digital.	Guamán et al. 2020
Longitud del grano (mm)	Medición de 9 granos por muestra, desde la base hasta el ápice del grano.	Guillermo et al., 2017
Diámetro del grano (mm)	Medición del diámetro en el punto medio del grano, con calibrador digital.	Tapia et al., 2017
Número de hileras por mazorca	Conteo directo de hileras iniciando desde un punto fijo en la base de la mazorca.	INIAP, 2012
Color primario y secundario del grano	Determinado mediante comparación con la tabla de colores Munsell; se utilizaron 9 granos por muestra.	Sistema Munsell
Forma del grano	Clasificación según descriptor de maíz: 1 contraído, 2 dentado, 3 plano, 4 redondo, 5 puntiagudo, 6 muy puntiagudo.	Tapia et al. 2017
Forma de la mazorca	Clasificación según descriptor de maíz: 1 cilíndrica, 2 cilíndrico-cónica, 3 cónica, 4 esférica.	Tapia et al. 2017
Peso de 100 granos (g)	Pesaje de 100 semillas con humedad estandarizada al 14%, empleando balanza digital.	Pincay, 2024

3.4.2. Variables evaluadas del fréjol

Para el fréjol se establecieron 15 variables de investigación, basándose en diferentes investigaciones, se tomaron 15 muestras por cada una de las variedades en estudio de cada unidad, los materiales seleccionados fueron los más vigorosos y sanos. Para las variables cualitativas como color se determinaron gracias a la ayuda de la tabla de Munsell.

3.4.2.1. Porcentaje de germinación del fréjol

El porcentaje de germinación se evaluó a los 7, 14 y 21 días después de la siembra. Para cada accesión se registró el número total de plántulas emergidas, y se expresó como porcentaje respecto al número total de semillas sembradas, bajo lineamientos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 1993).

3.4.2.2. Días a la germinación del fréjol

Esta variable se determinó contabilizando los días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo hasta que el 50% de las plántulas emergieron. La evaluación se realizó mediante observación directa, considerando la proporción de semillas germinadas respecto al total sembrado, de acuerdo con metodologías sugeridas por la FAO (2018a).

3.4.2.3. Hábito de crecimiento del fréjol

El hábito de crecimiento del fréjol se determinó durante la etapa de floración. Se clasificaron las plantas como arbustivas cuando el tallo principal y las ramas laterales finalizaron en una inflorescencia presente en la Tabla 5; mientras que las plantas con crecimiento indeterminado y elongación continua después de la floración se clasificaron como trepadoras, conforme a la tipología propuesta por CIAT (1993).

3.4.2.4. Color del tallo del fréjol

La pigmentación del tallo se evaluó en base en la escala Munsell, registrando tonalidades que variaron desde verde hasta rosado o morado, que se presenta en la Tabla 5. En algunos casos, el tallo y el pecíolo compartieron la misma coloración, mientras que en otros la pigmentación se concentró en los nudos, siguiendo criterios de CIAT (1993).

Tabla 5

Escala de colores para el tallo del fréjol

Nombre Color	Código Munsell
1.- Amarillo verde fuerte	7.5 GY 6/8
2.- Moderado amarillo verde	5 GY 6/6

Fuente: CIAT (1993).

3.4.2.5. Días a la floración del fréjol

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada accesión presentó la apertura de su última flor funcional. Este criterio permitió estandarizar el inicio de la fase reproductiva para todos los materiales evaluados (CIAT, 1993).

3.4.2.6. Color de la flor del fréjol

Mediante observación directa en la etapa de floración, se determinó el color de las alas de la corola de la flor de frijol. La coloración fue establecida con la Tabla de Munsell Color (2015), para tejidos vegetales. El código de cada posible color se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6

Escala de colores para las alas de la flor del fréjol

Nombre Color	Código Munsell
1.- Blanco	
2.- Blanco con pigmento rosado	
3.- Rosado púrpura	5 RP 8/2
4.- Rojo púrpura	5 RP 6/6
5.- Rojo grisáceo púrpura	5 RP 5/6

Fuente: Munsell Color (2015).

3.4.2.7. Longitud de la vaina del fréjol

La longitud de la vaina se determinó midiendo 15 vainas seleccionadas desde la inserción del pedicelo hasta el ápice de la estructura, utilizando un calibrador digital, de acuerdo con CIAT (1993).

3.4.2.8. Diámetro de la vaina del fréjol

El diámetro de la vaina se midió en 15 vainas seleccionadas por accesión, utilizando un calibrador digital y registrando el grosor en la parte central de cada una, siguiendo las metodologías del CIAT (1993). Esta variable actúa como descriptor morfológico importante, debido a que se relaciona con el desarrollo del fruto, el potencial de llenado de grano y la diferenciación entre materiales genéticos.

3.4.2.9. Color de la vaina del fréjol

Las vainas se evaluaron en estado fresco, registrando su color mediante comparación directa con la escala Munsell como se muestra en la Tabla 8 para definir el tono más similar a la referencia estándar (Munsell Color, 2015).

Tabla 7

Escala de colores para el color de la vaina del fréjol

Nombre Color	Código Munsell
1.- Moderado amarillo verde	7.5 GY 5/6
2.- Verde oliva moderado	7.5 GY 4/6

Fuente: INIAP (1997).

3.4.2.10. Número de semillas por vainas del fréjol

Se seleccionaron 15 plantas por variedad, y se contabilizó el número de semillas por vaina en el momento de la cosecha, cuando las vainas se encontraban completamente secas (CIAT, 1993).

3.4.2.11. Longitud del grano del fréjol

Para esta variable se seleccionaron 15 semillas por variedad. Cada semilla se colocó en posición horizontal (su eje mayor), y la longitud se midió en milímetros utilizando calibrador digital, siguiendo los lineamientos de Bioversity International [IPGRI], (2001) .

3.4.2.12. Diámetro del grano del fréjol

El diámetro del grano se midió sobre las mismas semillas utilizadas para la longitud, colocándolas en posición vertical y registrando el valor en milímetros mediante calibrador digital, conforme a los descriptores internacionales para Phaseolus (IPGRI, 2001).

3.4.2.13. Color primario y secundario de la semilla del fréjol

El color primario y secundario de las semillas se determinó mediante observación directa y posterior comparación con la tabla Munsell para tejidos vegetales. Se utilizaron 15 semillas por accesión, evaluadas en estado seco (Munsell Color, 2015).

Tabla 8

Determinación del color primario y secundario de la semilla del fréjol

Nombre Color	Código Munsell
Blanco	
Blanco rosado	
Rosado	75 YR 8/4
Rosado púrpura	5RP 7/4
Rojo	5R 3/6

Rojo grisáceo	22 R 4/6
Rojo grisáceo púrpura	5 RP 5/4
Púrpura pálida	5 RP 6/4
Púrpura grisácea	5 RP 4/2
Amarillo	5 Y 7/6
Amarillo rojizo	75 YR 7/6
Marrón	25 Y 7/4
Marrón rojizo	5 YR 5/4
Olivo	5 Y 5/4
Negro	100

Fuente: Munsell Color (2015).

3.4.2.14. Forma de la semilla del fréjol

La forma de la semilla se registró en estado seco y se clasificó según la tipología morfológica propuesta por CIAT (1993), la cual incluye categorías como redonda, ovoide, elíptica, cuadrada, alargada y arriñonada.

Tabla 9

Escala de la forma de la semilla del fréjol

Nombre Color	Código Munsell
1.-	Redonda
2.-	Ovoide
3.-	Elíptica
4.-	Pequeña casi cuadrada
5.-	Alargada, ovoide
6.-	Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro
7.-	Alargada, casi cuadrada
8.-	Arriñonada, recta en el lado del hilo
9.-	Arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo

Fuente: CIAT (1993).

3.4.2.15. Peso de 100 semillas del fréjol

El peso de 100 semillas se determinó utilizando grano completamente seco, con un contenido de humedad aproximado del 14%. La muestra se pesó en una balanza electrónica de precisión, registrando el valor en gramos, según FAO (2018a).

3.4.3. Variables evaluadas de la arveja

En este estudio se evaluaron catorce variables morfológicas y agronómicas para caracterizar el comportamiento de las variedades de arveja bajo condiciones locales. La selección de las

variables se basó en las guías técnicas para leguminosas publicadas durante la última década por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020b), así como en estudios recientes de caracterización fenotípica en *Pisum sativum* (Singh et al., 2020).

3.4.3.1. Porcentaje de germinación de la arveja

El porcentaje de germinación se evaluó a los 7, 14 y 21 días después de la siembra. En cada variedad se contabilizó el número de plántulas emergidas, y el valor se expresó como porcentaje respecto al total de semillas sembradas, siguiendo los lineamientos de la FAO (2018a).

3.4.3.2. Días a la germinación de la arveja

Este parámetro correspondió al número de días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia del 50% de las plántulas. Las observaciones se realizaron diariamente, registrando la aparición visible del epicótilo o la primera hoja verdadera (FAO, 2018a).

3.4.3.3. Hábito de crecimiento de la arveja

Para la variable de hábito de crecimiento se tomó en cuenta como crecía la planta basándose en los tipos de hábitos según la Tabla 11. La evaluación del hábito de crecimiento permitió diferenciar los materiales en función de su arquitectura vegetal y comportamiento agronómico bajo las condiciones de ensayo. Los tipos erectos se asocian con ciclos corte de menor requerimiento de soporte, en los tipos trepadores presentan un mayor desarrollo vegetativo con mayor potencial productivo cuando se encuentra con un tutorado adecuado. Esta característica facilita la selección de accesiones de acuerdo al sistema de producción, disponibilidad de recursos y objetivos de mejoramiento, por ende, contribuye a una adecuada planificación del manejo agronómico del cultivo.

Tabla 10

Tipos de hábitos de crecimiento de la arveja

Nombre Color	Descripción
1.- Tipo I	Erecta enana
2.- Tipo II	Descumbente
3. Tipo III	Trepadora

Fuente: INIAP (1997).

3.4.3.4. Días a la floración de la arveja

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada variedad presentó flores abiertas. Esto permitió estandarizar el inicio de la fase reproductiva (Singh et al., 2020). Esta variable permite determinar la precocidad de los materiales evaluados y su respectivo grado de adaptación a las condiciones agroclimáticas del área de estudio.

3.4.3.5. Color de la flor de la arveja

El color de la flor se determinó mediante observación directa de la corola durante la etapa de prefloración, utilizando la escala Munsell para su clasificación cromática (Munsell Color, 2015).

3.4.3.6. Color del tallo de la arveja

La pigmentación del tallo se evaluó mediante observación directa y se clasificó en tonalidades de verde, rosado o morado. La identificación del color se realizó con apoyo de la escala Munsell, debido a su uso estandarizado en caracterización de leguminosas (FAO, 2020a).

Tabla 11

Tipos de hábitos de crecimiento de la arveja INIAP (1997)

Nombre Color	Código Munsell
1.- Moderado amarillo verde	2.5 GY 6/4
2.- Moderado amarillo verde	2.5 GY 6/4

3.4.3.7. Color de la vaina de la arveja

Las vainas se evaluaron en estado fresco. El color se registró comparándolo con la escala Munsell para determinar el tono más cercano, siguiendo metodologías reciente para descriptores vegetales (Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile [INIA], 2019)

3.4.3.8. Número de granos por vaina de la arveja

El número de granos por vaina se determinó durante la cosecha, seleccionando plantas con vainas completamente secas y registrando el total de semillas contenidas en cada una (Singh et al., 2020).

3.4.3.9. Longitud del grano de la arveja

Para el registro de la variable longitud del grano, se procedió a obtener 60 semillas de cada una de las variedades estudiadas, verificando que estén en posición horizontal o la más larga, donde con la ayuda de un calibrador digital se midió en milímetros cada semilla.

3.4.3.10. Diámetro del grano de la arveja

Este dato se determinó sobre las mismas semillas utilizadas anteriormente, se procedió a colocarlas en posición vertical y se midió en centímetros con un calibrador digital.

3.4.3.11. Color de la semilla de la arveja

Este descriptor se registró por observación directa al grano seco y se estableció el color primario utilizando la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales, para poder identificar el tipo de color tanto el color primario como el color secundario de cada una de las semillas, donde se tomó 60 semillas de muestra.

3.4.4. Variables evaluadas del sambo y zapallo

En esta investigación se evaluaron once variables agronómicas y morfológicas correspondientes al crecimiento, desarrollo y producción de sambo y zapallo. La selección de las variables se basó en protocolos recientes para cucurbitáceas establecidos por la FAO (2021), descriptores morfológicos modernos para *Cucurbita* (Cadena-Iñiguez et al., 2022) y estudios de caracterización de frutos y semillas en zapallo (Sanchez-Mendoza et al., 2019).

3.4.4.1. Días a la germinación del zambo y zapallo

Se observaron las semillas y registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plántulas emergieron de la tierra.

3.4.4.2. Color de la hoja del zambo y zapallo

Se observó el color de las hojas de la planta observando en la tabla sus colores, como verde oscuro, verde claro, rojo, amarillo.

3.4.4.3. Días a la floración del zambo y zapallo

El registro de esta variable se realizó contabilizando el número de días desde la germinación hasta la aparición de la primera flor funcional en cada planta. Este parámetro se empleó para evaluar la precocidad reproductiva (Sánchez-Mendoza et al., 2019).

3.4.4.4. Longitud del fruto del zambo y zapallo

La longitud del fruto se midió utilizando un calibrador o cinta métrica, registrando la distancia desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto. Las mediciones se expresaron en centímetros (Cadena-Iñiguez et al., 2022).

3.4.4.5. Diámetro del fruto del zambo y zapallo

El diámetro del fruto se midió en la región de mayor amplitud utilizando un calibrador digital. Este registro permitió caracterizar el tamaño y la conformación externa del fruto (Sánchez- Mendoza et al., 2019).

3.4.4.6. Peso del fruto del zambo y zapallo

El peso del fruto maduro se determinó mediante el uso de una balanza de precisión. Los valores se expresaron en gramos o kilogramos dependiendo del tamaño del fruto evaluado (Gwanama et al., 2023).

3.4.4.7. Número de semillas del fruto del zambo y zapallo

Una vez alcanzada la madurez fisiológica, los frutos se abrieron manualmente y se procedió al conteo de todas las semillas presentes. Esta variable permitió estimar el potencial reproductivo de cada accesión (Cadena-Iñiguez et al., 2022). El número de semillas por fruto es un indicador relevante del desempeño reproductivo y de la eficiencia en la formación de estructuras fértiles, debido a que reflejan la interacción entre factores genéticos y condiciones ambientales durante el proceso de floración y fecundación. Su respectiva evaluación contribuye a la caracterización agronómica de las accesiones y al análisis comparativo de su comportamiento productivo.

3.4.4.8. Forma de la semilla del zambo y zapallo

La forma de la semilla se caracterizó mediante evaluación visual, clasificándola como redonda, ovalada, alargada o plana, siguiendo los criterios utilizados para especies del género Cucurbita (Sánchez-Mendoza et al., 2019).

3.4.4.9. Color de la semilla del zambo y zapallo

Se realizó de forma visual directa así observando el color externo de las semillas utilizando términos descriptivos, como blanco, negro, marrón, amarillo.

3.4.5. Variables evaluadas del trigo

En esta investigación se evaluaron diversas variables fenológicas, morfológicas y productivas del cultivo de trigo, basadas en los lineamientos establecidos en el Manual No. 111: Parámetros de evaluación y selección de cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ponce-Molina et al., 2019). Los parámetros: porcentaje de emergencia y vigor de planta se registraron a los 17 días posteriores a la siembra, mientras que el resto de variables se midieron en función de la escala fenológica de Zadoks

3.4.5.1. Porcentaje de emergencia del trigo

El porcentaje de emergencia se determinó mediante una evaluación visual del número de plántulas emergidas en la unidad. Las plántulas se clasificaron en tres niveles: buena, regular o mala emergencia. Las observaciones se realizaron durante la etapa Z12 de la escala de Zadoks, correspondiente a la presencia de dos a tres hojas verdaderas desarrolladas. Finalmente, los valores se expresaron en porcentaje para permitir una comparación rigurosa entre materiales (Ponce-Molina et al., 2019).

Tabla 12

Escala de evaluación de germinación en cereales

Escala	Descripción
Buena	81%-100% plantas germinadas
Regular	60%-80% plantas germinadas
Malo	< 60% plantas germinadas

Fuente: Ponce-Molina et al, (2019).

3.4.5.2. Vigor de planta del trigo

El vigor se evaluó visualmente mediante una única observación por unidad, realizada en la etapa Z12. El proceso consistió en comparar el desarrollo de las plantas respecto a una escala de 1 a 5, donde los valores se agruparon en tres categorías: bueno, regular y malo. Esta variable permitió valorar la capacidad de establecimiento y crecimiento inicial del cultivo.

Tabla 13

Escala de evaluación de vigor del trigo

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Buena	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas.
2		Escala intermedia.
3	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas.
4		Escala intermedia.
5	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas.

Fuente: Ponce-Molina et al, (2019).

3.4.5.3. Hábito de crecimiento del trigo

Esta variable se evaluó visualmente una vez que el cultivo transitó entre los periodos Z 20 y Z 29, específicamente en la etapa de macollamiento. Se tomó un único dato por cada unidad en función de la escala de evaluación. La evaluación del hábito de crecimiento en esta fase permitió caracterizar la arquitectura inicial de las plantas, junto con su capacidad de macollamiento, aspecto determinante en la formación del rendimiento final.

Tabla 14

Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente y forman un ángulo de 45°.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente sobre la superficie del suelo.

Fuente: Ponce-Molina et al, (2019).

3.4.5.4. Tipo de paja del trigo

El tipo de paja se evaluó durante la etapa Z91 y consistió en determinar la resistencia mecánica del tallo, especialmente su capacidad para tolerar viento y evitar el acame. La evaluación visual se realizó usando una escala de tres niveles: tallo fuerte, tallo intermedio y tallo débil. Este parámetro se relacionó estrechamente con características genéticas de los materiales, además de verse influenciado por factores ambientales como nutrición, precipitación, altitud, sequía, densidad de siembra y fotoperíodo.

Tabla 15

Escala de evaluación de tipo de paja en cereales

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame.
2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo débil	Tallos delgados e inflexibles que no soportan el viento y el acame.

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019).

3.4.5.5. Altura de planta del trigo

La altura de planta correspondió al tamaño final alcanzado por la planta cuando el cultivo llegó a la madurez comercial (Z91). La medición se realizó con una varilla graduada, se registró la distancia desde la superficie del suelo hasta el extremo superior de la espiga, incluyendo las aristas.

3.4.5.6. Días al espigamiento del trigo

Para esta variable se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada unidad alcanzó la etapa Z55, caracterizada por la emergencia de la mitad de la inflorescencia. Las lecturas se realizaron de manera continua debido a la variabilidad en la precocidad entre materiales.

3.4.5.7. Tamaño de la espiga del trigo

El tamaño de la espiga se midió cuando el grano alcanzó la madurez fisiológica. La medición se realizó con una regla, se registró la longitud de la espiga en centímetros. Para garantizar representatividad, se evaluaron al menos diez espigas por unidad.

3.4.5.8. Número de granos por espiga del trigo

Esta variable se determinó mediante el conteo manual del número de granos presentes en espigas completamente desarrolladas. Se seleccionaron diez espigas por unidad y se calculó un promedio general una vez alcanzada la madurez comercial del cultivo. Este parámetro permitió estimar el potencial de rendimiento a nivel individual.

3.4.5.9. Rendimiento de grano del trigo

El rendimiento de grano se determinó pesando la producción total obtenida por parcela, utilizando una balanza electrónica. El grano se evaluó completamente limpio y con una humedad estandarizada del 13%. El valor registrado en gramos por parcela se transformó luego a kilogramos por hectárea para su interpretación agronómica.

3.4.5.10. Peso de 1000 granos del trigo

El peso de mil granos consistió en pesar una muestra representativa de 1000 cariósides seleccionadas aleatoriamente. La medición se realizó con una balanza electrónica, y el valor obtenido se utilizó como indicador del tamaño y calidad del grano. Esta variable estuvo influenciada por condiciones ambientales, disponibilidad de nutrientes y humedad del grano al momento de la cosecha. El peso de mil granos es considerado como un componente fundamental del rendimiento, debido a que refleja la capacidad de llenado del grano durante la fase de maduración.

3.4.6. Variables evaluadas de la cebada

3.4.6.1. Porcentaje de emergencia de la cebada

El porcentaje de emergencia se estimó por el número de plantas emergidas en la parcela o campo experimental, se empleó el método del cuadrante para su estimación. Este parámetro fue subjetivo y se evaluó visualmente, expresándolo como bueno, regular y malo, con sus respectivos porcentajes en la Tabla 13 (Velasco et al., 2020).

Tabla 16

Escala de evaluación cualitativa del porcentaje de emergencia en cebada

Escala	Descripción
--------	-------------

Buena	81-100% plantas germinadas
Regular	60-80 % plantas germinadas
Malo	< 60 % plantas germinadas

Fuente: Velasco et al. (2020)

Este parámetro se evaluó en las primeras etapas del cultivo, cuando las plantas han alcanzado dos o tres hojas desarrolladas.

3.4.6.2. Vigor de planta de la cebada

En la evaluación de vigor se analizó la expresión genética específica de cada tipo de planta. El vigor se refiere a la vitalidad con la que las plantas se desarrollan en un área determinada, considerando aspectos como su tamaño, el crecimiento de las hojas, la densidad poblacional y otros indicadores del desarrollo general del cultivo, presentes en la Tabla 17 (Ponce et al., 2023).

Tabla 17

Escala de evaluación de vigor de plantas de cebada

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas
2		Escala Intermedia
3	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas
4		Escala Intermedia
5	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas

Fuente: Ponce et al. (2023).

Este parámetro se evaluó en las primeras etapas fenológicas del cultivo, cuando la planta ha alcanzado de cuatro a cinco hojas verdaderas (Ponce et al., 2023).

3.4.6.3. Hábito de crecimiento de la cebada

El hábito de crecimiento o porte se refiere a la forma en que una planta crece o se desarrolla en términos de su estructura, tamaño, forma y apariencia general. Describe la disposición y la apariencia física de la planta en la Tabla 15.

Tabla 18

Escala de evaluación del hábito de crecimiento o porte de plantas de cebada

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados.

3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo
---	----------	---

Fuente: (Ponce et al., 2023).

Este término engloba la manera en que una planta se presenta en su crecimiento, ofreciendo información sobre su estructura y su estilo de desarrollo. Para este parámetro se utilizó una escala de tres descriptores relacionados a la disposición de las hojas (Ponce et al., 2023)

3.4.6.4. Tipo de paja de la cebada

El tipo de paja se evaluó con el objetivo de determinar la dureza y flexibilidad del tallo, características que permiten a la planta tolerar el viento y reducir el riesgo de acame al momento de la cosecha. La estimación se realizó mediante observación visual directa de los tallos evaluando una muestra representativa dentro de la parcela experimental. Para esta variable se empleó una escala de 1 a 3 que permitió clasificar los tallos según su resistencia estructural, escala que se presenta en la Tabla 16 (Ponce et al., 2019).

La evaluación se efectuó una vez que la carióspside alcanzó consistencia dura o difícil de dividir, momento considerado adecuado para determinar el comportamiento mecánico del tallo. De acuerdo con Ponce et al. (2019), este parámetro tuvo una base genética y estuvo estrechamente relacionado con la altura de planta y el tamaño de la espiga. Además, factores como el nivel nutricional, la precipitación, la altitud, las variaciones climáticas, la sequía, la densidad de siembra, la nubosidad, el viento y el fotoperíodo ejercieron influencia sobre el tipo de paja observado.

Tabla 19

Escala de evaluación del tipo de paja para plantas de cebada.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo Fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame.
2	Tallo Intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo Débil	Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

Fuente: Ponce et al. (2019).

Este parámetro se evaluó una vez la carióspside se ha endurecido o fue difícil de dividir.

3.4.6.5. Altura de planta de la cebada

Esta variable se registró en centímetros mediante el uso de una regla o un dispositivo de medición similar, tomando como referencia el nivel del suelo hasta el extremo superior del tallo principal. La evaluación se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial y se midieron plantas seleccionadas al azar dentro de la unidad, lo que permitió obtener una estimación representativa del comportamiento del material vegetal (Ponce et al., 2019).

La altura final estuvo influenciada por diversos factores ambientales y fisiológicos, tales como la disponibilidad de nutrientes, el régimen de precipitación, la altitud, las condiciones climáticas predominantes, los períodos de sequía, la nubosidad, la duración del fotoperíodo, las fluctuaciones térmicas y la genética de los materiales evaluados (Ponce et al., 2019).

3.4.6.6. Tamaño de la espiga de la cebada

El tamaño de la espiga correspondió a la longitud final alcanzada por la estructura reproductiva durante el ciclo de cultivo. Esta variable se midió cuando el grano llegó a la madurez fisiológica, utilizando una regla y expresando los valores en centímetros. Para obtener un promedio representativo se evaluaron al menos diez espigas por unidad (Ponce et al., 2019).

El tamaño de la espiga estuvo determinado por múltiples factores ambientales. Entre ellos destacaron la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la cantidad y distribución de las precipitaciones, las condiciones térmicas, el fotoperíodo, la sequía, la nubosidad y la variación altitudinal. Todos estos elementos influyeron en el desarrollo de la espiga, afectando directamente la densidad, el tamaño y, en consecuencia, el rendimiento potencial del cultivo (Ponce et al., 2019).

3.4.6.7. Días al espigamiento de la cebada

Para evaluar esta variable se registró el número de días desde la siembra hasta que se observó el inicio del espigamiento en una muestra representativa, equivalente al 50% de las plantas. Esto requirió un monitoreo visual continuo del cultivo y el registro preciso del momento en que las primeras espigas fueron visibles, lo que permitió determinar el lapso necesario para que la cebada alcanzara esta etapa fenológica clave (Ponce et al., 2019).

La duración del proceso estuvo influenciada por diversos factores ambientales, incluyendo la altitud del terreno, el régimen térmico predominante, la presencia de sequías, las variaciones bruscas de temperatura, los niveles de humedad, la nubosidad y las condiciones de fotoperíodo, todos los cuales afectaron la velocidad con la que las plantas avanzaron hacia el espigamiento (Ponce et al., 2019).

3.4.6.8. Número de granos por espiga de la cebada

El número de granos por espiga indicó la cantidad de carióspsides formados en cada estructura floral. La medición se realizó manualmente en al menos diez espigas seleccionadas al azar, una vez que el cultivo alcanzó la madurez comercial. Posteriormente se obtuvo un promedio representativo de esta variable (Ponce et al., 2019).

3.4.6.9. Rendimiento de grano por parcela de la cebada

El rendimiento de grano por parcela representó la producción obtenida por unidad y constituyó una variable clave para estimar el potencial productivo del cultivo. Este parámetro se expresó en gramos por parcela (g parcela^{-1}) y posteriormente se extrapoló a kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}) para obtener una estimación a nivel de campo. Para su medición se pesó el grano cosechado de cada parcela asegurando que se encontrara limpio y con una humedad cercana al 13%, utilizando una balanza de precisión (Ponce et al., 2019).

3.4.6.10. Peso de 1000 granos de la cebada

El peso de mil granos se determinó seleccionando aleatoriamente una muestra de 1000 carióspsides y pesándola en una balanza electrónica. Este parámetro funcionó como un indicador del potencial de rendimiento, pues valores más altos se asociaron con granos de mayor tamaño y mejor llenado. El peso de mil granos estuvo influenciado por la humedad del grano, el tamaño de las carióspsides y las condiciones ambientales predominantes durante el desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2019).

3.4.7. Variables para evaluar de la habilla

En el cultivo de habilla se establecieron 15 variables agronómicas, morfológicas y cualitativas, basadas en descriptores internacionales de *Lathyrus sativus* publicados por ICARDA (2020), Yan et al. (2022) y Lambein et al. (2019). Para cada accesión en estudio se tomaron 15 muestras

por unidad, seleccionando plantas sanas y vigorosas. Las variables cualitativas relacionadas con color y forma fueron evaluadas con la escala de colores Munsell y con descriptores internacionales del género *Lathyrus*.

3.4.7.1. Porcentaje de germinación de la habilla

El porcentaje de germinación se evaluó a los 7, 14 y 21 días después de la siembra. Se registró el número total de plántulas emergidas por accesión y se expresó como porcentaje respecto al total de semillas sembradas, siguiendo metodologías de ICARDA (2020).

3.4.7.2. Días a la germinación de la habilla

Representó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plántulas emergieron. La evaluación se realizó mediante observación diaria, siguiendo parámetros establecidos para *Lathyrus sativus* (Yan et al., 2022).

3.4.7.3. Hábito de crecimiento de la habilla

El hábito de crecimiento se evaluó durante la floración y se clasificó en las siguientes categorías:

- Postrado
- Semipostrado
- Semi erguido
- Erecto

De acuerdo con la tipología propuesta por ICARDA (2020). *Lathyrus sativus* suele presentar tallos angulosos y trepadores, con capacidad de ramificación vigorosa.

3.4.7.4. Color del tallo de la habilla

El color del tallo se determinó utilizando la escala Munsell. Se observaron tonalidades entre verde claro, verde intenso y verde con matices púrpura, siguiendo los descriptores de ICARDA (2020).

3.4.7.5. Días a la floración de la habilla

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada accesión presentó la primera flor funcional abierta. Este criterio estandarizó la entrada a la fase reproductiva (Lambein et al., 2019).

3.4.7.6. Color de la flor de la habilla

Se registró mediante observación directa de los pétalos estandartes y alas de la corola, comparando con la escala Munsell. Las tonalidades más comunes incluyen blanco, azul claro y violáceo (Campbell, 1997).

3.4.7.7. Longitud de la vaina de la habilla

Se registró midiendo desde la inserción del pedicelo hasta el ápice de la vaina, se utilizó un calibrador digital. Se evaluaron 15 vainas por accesión (Campbell, 1997).

3.4.7.8. Diámetro de la vaina de la habilla

Se midió en la parte central de 15 vainas seleccionadas al azar en cada accesión, utilizando calibrador digital. Este dato se expresó en milímetros (ICARDA, 2020).

3.4.7.9. Color de la vaina de la habilla

Las vainas frescas se evaluaron mediante comparación directa con la tabla Munsell, se registró tonalidades de verde claro, verde oliva o verde amarillento, según lo descrito por Yan et al. (2022).

3.4.7.10. Número de semillas por vaina de la habilla

Se contabilizaron las semillas presentes en 15 vainas secas por accesión durante la cosecha. En habilla el número varía típicamente entre 3 y 6 semillas por vaina (ICARDA, 2020).

3.4.7.11. Longitud del grano de la habilla

Se seleccionaron 15 semillas secas por accesión, las cuales se colocaron en posición horizontal y se midieron en milímetros mediante calibrador digital (Yan et al., 2022).

3.4.7.12. Diámetro del grano de la habilla

La misma muestra utilizada para la longitud del grano se colocó en posición vertical para registrar el diámetro o grosor del grano en milímetros (Lambein et al., 2019).

3.4.7.13. Color primario y secundario de la semilla de la habilla

El color de la semilla se determinó mediante observación directa de granos secos y comparación con la escala Munsell. En habilla se presentan tonalidades blanco-crema, beige, marrón, gris o moteado (Campbell, 1997).

3.4.7.14. Forma de la semilla de la habilla

La forma se clasificó siguiendo descriptores internacionales del género *Lathyrus*, incluyendo las categorías (ICARDA, 2020; Lambein et al., 2019):

- Angular
- Reniforme
- Cuadrangular
- Trapezoidal
- Lensiforme

3.4.8. Variables evaluadas de la zarandaja

Para el cultivo de zarandaja se establecieron 14 variables agronómicas, morfológicas y cualitativas, basadas en protocolos de caracterización para leguminosas trepadoras publicados por FAO (2018a), Heuzé et al. (2016) y Maass et al. (2010). En cada accesión se tomaron 15 muestras por unidad, seleccionando plantas vigorosas y libres de daños visibles.

Las variables cualitativas relacionadas con color fueron determinadas mediante la Tabla de Colores Munsell para tejidos vegetales.

3.4.8.1. Porcentaje de germinación de la zarandaja

El porcentaje de germinación se evaluó a los 7, 14 y 21 días posteriores a la siembra. Se registró el número total de plántulas emergidas por accesión y el valor se expresó como porcentaje

respecto al total de semillas sembradas, siguiendo métodos descritos para *Lablab purpureus* (Heuzé et al., 2016).

3.4.8.2. Días a la germinación de la zarandaja

Corresponde al número de días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo hasta que el 50% de las plántulas emergieron. La evaluación se realizó mediante observación directa, siguiendo lineamientos de FAO (2018a) para leguminosas de hábito trepador.

3.4.8.3. Hábito de crecimiento de la zarandaja

El hábito se determinó durante la etapa de floración. *Lablab purpureus* presenta comúnmente un hábito trepador o voluble, pero también puede mostrar formas arbustivas, clasificación presente en la Tabla 20.

La identificación del hábito de crecimiento es relevante en el contexto agronómico, debido a que incide en la densidad de siembra, el manejo del cultivo y el potencial de uso del material vegetal. De igual manera, esta característica se asocia con la expresión genética de cada accesión y su adaptación en condiciones ambientales.

Tabla 20

Clasificación internacional para leguminosas trepadoras

Tipo	Descripción
Tipo I	Arbustivo determinado
Tipo II	Arbustivo indeterminado
Tipo III	Trepador moderado
Tipo IV	Trepador vigoroso

Fuente: Heuzé et al. (2016).

3.4.8.4. Color del tallo de la zarandaja

La pigmentación del tallo se determinó utilizando la escala Munsell. Se observaron tonalidades de verde claro, verde oscuro o verde con matices púrpura, siguiendo descriptores de FAO (2018a).

3.4.8.5. Días a la floración de la zarandaja

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentó al menos una flor abierta. Este criterio permitió uniformizar el inicio de la fase reproductiva en todas las accesiones evaluadas (Maass et al., 2010).

3.4.8.6. Color de la flor de la zarandaja

Se registró mediante observación directa de las alas de la corola, comparando con la escala Munsell para tejidos vegetales. En *Lablab purpureus* suelen presentarse tonalidades blanco– crema o púrpura (Munsell Color, 2015).

3.4.8.7. Longitud de la vaina de la zarandaja

Se midió la distancia desde la inserción del pedicelo hasta el ápice en 15 vainas por accesión, mediante calibrador digital. En *Lablab*, las vainas suelen ser alargadas y aplanadas (Maass et al., 2010).

3.4.8.8. Diámetro de la vaina de la zarandaja

Se midió el diámetro en la parte media de 15 vainas seleccionadas al azar por accesión utilizando un calibrador digital. El valor se registró en milímetros (Hossain et al., 2016).

3.4.8.9. Color de la vaina de la zarandaja

Las vainas en estado fresco se compararon con la escala Munsell, registrando tonalidades como verde claro, verde oliva o verde amarillento, según estándares descritos por Heuzé et al. (2016).

3.4.8.10. Número de semillas por vaina de la zarandaja

En la cosecha, y con las vainas completamente secas, se contaron las semillas presentes en 15 vainas por accesión. Este parámetro fue fundamental para estimar el rendimiento (Maass et al., 2010).

3.4.8.11. Longitud del grano de la zarandaja

Para esta variable se evaluaron 15 semillas secas por accesión, colocándolas en posición horizontal y midiendo su longitud con calibrador digital (FAO, 2018a).

3.4.8.12. Diámetro del grano de la zarandaja

Sobre las mismas semillas utilizadas para la longitud, se midió el diámetro colocándolas en posición vertical, registrando el grosor en milímetros.

3.4.8.13. Color primario y secundario de la semilla de la zarandaja

El color se determinó mediante observación directa y comparación con la escala Munsell, utilizando 15 semillas secas por accesión. *Lablab purpureus* presenta amplia variabilidad (Munsell Color, 2015).

3.4.8.14. Forma de la semilla de la zarandaja

Por otra parte, Heuzé et al., (2016) clasificó la forma de la semilla de zarandaja en categorías morfológicas estándar para leguminosas:

- redonda
- elíptica
- ovoide
- aplanada
- reniforme (arriñonada)

3.5. Manejo específico del experimento

El manejo específico del experimento comprendió un conjunto de actividades agronómicas enfocadas en garantizar condiciones homogéneas para el establecimiento, desarrollo y evaluación de los cultivos. Estas labores se realizan bajo criterios técnicos estandarizados, destinados a minimizar la variabilidad externa, asegurando la confiabilidad de los datos obtenidos.

3.5.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo de manera mecánica mediante el uso de arado y rastra. Estas labores permitieron eliminar restos de cultivos anteriores y controlar la presencia de malezas, con el fin de obtener un suelo más suelto, uniforme y libre de terrones, condiciones necesarias para favorecer una adecuada germinación y establecimiento del cultivo.

3.5.2. Delimitación del terreno

El experimento se estableció en la Granja Experimental La Pradera. La delimitación del área se efectuó utilizando una cinta métrica, estacas y piola, definiendo claramente los bordes del lote y la distribución interna. Posteriormente, el espacio se dividió en parcelas correspondientes a cada una de las muestras o tratamientos considerados en el estudio.

3.5.3. Distribución de la siembra

La siembra se realizó depositando de dos a tres semillas por sitio, dependiendo de la especie evaluada. Se mantuvo un distanciamiento de 0.80m entre surcos y 0.60m entre plantas, siguiendo recomendaciones agronómicas para garantizar un adecuado desarrollo radicular y aéreo, así como una óptima distribución espacial del cultivo.

3.5.4. Manejo de riego por aspección y gravedad

El riego se aplicó por aspersión durante las primeras etapas fenológicas con el propósito de favorecer una humedad uniforme en el suelo. En fases posteriores se empleó riego por gravedad hasta completar el ciclo reproductivo. Las aplicaciones se efectuaron aproximadamente cada quince días, ajustándose según las precipitaciones registradas, para asegurar la disponibilidad hídrica necesaria para el crecimiento y maduración del cultivo.

3.5.5. Mantenimiento del cultivo mediante deshuerbe y aporque

El deshuerbe se ejecutó manualmente para garantizar un control oportuno de malezas y evitar la competencia por luz, agua y nutrientes. El aporque se efectuó empleando azadón, procurando mejorar la estabilidad de las plantas y promover el desarrollo radicular. Adicionalmente, se realizó un raleo selectivo, eliminando plantas débiles, con tallos delgados o morfología atípica, a fin de mantener la uniformidad del material y evitar riesgo de contaminación genética.

3.5.6. Ciclo de fertilización orgánica del cultivo

La fertilización del cultivo se realizó de manera integral y periódica, previo a la siembra, se agregaron 20 sacos de compost de 40.00kg mediante el pase de un tractor, mejorando las propiedades físicas y la fertilización basal del terreno. Posteriormente, se estableció un sistema de fertilización complementaria, donde a los quince días después de la siembra, se aplicó una segunda dosis de compost, luego de los quince días, se aplicó biol, una mezcla de 2 litros de biol

y 10 litros de agua, utilizando una bomba manual. Este ciclo de fertilización se alternó de manera sistemática, siendo un ciclo de cada quince días, hasta que los cultivos alcanzaron su punto de maduración fisiológica, garantizando una nutrición continua en las etapas críticas de crecimiento y desarrollo.

3.5.7. Cosecha manual en la madurez del cultivo

La cosecha se efectuó de forma manual una vez que los cultivos alcanzaron su madurez fisiológica, evidenciada por vainas completamente secas y granos con contenido de humedad entre 16% y 18%. La recolección se realizó de manera paulatina, clasificando el material en sacos debidamente identificados según la especie y accesión, garantizando la trazabilidad durante la etapa de postcosecha.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

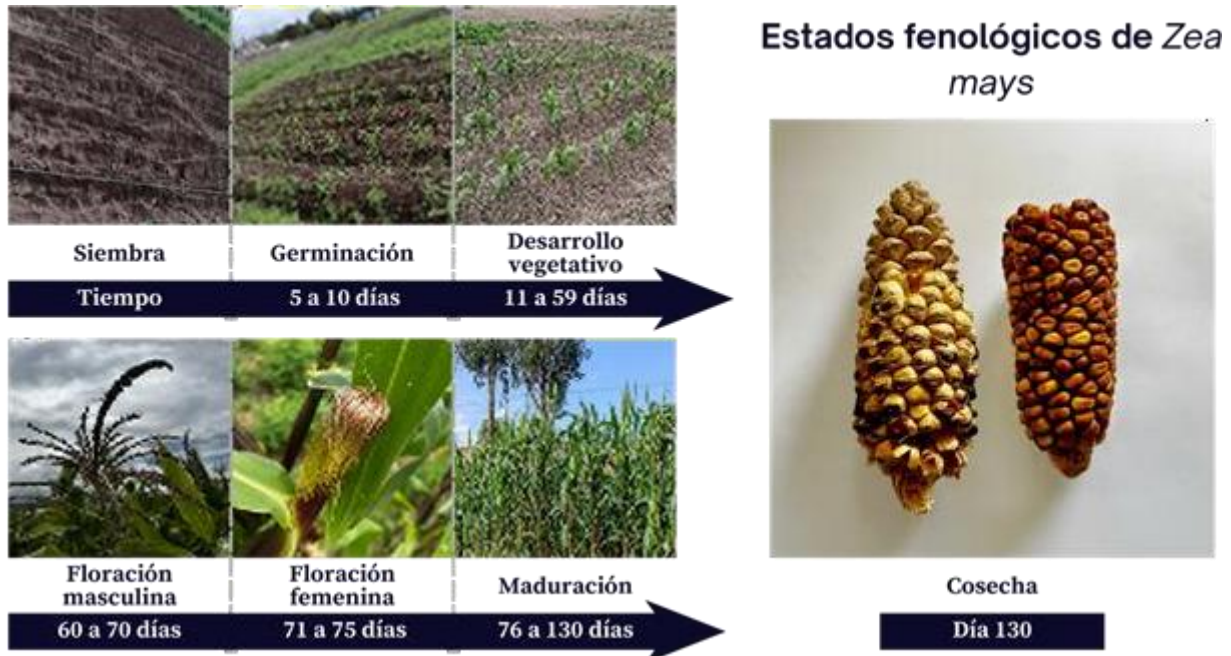
En el siguiente capítulo se describen las etapas desde la siembra hasta la cosecha que se implementó en la granja La Pradera durante el desarrollo se evaluaron características morfológicas, agronómicas y fenológicas. Los resultados se presentan en los siguientes apartados:

4.1. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del maíz cenizo y maíz ajo

Durante el periodo de experimentación se identificaron y registraron las etapas fenológicas respectivas a las variables de maíz evaluadas en Chaltura. La duración de cada fase del desarrollo del cultivo se presenta en la Figura 3, donde se observa el comportamiento fenológico bajo las condiciones agroecológicas del sitio de estudio.

Figura 3

Etapas de desarrollo y su duración en días para el maíz (Zea mays)



Posteriormente, se evaluaron las principales variables agronómicas, con el objetivo de caracterizar su desempeño productivo y adaptativo. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 21, donde se comparan distintos indicadores del crecimiento vegetativo.

Tabla 21

Caracterización agronómica de las variedades de maíz evaluadas en Chaltura-Imbabura, campaña 2023-2024

Variabes agronómicas	Maíz cenizo	Maíz ajo
Porcentaje de germinación (%)	85.83	91.66
Días de germinación	14.00	14.00

Días a la floración masculina	86.00	95.00
Días a la floración femenina	88.00	97.00
Altura de la planta (m)	2.39	2.21

4.1.1. Porcentaje de germinación de las variedades de maíz

Este indicador, enfocado en la evaluación de la calidad fisiológica, mostró valores altos, con un 85.83% en el maíz cenizo y 91.66% para el maíz. Estos porcentajes reflejan una buena viabilidad de semillas, lo que puede atribuirse a condiciones óptimas de almacenamiento y a la ausencia de estrés abiótico severo durante la etapa inicial de la germinación. Cabe recalcar que el maíz ajo al ser un material no nativo de la zona andina, refleja una buena germinación bajo las condiciones edafoclimáticas del área de estudio.

4.1.2. Días de germinación de las variedades de maíz

El tiempo de emergencia es un parámetro fundamental para la uniformidad del cultivo, en el presente estudio, ambas variedades germinaron a los 14 días, observando un periodo más extenso a comparación de variedades como el maíz chaucho, siendo de 7 a 8 días (Ortiz, 2022), incluso, al observado en maíces locales de Natabuela, que emergen entre los 8 a 10 días (Moya, 2022). La diferencia observada, especialmente en el maíz ajo, puede atribuirse a una menor adaptación al régimen térmico del suelo de Chaltura, caracterizado por amplitudes térmicas que ralentizan el metabolismo germinativo. En los estudios de Guamán (2020) y Córdova (2019) señalan que variedades no adaptadas a los pisos altitudinales del norte andino pueden presentar emergencias tardías cuando las temperaturas descienden por debajo de los rangos fisiológicos óptimos, prolongando la germinación hasta 14–16 días.

4.1.3. Días a la floración masculina del maíz cenizo y maíz ajo

La floración masculina se presentó entre los 86 días para el maíz cenizo y 95 días para el maíz ajo, lo que podría estar asociado con los tiempos de germinación. Este ciclo se contrasta con los 54 días reportado por variedades comerciales en la Sierra (Guamán et al., 2020), además, supera los 70 a 80 días típicos de maíces de ciclo largo de Imbabura, como el Cónico Negro de

Natabuela (Moya, 2022). Esta diferencia se debe a la variabilidad existente sobre todo al considerar condiciones edafoclimáticas específicas, entre ellas: composición, temperatura del suelo, además de humedad del ambiente.

Figura 4

Floración masculina del maíz



4.1.4. Días a la floración femenina del maíz cenizo y maíz ajo

La floración femenina, siguió el mismo patrón extenso, registrado 88 y 97 días para el maíz cenizo y ajo, respectivamente. La sincronía floral es indispensable para una adecuada polinización, no obstante, el retraso del ciclo reproductivo implica un mayor riesgo a la exposición de heladas tardías o a una estación seca en la fase de llenado de grano, un factor crítico a considerar para la siembra en la zona.

La interpretación de los resultados fenológicos permite establecer una referencia temporal precisa, para ello, la secuencia y duración de los estados fenológicos del cultivo fue fundamental, por medio de este cronograma biológico permite planificar tanto las labores de manejo como contextualizar el desempeño de cada variedad.

Figura 5

Floración femenina del maíz



Nota. Maíz ajo (derecha) y Maíz cenizo (izquierda)

4.1.5. Altura de la planta del maíz cenizo y maíz ajo

El desarrollo vegetativo fue vigoroso, ya que, el maíz cenizo alcanzó una altura promedio de 2.39m (rango: 1.65 – 2.83m), siendo mayor al maíz ajo con 2.21m (rango: 1.70 – 2.90m). Estas alturas superan a las reportadas en variedades mejoradas como INIAP-103 (2.37m) en Latacunga (Lozada, 2024), y se equiparan a los maíces locales de Imbabura, como el Blanco de Natabuela (Moya, 2022). Esta heterogeneidad en el crecimiento podría explicarse por diferencias genotípicas y la interacción con factores ambientales locales, tales como disponibilidad hídrica, temperatura del suelo, radiación incidente y condiciones físico-químicas del terreno.

Figura 6

Altura de planta en el cultivo de maíz (etapa de madurez)

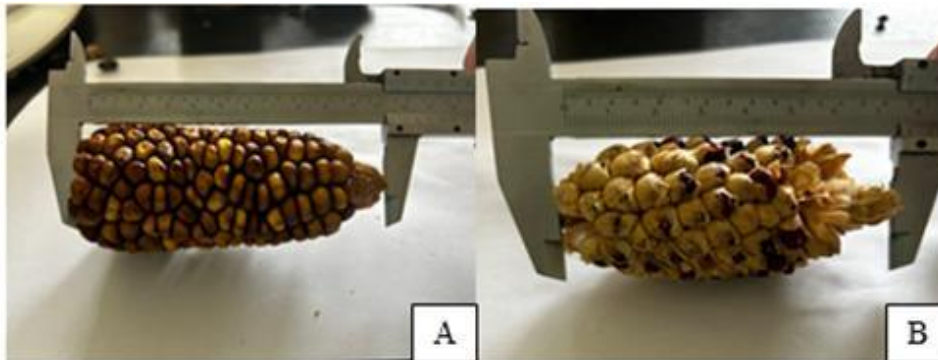


4.1.6. Longitud de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo

Con respecto a la longitud de la mazorca se determinó que para el cultivo de maíz cenizo (A) un rango, desde 61.40mm hasta 185.06mm, con una media de 113.36mm. Mientras que para el maíz ajo 9 (B) se identificó rangos desde 38.02 mm hasta 111.90 mm, con una media de 64.81 mm.

Figura 7

Longitud de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

Dichos resultados pueden ser comparados con resultados establecidos por Tapia et al. (2017), quienes reportaron longitudes mínimas de 68 mm y máximas de 198 mm para maíces nativos de la Sierra norte, observando que la longitud del maíz cenizo se aproxima a los valores óptimos de variedades altoandinas, sugiriendo una menor capacidad de desarrollo de la estructura reproductiva, ligado a la divergencia genética o en su defecto, con una menor eficiencia en la translocación de foto asimilados durante el llenado de grano.

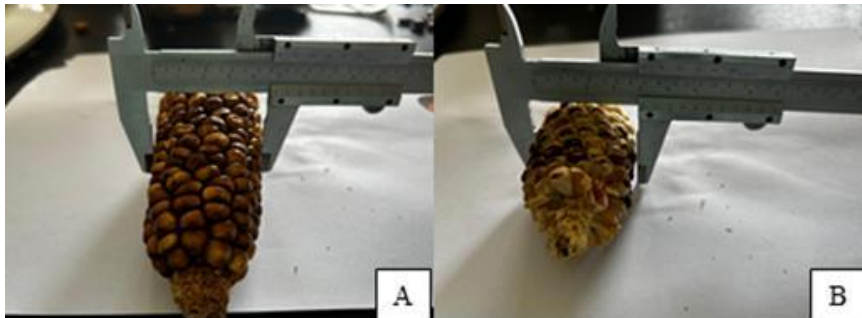
4.1.7. Diámetro de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo

El diámetro de la mazorca en el maíz cenizo presentó valores comprendidos entre 30.42 mm y 48.42 mm, con una media de 43.84 mm; mientras que en el maíz ajo se registraron diámetros entre 23.38 mm y 46.38 mm, con un promedio de 34.09 mm.

Al contrastar estos resultados con la caracterización realizada por Tapia et al. (2017), quienes reportaron diámetros promedio cercanos a 40.00 mm en maíces nativos de la Sierra ecuatoriana, se observa que el maíz cenizo se ajusta adecuadamente a los parámetros descritos para variedades tradicionales, mientras que el maíz ajo mostró valores inferiores, particularmente en el diámetro mínimo.

Figura 8

Diámetro de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

Esta diferencia podría estar asociada con variaciones en la disponibilidad de foto asimilados durante el llenado de la mazorca o con una menor adaptabilidad del maíz ajo a las condiciones edafoclimáticas de Chaltura, especialmente en presencia de factores de estrés tales como déficit hídrico o baja fertilidad del suelo.

4.1.8. Forma de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo

En la variedad de maíz cenizo (A) predominó el código 2 (forma cilíndrica), lo que confiere uniformidad a la estructura de la mazorca, facilitando el empaque y procesamiento. Mientras que para el maíz ajo (B) predominó el código 4 (Forma alargada y puntiaguda), lo que quiere decir que no tiene uniformidad en la estructura de la mazorca.

Figura 9

Forma de la mazorca del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

Al comparar estos resultados con investigaciones recientes, Tapia et al. (2017) documentaron que las variedades nativas ecuatorianas suelen presentar formas cilíndricas o cónico-cilíndricas

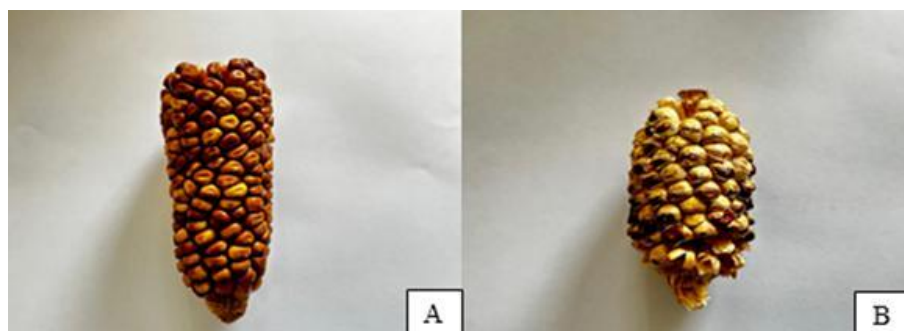
como rasgos fenotípicos estables; de manera similar, Lozada (2024) reportó mazorcas predominantemente cilíndricas en variedades INIAP adaptadas a la Sierra.

4.1.9. Número de hileras del maíz cenizo y maíz ajo

Al caracterizar el número de hileras por mazorca en el maíz cenizo (A) dicho parámetro osciló entre 10 y 14 granos por hilera, con una media de 10.78 y 10 granos presente en el 66% de los casos. Esta relativa uniformidad indica estabilidad genética en este rasgo, aunque la presencia de mazorcas con 12 y 14 hileras sugiere variabilidad intra-varietal. Mientras que el maíz ajo (B) obtuvo resultados entre 7 a 16 granos por hilera, con una media de 11 granos.

Figura 10

Número de hileras por mazorca del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

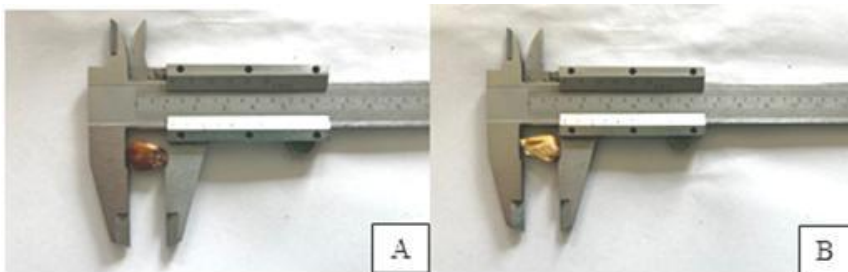
Al comparar estos resultados con estudios recientes en maíces criollos latinoamericanos, Ramírez et al. (2020) observaron valores promedio de 10 y 12.93 hileras por mazorca para variedades pigmentadas morada y amarilla de la Costa Chica de Guerrero (México), respectivamente, rangos que son concordantes con los promedios obtenidos en el maíz cenizo y maíz ajo. De igual forma, el descriptor de maíces nativos del Ecuador elaborado por Tapia et al. (2017) considera el número de hileras por mazorca como un carácter clave en la diferenciación morfológica de accesiones criollas, al tratarse de un componente directo del rendimiento.

4.1.10. Longitud de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo

Los resultados obtenidos para el maíz cenizo (A) fueron longitudes desde 9.20 mm hasta 15.48 mm, con una media de 12.75 mm, mientras que para la variedad del maíz ajo (B) los resultados obtenidos muestran longitudes desde 8.70 mm a 13.66 mm, con una Media de 11.53 mm.

Figura 11

Longitud del grano del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

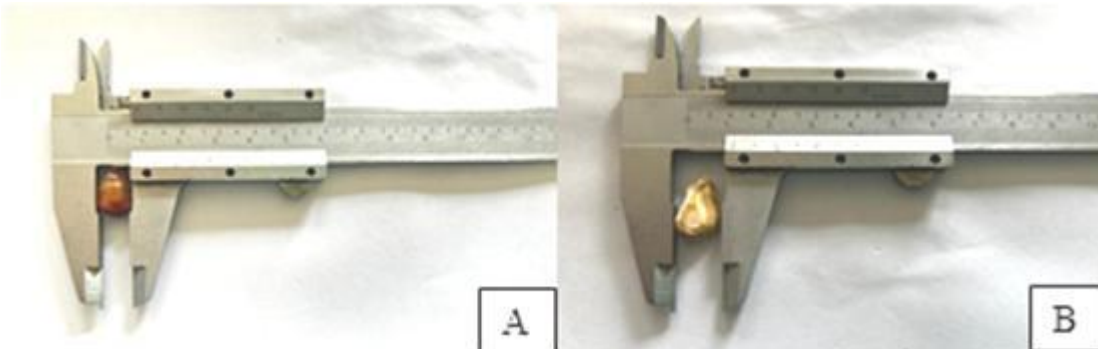
Considerando dichos resultados, se puede establecer comparativos con investigaciones previas, es así que Tapia et al. (2017) al describir condiciones morfológicas de variedades criollas de maíz producidas en la sierra norte de Ecuador, determinó longitudes del grano promedio de entre 8.00 y 16.00 mm. Es así que se puede referir que los cultivos de maíz ajo y cenizo, se encuentran dentro de rangos aceptables para variedades cultivadas en condiciones edafoclimáticas similares.

4.1.11. Diámetro de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo

El diámetro del grano en el maíz cenizo presentó valores que oscilaron entre 7.20 mm y 11.66 mm, con una media de 9.52 mm; mientras que en el maíz ajo se registraron diámetros comprendidos entre 6.12 mm y 9.20 mm, alcanzando un promedio de 8.10 mm.

Figura 12

Diámetro del grano del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

Al comparar estos resultados con estudios recientes como el de, Li et al. (2021) donde observaron que en un panel amplio de líneas de maíz valores promedio de “kernel width” van desde 8.00 a 11.00 mm, rangos considerados representativos para materiales élite y poblaciones

criollas utilizadas en programas de mejoramiento. En este contexto, los valores obtenidos para el maíz cenizo se alinean con los rangos internacionales descritos para granos de mayor desarrollo, mientras que el maíz ajo se ubica en el límite inferior del intervalo, lo que podría indicar una menor acumulación de materia seca durante la fase de llenado del grano.

4.1.12. Color primario y secundario de la semilla del maíz cenizo y maíz ajo

Con respecto a la colorimetría, se determinó que el color primario del maíz cenizo (A) predominaron tonos amarillos ("2.5Y 7/8") y marrones ("5YR 4/4"), con descripciones como "*Marrón rojizo*" y "*Amarillo fuerte*". La diversidad cromática refleja la presencia de distintos pigmentos, como carotenoides (amarillos) y fenólicos (marrones). Para el color secundario (B) se observaron combinaciones de amarillo-marrón ("2.5Y 6/8") y marrón oliva ("7.5YR 4/4"), indicando una interacción entre pigmentos base y patrones de distribución en el grano.

El color visible del grano está fuertemente correlacionado con la concentración de carotenoides y con la dureza del grano, de modo que variedades con textura vítrea y alto contenido de carotenoides presentan colores más intensos y estables (Owens et al., 2019; Portero, 2021). De esta manera los tonos observados en el maíz cenizo y maíz ajo coinciden con el rango típico para el consumo y para uso varietal en contextos altoandinos, confirmando que su pigmentación es consistente con variabilidad genética natural y no constituye aberración fenotípica

Figura 13

Coloración del grano en maíz cenizo y maíz ajo



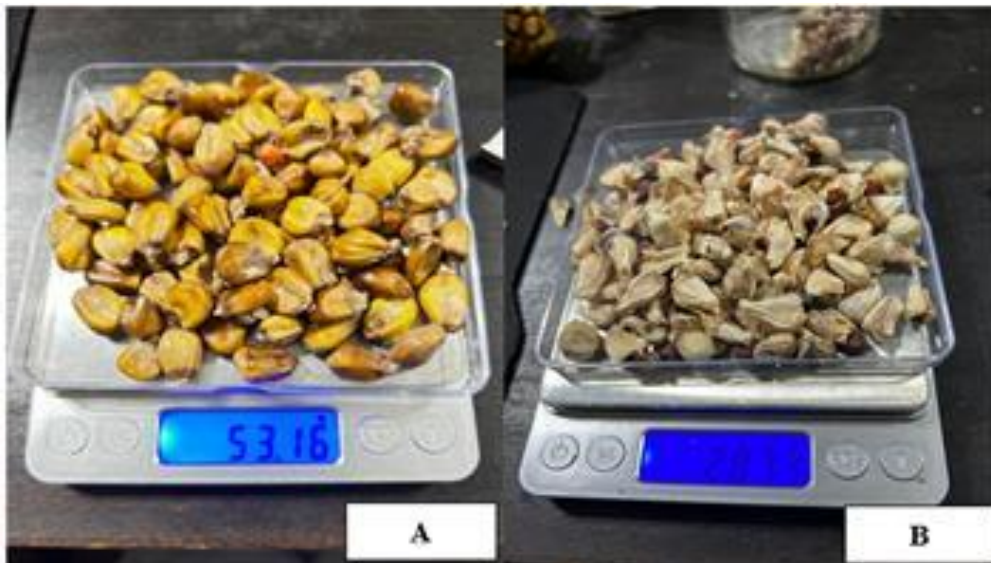
Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

4.1.13. Peso promedio de la semilla de maíz cenizo y maíz ajo

Este componente se relaciona de manera directa con el rendimiento, donde el maíz cenizo destacó con un peso de 53.16g, teniendo un valor sumamente alto, superando al rango de 36.00 - 43.00g reportado por maíces de la Sierra centro en variedades INIAP-103 e INIAP-199 (Lozada, 2024) y el promedio de 40.00-45.00g de los maíces locales de Imbabura. Este resultado señala al maíz cenizo como el material con mayor potencial productivo para la zona. Por otra parte, el maíz ajo registró 28.73g, un valor por debajo del estándar nacional. Esta diferencia sugiere una mayor eficiencia fisiológica del maíz cenizo durante la fase de llenado de grano, probablemente asociada con una mayor acumulación de materia seca.

Figura 14

Peso promedio del maíz cenizo y maíz ajo



Nota. A: maíz cenizo. B: maíz ajo.

La caracterización morfológica de las variedades de maíz en estudio permitió establecer diferencias claras, considerando características tales como: longitud, diámetro de la mazorca, longitud y diámetro del grano, número de hileras, forma de la mazorca, así como color primario y secundario del grano.

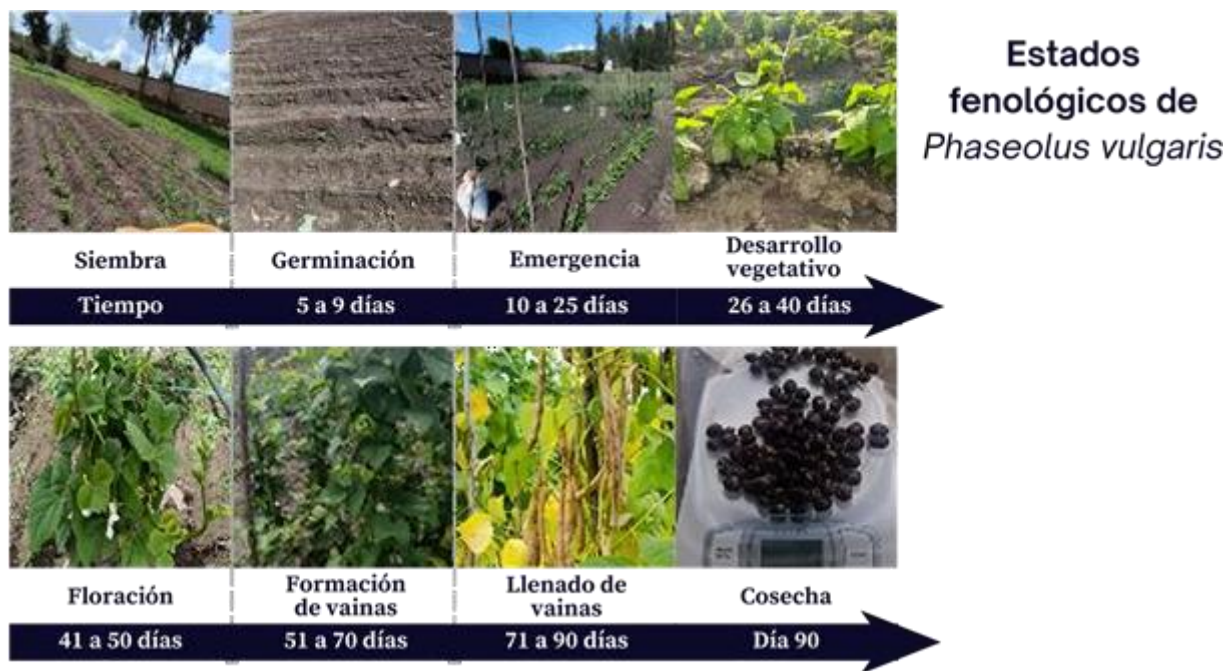
4.2. Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las cinco variedades de fréjol

El comportamiento fenológico de las cinco variedades de fréjol evaluadas permitió identificar diferencias en la duración de sus fases de desarrollo bajo las condiciones agroecológicas de

Chaltura. La secuencia y duración de cada etapa se observa en la Figura 15 donde se visualiza el ciclo del cultivo desde la germinación hasta la floración.

Figura 15

Etapas de desarrollo y su duración en días para el fréjol (Phaseolus vulgaris)



Por parte de las variables agronómicas cuantificadas en campo, en la Tabla 22 se resumen los valores obtenidos, debido a que estos indicadores permiten comparar el desempeño inicial y la precocidad relativa de cada variedad evaluada. Asimismo, los resultados facilitan identificar los materiales con mayor potencial adaptativo y mejor comportamiento agronómico bajo las condiciones del área de estudio.

Tabla 22

Caracterización agronómica de cinco variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de Chaltura-Imbabura

Variables agronómicas	(Fbr)	(Fbn)	(Fm)	(Fr)	(Fn)
Porcentaje de germinación (%)	70.83	79.16	83.33	87.50	93.75
Días de germinación	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Días a la floración	41.00	43.00	43.00	45.00	55.00

Nota. Fbr: Fréjol bolón rojo. Fbn: Fréjol bolón negro. Fm: Fréjol matambre. Fr: Fréjol rojo. Fn: Fréjol nuya

4.2.1. Porcentaje de germinación de las cinco variedades de fréjol

El porcentaje de germinación en campo mostró variabilidad, desde el 70.83% con el fréjol bolón rojo hasta 93.75% en el fréjol nuya. Esta variación refleja diferencias en la calidad fisiológica y el vigor seminal de las semillas utilizadas, asociadas a su historial de almacenamiento y manejo postcosecha. A partir de las variables obtenidas, se puede establecer un umbral, donde las variedades que superen el 85% son adecuadas para la siembra (Fr y Fn).

Al comparar los porcentajes son consistentes con los reportados en las variedades locales de fréjol conservadas en los bancos comunitarios de Imbabura, donde la germinación ronda entre 75% hasta 90% (Carillo, 2022). Al comparar estos resultados con investigaciones recientes, Rojas et al. (2017) señalaron las diferencias en germinación entre accesiones de *Phaseolus vulgaris* en zonas altoandinas responden a condiciones genética-ambientales contribuyen a variaciones significativas en la emergencia.

4.2.2. Días de germinación de las cinco variedades de fréjol

Todas las variedades alcanzaron la emergencia sincrónica a los 7 días luego de la siembra. Esta uniformidad es adecuada para el manejo agronómico, sin embargo, se presenta la adaptación a las condiciones de estrés hídrico o térmico durante la imbibición. Rojas et al. (2017) demostraron que *Phaseolus vulgaris* provenientes de zonas altoandinas del Ecuador presentan emergencias homogéneas alrededor del séptimo día posterior a la siembra, lo que coincide con los resultados de la presente investigación y confirma que las variedades evaluadas muestran un patrón germinativo similar al reportado para germoplasma local adaptado a condiciones ecuatorianas.

4.2.3. Hábito de crecimiento de las cinco variedades de fréjol

Las cinco variedades evaluadas mostraron un hábito de crecimiento tipo IV (arbustivo determinado), presentando una arquitectura piramidal que favorece la intercepción de luz. Este patrón coincide con los reportes de Rojas et al. (2017), quienes identificaron que el hábito tipo IV es uno de los más frecuentes en variedades criollas y mejoradas de *Phaseolus vulgaris* evaluadas en la Sierra ecuatoriana, influenciando directamente el número, distribución y accesibilidad de las vainas durante la cosecha. Esta consistencia morfológica facilita el manejo y la cosecha mecanizada.

Figura 16

Hábito de crecimiento de las cinco variedades de fréjol



4.2.4. Color del tallo de las cinco variedades de fréjol

Los tallos presentan una coloración que oscila entre amarillo verde fuerte (7.5GY 6/8), y moderado amarillo verde (5GY 6/6) con una ligera acumulación de antocianinas en la base en aproximadamente el 60% de los individuos. La pigmentación del tallo es un carácter menos variable, junto con tonos verdes observados, son las características típicas en variedades del fréjol de la zona.

Figura 17

Coloración del tallo en variedades de fréjol



4.2.5. Días a la floración de las cinco variedades de fréjol

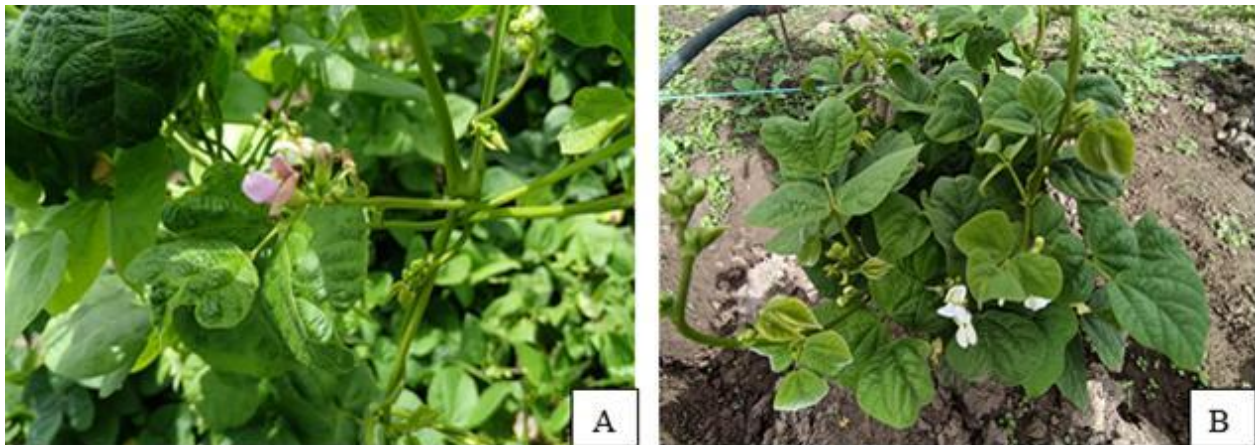
Los resultados mostraron el inicio de la floración define grupos de precocidad, donde el fréjol rojo (45DDS) y el fréjol bolón rojo (41 DDS) corresponden a una floración temprana a intermedia, mientras que el fréjol nuya (55 DDS) fue más tardío. Dicha variación es fundamental para programar siembras escalonadas, reduciendo los riesgos climáticos. Estos rangos concuerdan con lo observado por Rojas et al. (2017), quienes indicaron que accesiones de *Phaseolus vulgaris* provenientes de zonas altoandinas del Ecuador presentan inicios de floración entre 38 y 50 días, dependiendo del material genético y las condiciones ambientales.

4.2.6. Color de la flor de las cinco variedades de fréjol

Las flores del fréjol bolón rojo, fréjol matambre, fréjol rojo y fréjol nuya exhibieron una coloración blanca intensa (B) intensa (en la escala del sistema Munsell), Mientras que para la variedad del fréjol balón negro (5RP 4/8) que en la escala del sistema de Munsell dan como resultado un color moderado rojo violáceo (A).

Figura 18

Coloración floral en variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris*)



Nota. A: Fbr, Fm y Fn. B: Fbn y Fr.

En relación con las condiciones descritas, previamente, se refieren investigaciones previas como lo expuesto por Rojas et al. (2017) quien determinó condiciones morfológicas específicas considerando 30 accesiones de variedades comunes de fréjol, resultando en un color predominante de la floración el lila, además de presentar bractéolas pequeñas de forma ovada- acuminada y casi redonda. Al establecer comparación entre los resultados descritos y la presente

investigación, se precisa la diferenciación existente entre diferentes variedades con respecto a la pigmentación de la flor.

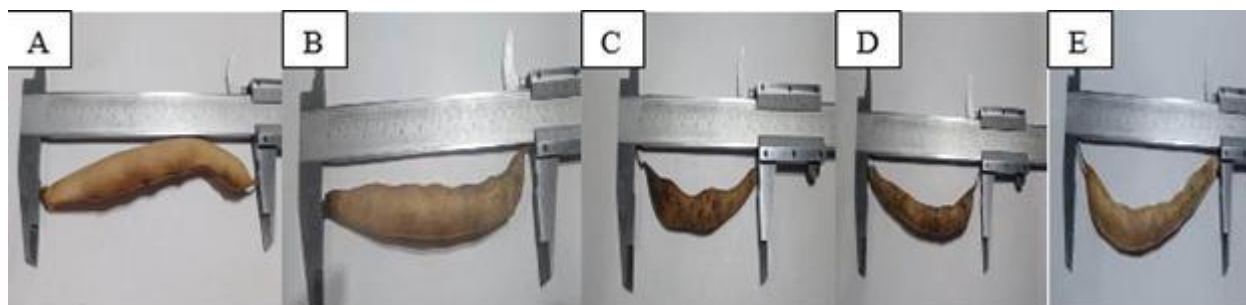
4.2.7. Longitud de la vaina de las cinco variedades de fréjol

La longitud de las vainas presentó un rango considerable (88.4 mm a 129.9 mm), con una media de 114.8 mm, aunque existe un componente genético fuerte que determina el tamaño de la vaina, factores ambientales como disponibilidad hídrica y nutricional tienen un impacto significativo en su desarrollo final. Las vainas más largas (>120 mm) mostraron correlación con mayor número de granos, pero también mayor susceptibilidad a daños mecánicos durante cosecha.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Tabango (2021), quien reportó longitudes de vaina entre 83.00mm y 132.00mm en variedades nativas de Cotacachi, donde el ambiente andino favorece una expresión amplia en este carácter. Asimismo, Naranjo (2018) encontró que líneas arbustivas de *Phaseolus vulgaris* presentaron longitudes de vaina dentro de un rango muy similar (85.00–128.00mm), reforzando que los valores obtenidos se encuentran plenamente dentro de los parámetros morfológicos característicos del germoplasma cultivado en la Sierra ecuatoriana.

Figura 19

Longitud de la vaina de las cinco variedades de fréjol

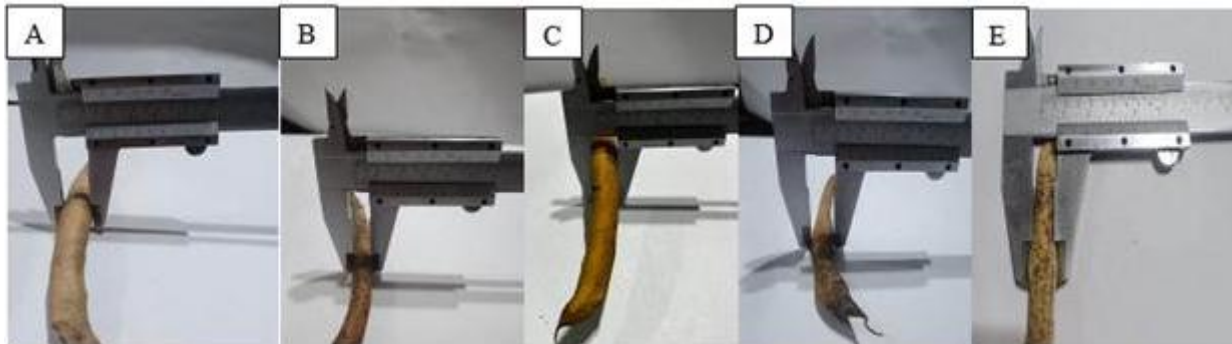


4.2.8. Diámetro de la vaina de las cinco variedades de fréjol

El diámetro de las vainas osciló entre 9.90 mm y 15.60 mm, con una media de 13.20mm. Las vainas más anchas más de 14.00 mm generalmente albergan mayor número de granos y de mayor tamaño, lo que las convierte en un carácter deseable para selección. La distribución de frecuencias muestra una ligera asimetría hacia valores bajos, sugiriendo que factores ambientales podrían estar limitando ocasionalmente el desarrollo máximo potencial de las vainas.

Figura 20

Diámetro de la vaina en las cinco variedades de fréjol



Estos resultados coinciden con lo observado por Tabango (2021) quien, al caracterizar variedades nativas de *Phaseolus vulgaris*, identificó diámetros de vainas que oscilaron entre 8.00mm y 14.00mm dependiendo del genotipo y las condiciones ambientales. Por ende, los valores obtenidos en el presente estudio no solo se encuentran dentro del rango superior documentado para germoplasma andino, sino que incluso lo superan ligeramente, lo que sugiere un buen potencial de desarrollo estructural en las variedades evaluadas.

4.2.9. Color de la vaina de las cinco variedades de fréjol

En estado fisiológico maduro, las vainas desarrollan una coloración amarillo-verde moderada (A) (7.5GY 5/6) y verde oliva moderada (B) (7.5GY 4/6) con un distintivo brillo ceroso en la epidermis. Durante el proceso de maduración, se observa una gradación cromática desde la base que desarrolla primero el color característico) hacia el ápice.

Figura 21

Coloración de la vaina en variedades de fréjol (estado fresco)



Estos resultados coinciden con los resultados de Rojas et al. (2017) quienes observaron que las vainas de *Phaseolus vulgaris* presentan tonalidades que varían desde verde medio hasta verde oliva durante el llenado, y que tienden a oscurecerse conforme avanzan hacia la madurez fisiológica. Por lo que, la coloración observada confirma que las variedades evaluadas manifiestan características morfológicas congruentes con las leguminosas tradicionalmente cultivadas en la serranía ecuatoriana.

4.2.10. Número de semillas por vaina de las cinco variedades de fréjol

El número de semillas por vaina presentó una productividad intermedia y estable, con promedio entre 5.47 (Fréjol rojo) y 6.33 (Fréjol nuya), donde las variedades de grano grande (bolón rojo y negro) mantuvieron un número moderado de semillas, entre 5.80 a 6.13, afirmando la relación genética entre el tamaño y número de granos. Al comparar estos resultados con los de Rojas et al. (2017) donde las variedades altoandinas de *Phaseolus vulgaris* presentan rangos típicos de 4 a 6 semillas por vaina bajo condiciones de la Sierra ecuatoriana, lo que sugiere que las variedades analizadas en este estudio superan ligeramente los promedios nacionales, posiblemente debido a una mejor adaptación al microclima y mayor eficiencia en la fecundación floral.

4.2.11. Longitud del grano de las cinco variedades de fréjol

Los granos muestran una longitud promedio de 12.97 mm con rango de 10.90 a 14.90 mm, con una distribución leptocúrtica que indica alta concentración alrededor de la media, que contribuye a su longitud aparente.

Figura 22

Longitud del grano en las cinco variedades de fréjol



Nota. A:Fbr, B:Fbn, C:Fm, D:Fr, E:Fn

Estos resultados coinciden con los de García (2019), quien determinó longitudes entre 11.20 y 15.60 mm en materiales de fréjol evaluados en Tungurahua, indicando que la longitud observada en este estudio se ajusta al comportamiento esperado para variedades andinas de grano grande.

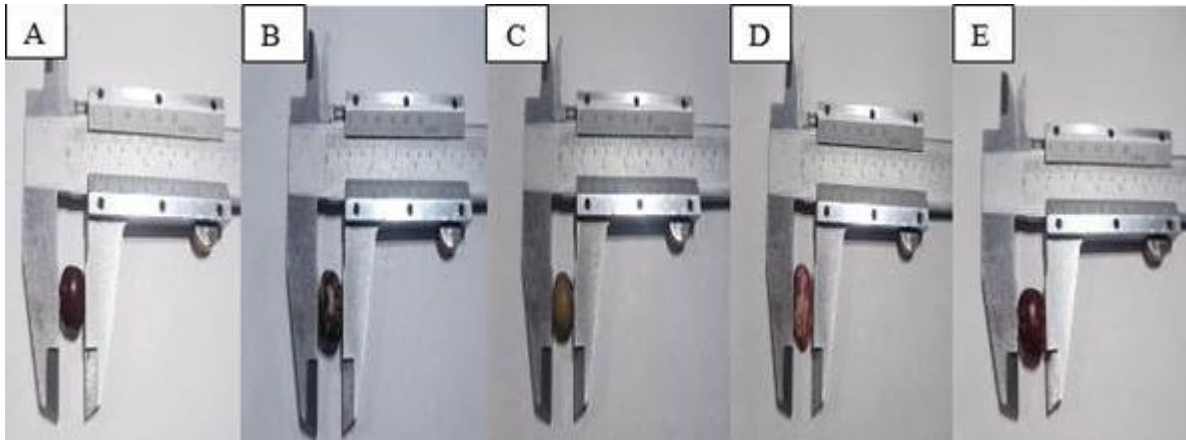
De igual manera, Tabango (2021) reportó longitudes entre 10.00 mm y 16.00 mm en materiales nativos de Imbabura, lo que confirma que los valores encontrados son representativos del germoplasma ecuatoriano.

4.2.12. Diámetro del grano de las cinco variedades de fréjol

Con un diámetro promedio de 9.46 mm con rango de 8.70 a 10.40 mm, con aproximadamente el 15% de los granos superando los 10.00 mm de diámetro máximo. Estos resultados coinciden con las observaciones de Tabango (2021) quien reportó diámetros de entre 6.50 mm y 10.80 mm en variedades del banco de germoplasma del INIAP.

Figura 23

Diámetro del grano en las cinco variedades de fréjol



De igual manera, García (2019) documentó diámetros entre 7.40 mm y 10.20 mm en materiales de la Sierra central, por lo que se evidencio que los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango superior reportado para variedades tradicionales y mejoradas.

4.2.13. Color primario y secundario de la semilla de las variedades de fréjol

El color primario del grano fue consistentemente "Rojo oscuro" (5R3/2 en 86.7% de los casos), con una minoría mostrando "Rojizo oscuro" (5R3/6, 13.3%). El color secundario mantuvo la misma tonalidad que el primario en la mayoría de los casos, indicando uniformidad en la distribución de pigmentos. La estabilidad de esta característica es crucial para mantener la identidad varietal y el valor comercial, particularmente en mercados donde el color rojo intenso es preferido por los consumidores.

Estos resultados coinciden con los de Tabango (2021), quien menciona que variedades como bolón rojo y matambre presentan una marcada estabilidad cromática en tonos rojos y rojizos, considerados deseables en mercados locales. De igual manera, Naranjo (2018) señaló que la consistencia del color es un rasgo distintivo y altamente estable en variedades andinas, lo que favorece su aceptación comercial y su diferenciación frente a materiales importados.

Desde un punto de vista genético, el color de la semilla está determinado por la expresión de genes asociados a la síntesis y acumulación de pigmentos fenólicos, principalmente antocianinas y proantocianidinas, que se relaciona con factores ambientales.

Figura 24

Diversidad en color y forma del grano en las cinco variedades de fréjol evaluadas



Nota. A:Fbr, B:Fbn, C:Fm, D:Fr, E:Fn

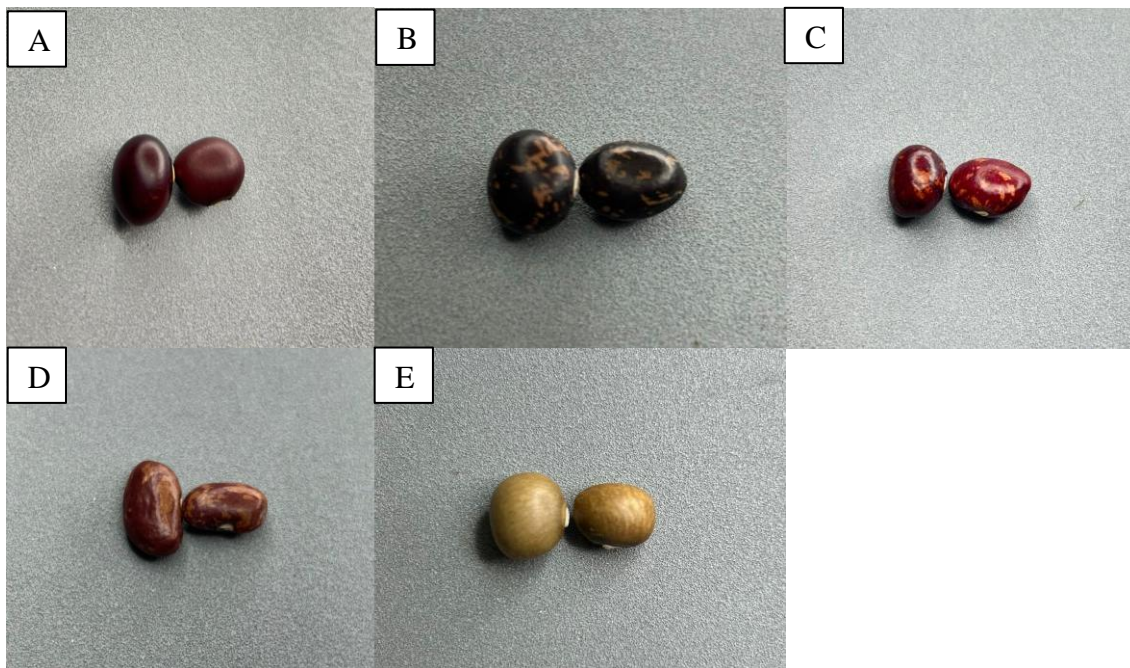
4.2.14. Forma de la semilla de las cinco variedades de fréjol

Los granos presentaron una forma reniforme-alargada, con un índice de esfericidad característico de variedades bolón y matambre. El análisis morfométrico digital evidenció tres variantes estructurales sutiles entre genotipos, pero todas dentro del rango esperado para *Phaseolus vulgaris* de tipo andino.

La forma de la semilla es un descriptor morfológico clave en la caracterización del fréjol, debido a que se relaciona tanto con la clasificación botánica como la preferencia del mercado. Las ligeras variaciones estructuradas entre genotipos se pueden asociar a diferencias en el peso del grano, grosor y patrón de llenado, factores que inciden en la calidad comercial y aceptación por parte del consumidor.

Figura 25

Forma de la semilla de las cinco variedades de fréjol



Nota. A:Fbr, B:Fbn, C:Fm, D:Fr, E:Fn

Estos resultados son coherentes con lo señalado por Tabango (2021), quien reportó que las variedades nativas evaluadas presentan predominantemente formas reniformes u ovoide-alargadas, asociadas a líneas de crecimiento seleccionadas tradicionalmente por tamaño y apariencia del grano. Naranjo (2018) también menciona que la forma reniforme es dominante en materiales arbustivos andinos, lo que valida la clasificación morfológica obtenida en el presente estudio.

4.2.15. Peso en 100 granos de las cinco variedades de fréjol

El fréjol rojo registró la mayor acumulación de materia seca con 70.00g por 100 granos, mientras que el fréjol nuya presentó el menor peso con 40.00g por cada 100 semillas. Estos resultados muestran diferencias fisiológicas en el llenado de grano, influenciadas por características genéticas y por la disponibilidad de foto asimilados durante la fase reproductiva.

Andrade et al. (2016) reportaron pesos entre 48.00 y 58.00 g por 100 granos en accesiones de fréjol común cultivadas bajo condiciones altoandinas, valores que se encuentran dentro del rango observado en las variedades matambre y nuya del presente estudio.

Figura 26

Peso en 100 granos de las cinco variedades de fréjol



4.3. Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las cuatro variedades de lenteja

El desarrollo fenológico de las cuatro variedades de lenteja evaluadas permitió identificar la duración de sus principales fases bajo las condiciones agroecológicas de Chaltura-Imbabura. La secuencia de crecimiento y tiempo transcurrido desde la germinación hasta la floración se presentan en a Figura 27.

Figura 27

*Etapas de desarrollo y su duración en días para la lenteja (*Lens culinaris*)*



Con respecto al desempeño agronómico, la Tabla 23 presenta los valores obtenidos en los indicadores que permiten comparar la capacidad de establecimiento, el potencial reproductivo y el rendimiento relativo de cada variedad evaluada.

Tabla 23

Comportamiento agronómico de cuatro variedades de lenteja (Lens culinaris) en Chaltura-Imbabura

VARIABLES AGRONÓMICAS	Lv	Lm	Lr	Ln
Porcentaje de germinación (%)	84.61	82.05	89.74	76.92
Días de germinación	14.00	14.00	14.00	14.00
Días a la floración	65.00	65.00	65.00	65.00
Número de semillas por vaina	1.17	1.33	4.92	1.00

Nota. Lv: Lenteja verde. Lm: Lenteja marrón. Lr: Lenteja redonda. Ln: Lenteja negra

4.3.1. Porcentaje de germinación de las cuatro variedades de lenteja

Los resultados obtenidos mostraron que la lenteja redonda presentó el porcentaje más alto de germinación con 89.74%, estos valores indican una capacidad germinativa moderadamente buena pero inferior al 100 y 90%. Estos valores indican una capacidad germinativa moderadamente alta, aunque inferior al rango óptimo de 90–100% esperado para semilla certificada, lo que sugiere que aún existe margen para mejorar la calidad fisiológica del material.

Estos resultados coinciden con el estudio de Lozada (2022), quien encontró porcentajes de germinación entre 78% y 86% en tres variedades de *Lens culinaris* evaluadas en la Sierra central del Ecuador, donde menciona que factores como almacenamiento, edad de semilla y humedad del suelo influyen significativamente en la emergencia. De igual forma, Chávez (2020) determinó germinaciones promedio del 80% en densidades altas y bajas de siembra, lo cual sustenta que los valores obtenidos en este estudio se ajustan al comportamiento esperado en condiciones andinas.

4.3.2. Días de germinación de las cuatro variedades de lenteja

Para la variable de días a la germinación, los resultados obtenidos mostraron que la variedad lenteja verde tuvo su total emergencia a los 16 días siendo esta la más tardía en brotar, mientras que las variedades lenteja marrón, lenteja redonda y lenteja negra obtuvieron resultados similares

con 14 días después de ser sembradas, mostrando homogeneidad y una rápida emergencia en los resultados de estas variedades. Estos períodos de germinación coinciden con los datos investigados y concuerdan con los tiempos de días de emergencia con lo observado en otras variedades de lenteja, indicando que no presenta particularidades en este aspecto de su desarrollo inicial.

Estos resultados coinciden con lo informado por Paredes (2019), quien describió tiempos de emergencia de 12 a 15 días en cultivares de *Lens culinaris* bajo condiciones andinas, destacando que temperaturas bajas pueden retrasar la germinación hasta dos días adicionales. Asimismo, Lozada (2022) reportó emergencias completas a los 13-15 días según variedad y densidad de siembra, respaldando los valores obtenidos en el presente estudio.

4.3.3. Hábito de crecimiento de las cuatro variedades de lenteja

La lenteja negra presenta un hábito de crecimiento determinado, caracterizado por un porte semierecto en sus primeras etapas de desarrollo que evoluciona hacia una arquitectura más abierta durante la floración. Las plantas desarrollan un sistema de ramificación basitónico, con ramificaciones primarias que surgen desde la base del tallo principal, alcanzando una altura promedio de 30.00 – 45.00cm en condiciones óptimas.

Figura 28

Hábito de crecimiento de las cuatro variedades de lenteja



Nota. A: lentejas verde, marrón y negra, B: lenteja redonda

Estos resultados coinciden con lo reportado por Paredes (2019), quien describió patrones similares de crecimiento en cultivares andinos de *Lens culinaris*, caracterizados por plantas de porte medio, crecimiento determinado y ramificación basal definida. Del mismo modo, Lozada

(2022) señala que variedades locales mantienen un crecimiento compacto inicialmente y se abren en la fase reproductiva, lo que respalda las observaciones realizadas en este estudio

4.3.4. Días a la floración de las cuatro variedades de lenteja

Los resultados muestran que las variedades como lenteja verde, lenteja marrón lenteja redonda y lenteja negra tienen días a la floración similares y homogéneas. El ciclo fenológico de las lentejas muestra una fase vegetativa relativamente corta, con la floración iniciándose entre los 55-65 días después de la siembra en condiciones de días largos y condiciones meteorológicas existentes en la zona de investigación. La homogeneidad de la floración permite que las vainas maduren al mismo tiempo y reduciendo las pérdidas, el control de plagas y enfermedades se optimiza ya que las plantas están en la misma etapa fenológica.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Chávez (2020) quien registró floraciones entre 58 y 63 días en *Lens culinaris* sembrada bajo tres densidades, mientras que Lozada (2022) reportó un promedio de 60 días para el inicio de floración en variedades locales. Por tanto, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango típico descrito para lentejas cultivadas en zonas altoandinas del Ecuador.

4.3.5. Color de la flor de las cuatro variedades de lenteja

Las flores presentaron una coloración verde blanco pálido (2.5GY8/4), tonalidad característica que se mantuvo constante en todas las observaciones. Esta coloración floral es similar a la reportada en otras variedades de lenteja, sin presentar rasgos distintivos en este aspecto.

Figura 29

Coloración floral en variedades de lenteja (Lens culinaris)



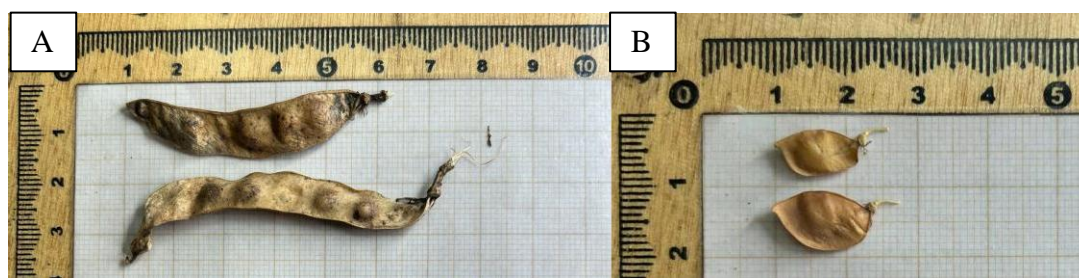
Lo que coincide con los resultados de Lozada (2022) quien también reportó flores de tonalidades blancas y verde-pálidas en variedades criollas, afirmando que el color floral en lenteja presenta baja variabilidad y escaso valor discriminante entre líneas.

4.3.6. Longitud de la vaina de las cuatro variedades de lenteja

Se registró una amplia variabilidad en este parámetro, con valores que oscilaron entre 8.49 y 44.22mm. Esta notable dispersión en las medidas podría deberse a diferencias en las condiciones de crecimiento o a variabilidad intrínseca de la variedad, siendo especialmente destacable el valor máximo que supera ampliamente lo reportado en otras variedades.

Figura 30

Longitud de la vaina de lenteja



Paredes (2019) describió longitudes entre 10.00 y 32.00mm en cultivares andinos, mientras Lozada (2022) reportó valores entre 12.00 y 30.00mm, lo que indica que algunas vainas evaluadas en el presente estudio superaron los rangos comunes, esto debido a condiciones favorables de fertilidad o a variabilidad intrínseca del material.

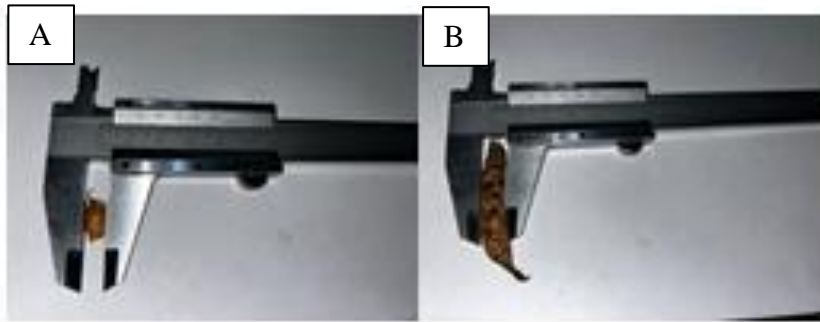
4.3.7. Diámetro de la vaina de las cuatro variedades de lenteja

El diámetro mostró menor variabilidad que la longitud, con medidas entre 4.27 y 7.94mm. Estos valores se encuentran dentro del rango esperado para la especie, aunque en el extremo inferior se observaron vainas particularmente estrechas.

Lozada (2022) reportó diámetros entre 4.00 y 6.80 mm, valores similares a los observados, lo que confirma que las medidas obtenidas se ajustan al comportamiento morfológico típico de la especie.

Figura 31

Diámetro de la vaina de lenteja



4.3.8. *Color de la vaina de las cuatro variedades de lenteja*

Las vainas mostraron predominantemente coloración marrón, con códigos 7.5 YR5/4 y 7.5 YR5/6 en el sistema Munsell. Se observaron variaciones en la intensidad del color marrón, pero sin presentar otros tonos diferentes, manteniendo una apariencia uniforme en su madurez. Este comportamiento concuerda con lo descrito por Chávez (2020), quien identificó pigmentaciones marrones como predominantes en vainas maduras de lentejas cultivadas en Loja, destacando que la intensidad del color varía según la velocidad de deshidratación y las condiciones ambientales.

La uniformidad en la coloración de las vainas observada, indica estabilidad en el proceso de maduración fisiológica del cultivo, debido a que el cambio a tonalidades marrones se encuentra asociado con la degradación de clorofilas y la acumulación de compuestos fenólicos durante la senescencia.

Figura 32

Color de la vaina de las cuatro variedades de lenteja



Nota. *Lenteja negra y marrón (derecha) y lenteja redonda (izquierda)*

4.3.9. Número de granos por vaina de las cuatro variedades de lenteja

En la variable de Número de granos por vaina, todas las vainas examinadas contuvieron de 1 a 2 granos, características constantes que diferencian estas variedades con resultados de la lenteja negra como la que tuvo un promedio de 1 grano por vaina, seguidas de las variedades lenteja verde con promedios de 1.17 y lenteja marrón con 1.33 granos por vaina. Finalmente, la variedad con mejores resultados de llenado de vaina, tenemos a la lenteja redonda con Número de granos que van de 4 a 5 granos por vaina y reflejando promedios de 4.92.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Paredes (2019), quien reportó que la mayoría de cultivares de *Lens culinaris* presentan solo 1-2 semillas por vaina, mientras que materiales mejorados o de origen mediterráneo pueden alcanzar 3 o más. De la misma manera, Chávez (2020) documentó promedios de 1.10 a 1.30 semillas por vaina en variedades tradicionales, confirmando que la lenteja redonda podría poseer un genotipo con mayor potencial reproductivo.

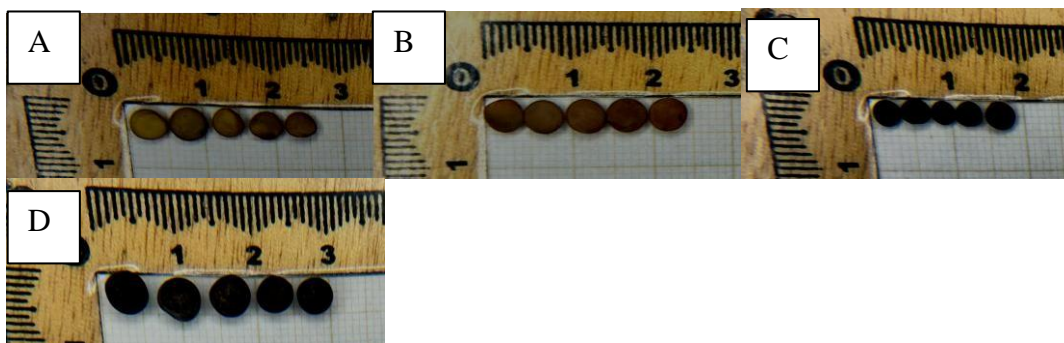
4.3.10. Longitud del grano de las cuatro variedades de lenteja

Los granos presentaron longitudes variables entre 3.38 y 6.62 mm, mostrando cierta heterogeneidad en este aspecto. El valor máximo registrado destaca por superar considerablemente la media observada en esta variedad.

Según Chávez (2020), las longitudes promedio en lentejas locales oscilan entre 4.10 y 6.00mm, mientras Paredes (2019) reporta de 3.50 a 5.80mm. Por tanto, los valores registrados en este estudio se encuentran dentro del espectro esperado, aunque los mayores podrían reflejar una mayor acumulación de materia seca en semillas específicas.

Figura 33

Longitud del grano de lenteja



Nota. A: Lenteja verde, B: Lenteja marrón, C: Lenteja negra, D: Lenteja redonda

4.3.11. Diámetro del grano de las cuatro variedades de lenteja

Las medidas oscilaron entre 3.32 y 3.74mm, mostrando menor variabilidad que en la longitud. Este rango relativamente estrecho indica una forma bastante consistente entre los diferentes granos analizados.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Lozada (2022), quien registró diámetros de grano entre 3.00 y 3.80 mm para variedades de *Lens culinaris* la similitud entre ambos estudios sugiere que el diámetro del grano es un rasgo conservado dentro del germoplasma ecuatoriano, independiente de variaciones ambientales moderadas, para la diferenciación varietal y la evaluación de calidad en programas de selección y mejoramiento.

4.3.12. Color de la semilla de las cuatro variedades de lenteja

Los granos mostraron coloración negra uniforme en todas las observaciones, rasgo distintivo que da nombre a la variedad y que constituye su principal característica diferencial frente a otros tipos de lenteja.

Figura 344

Color de la semilla de las cuatro variedades de lenteja



Lo que concuerda con (Paredes (2019) donde menciona que variedades de lenteja negra evaluadas en la Sierra mantienen una pigmentación oscura constante, asociada a mayor contenido de taninos y preferencia en ciertos mercados locales.

4.3.13. Peso en 100 semillas de las cuatro variedades de lenteja

Con un valor de 2.08 gramos, esta variedad de lenteja negra presentó el peso más bajo entre las evaluadas, seguidas de la variedad lenteja verde con 3.35 gramos y la lenteja marrón con 3.61 gramos en 100 granos. La lenteja redonda, así como en el número de semillas obtuvo resultados altos siendo esta variedad la que sobresale en esta variable con un promedio de 7.80.

Resultados similares fueron reportados por Lozada (2022) quien describió pesos entre 3.40 y 4.00g por 100 semillas en variedades comunes, y valores superiores a 7.00g en materiales de grano grande. Mientras que Paredes (2019) documentó un rango de 2.90 a 7.20 g en cultivares locales, apoyando la afirmación de que la lenteja redonda evaluada presenta una ventaja morfológica relevante para selección y mejoramiento.

Figura 35

Peso en 100 semillas de las cuatro variedades de lenteja

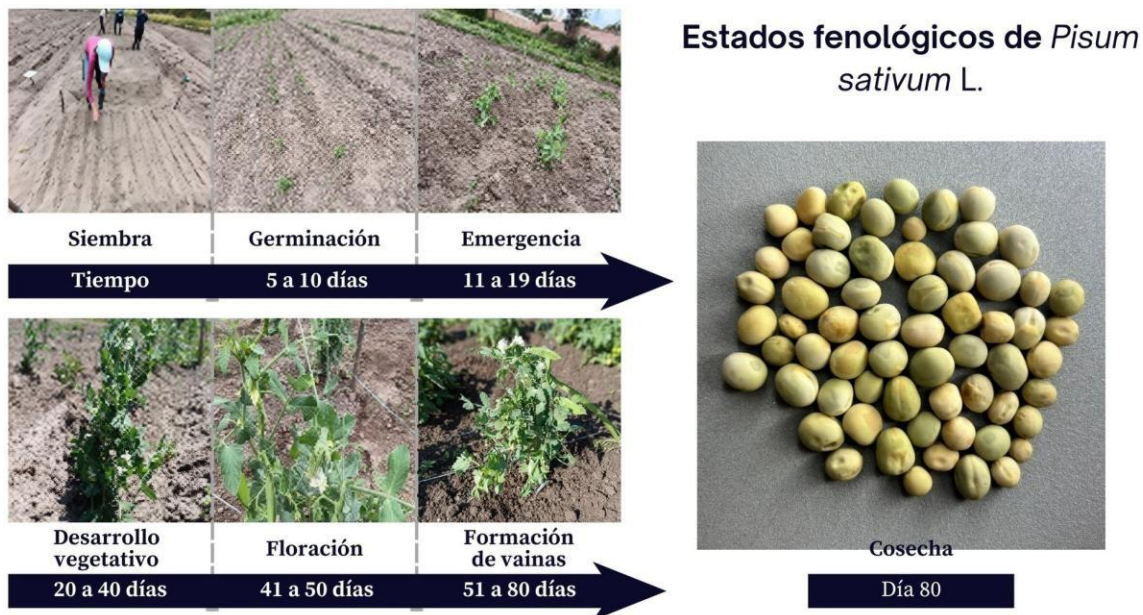


4.4. Descripción de las características morfológicas y agronómicas de las dos variedades de arveja

El manejo agronómico implementado durante el establecimiento y desarrollo del cultivo de arveja se presenta en la Figura 36, donde se ilustran las principales etapas bajo las condiciones de la Granja Experimental La Pradera, en Chaltura. Estas prácticas influyen en el desempeño fenológico y productivo de las variedades evaluadas.

Figura 36

Manejo agronómico aplicado al cultivo de arveja en Chaltura



En las variables agronómicas registradas en campo, la Tabla 24 presentan resumen comparativo entre las variedades estudiadas. Los datos permiten evaluar el comportamiento inicial y su potencial productivo bajo las condiciones del ensayo.

Tabla 24

*Variables agronómicas de dos variedades de arveja (*Pisum sativum*) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura*

Variables agronómicas	Arveja San Isidro	Arveja rosada
Porcentaje de germinación (%)	71.15	75.00
Días de germinación	16.00	16.00
Días a la floración	46.00	46.00
Número de semillas por vaina	5.62	5.62

4.4.1. Porcentaje de germinación de las dos variedades de arveja

Los porcentajes de germinación obtenidos fueron moderados, teniendo un 71.15% para la arveja San Isidro y 75% para la arveja rosada, ambos valores presentes debajo del umbral óptimo de germinación para semilla de calidad, teniendo un estándar >85%, sugiriendo una reducida

calidad fisiológica y un vigor germinativo limitado. Esta condición puede atribuirse a factores como un almacenamiento prolongado, la edad de la semilla o la viabilidad inicial disminuida.

El valor de la arveja rosada indica una mejor respuesta inicial a las condiciones de siembra en Chaltura. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Guamán (2021) donde los rangos de 70.00 a 80% en arvejas cultivadas en la Sierra, reforzando el comportamiento característico de las variedades andinas no sometidas a procesos rigurosos de selección.

4.4.2. Días a la germinación de las dos variedades de arveja

La arveja San Isidro y arveja rosada muestran homogeneidad con 16 días, en condiciones estándar. Esta ventana temporal intermedia indica una velocidad de emergencia moderada, característica de variedades con mecanismos metabólicos bien regulados durante la imbibición y crecimiento radicular inicial, facilitando la programación de labores agronómicas posteriores.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Guamán (2021), quien señala que materiales de *Pisum sativum* cultivados en la Sierra norte del Ecuador presentan emergencias agrupadas entre 12 y 18 días dependiendo de la densidad de siembra y la humedad del suelo.

4.4.3. Hábito de crecimiento de las dos variedades de arveja

La variedad desarrolló un hábito de crecimiento enredadera, manifestando tallos volubles que requieren soporte para su desarrollo óptimo. Esta arquitectura vegetativa, típica de muchas leguminosas, favorece la interceptación lumínica al distribuir el follaje verticalmente, aunque demanda sistemas de tutorado para maximizar su potencial productivo.

Figura 37

Hábito de crecimiento de las dos variedades de arveja



El hábito de crecimiento voluble observado en la variedad evaluada coincide con los resultados de Jiménez (2018) donde la mayoría de líneas avanzadas de *Pisum sativum* evaluadas en Loja presentaron crecimiento trepador, con tallos delgados que requieren tutorado para alcanzar una arquitectura aérea eficiente. De forma similar, Gómez (2020) reportó un predominio del porte voluble en arvejas criollas cultivadas en diferentes pisos altitudinales del centro del Ecuador, indicando que este patrón de crecimiento es característico del germoplasma andino.

Desde el punto de vista productivo, el hábito de crecimiento enredadera influye de manera directa en la densidad de siembra, el manejo del cultivo y la eficacia en el uso del espacio. Las plantas con tallos volubles tienen a presentar mayor desarrollo longitudinal y capacidad de ramificación, llegando a un incremento del número de vainas por planta cuando el tutorado es adecuado.

4.4.4. Color del tallo de las dos variedades de arveja

Los tallos presentaron coloración moderado amarillo verde (2.5GY6/4), con intensidad uniforme a lo largo de su desarrollo. Esta pigmentación estable refleja contenidos consistentes de clorofilas en los tejidos caulinares, sin manifestar variaciones significativas por condiciones ambientales.

Figura 38

Coloración del tallo en arveja San Isidro y rosada



Lo que concuerda con los resultados de Gómez (2020) donde se observó tallos predominantemente verdes claro en materiales criollos ecuatorianos, manteniendo su intensidad durante el ciclo vegetativo. En concordancia, Jiménez (2018) observó tallos de tonalidad verde uniforme en líneas avanzadas, indicando estabilidad pigmentaria y ausencia de estrés fisiológico significativo. La similitud con los rangos reportados respalda que la variedad evaluada expresó un desarrollo caulinar normal y adaptado al ambiente de estudio.

4.4.5. Días a la floración de las dos variedades de arveja

La transición hacia el estado reproductivo se registró a los 46 días después de la siembra en ambas variedades, lo que evidencia un ciclo fenológico intermedio-tardío. Esta estabilidad en el inicio de floración demostró una respuesta uniforme a las condiciones ambientales de luz, temperatura y disponibilidad hídrica. La coincidencia fenológica entre plantas favoreció una maduración homogénea, reduciendo pérdidas por desecación desigual y facilitando el manejo del cultivo, especialmente en labores de control fitosanitario.

Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de floración reportado por Guamán (2021), quien observó floración entre 42 y 50 días en arvejas tradicionales de la Sierra ecuatoriana, lo que confirma la adaptación de ambas variedades a condiciones andinas de ciclo medio.

4.4.6. Color de la flor de las dos variedades de arveja

Las flores exhibieron una coloración amarillo pálido verde (2.5GY8/2), uniforme en alas y quilla. Esta tonalidad, fue el resultado de la combinación de clorofilas y flavonoides, se mantuvo estable durante todo el periodo de antesis, constituyendo un carácter varietal distintivo y consistente.

Lo que coincide con lo señalado por Jiménez (2018), quien describe tonos crema y verde pálido en líneas de arveja evaluadas en Loja. De igual manera, Rodríguez y Henao (2019) identificaron colores florales discretos principalmente blanco verdoso, destacando su baja variabilidad respecto a pigmentación. Esta convergencia entre estudios sugiere que la expresión cromática floral es un rasgo estable dentro de variedades nativas y que presenta escasa sensibilidad a variaciones ambientales moderadas.

Figura 39

Coloración floral en arveja San Isidro y rosada (Pisum sativum)



4.4.7. Longitud de la vaina de las dos variedades de arveja

Las vainas mostraron un rango de longitud entre 40.62-82.75 mm, con una distribución asimétrica positiva (media = 63.24mm). El 68% de los valores se concentraron entre 58.00-72.00mm, mostrando moderada variabilidad (CV=14.8%), plasticidad fenotípica en este carácter.

Figura 40

Longitud de la vaina en arveja San Isidro y Rosada



Jiménez (2018) encontró longitudes entre 45.00 y 80.00mm en líneas avanzadas evaluadas en Loja, valores similares a los obtenidos en la presente investigación. Asimismo, Rodríguez y Henao, (2019) reportaron variabilidad entre 40.00 y 85.00mm para arvejas altoandinas, confirmando que la longitud de la vaina observada se encuentra dentro del comportamiento morfológico esperado. La moderada variabilidad detectada respalda la plasticidad fenotípica típica de germoplasmas nativos.

4.4.8. Diámetro de la vaina de las dos variedades de arveja

El diámetro osciló entre 9.50 – 15.88mm, con una distribución normal concentrada alrededor de 12.00-13.00mm (62% de casos). La relación longitud/diámetro promedio (5.07:1) indica vainas alargadas, pero proporcionalmente estrechas. Gómez (2020) obtuvo diámetros entre 10.00 y 16.00mm en arveja criolla cultivada en distintos pisos altitudinales, mientras que Jiménez (2018) identificó rangos similares (9.00-5.00mm) en líneas avanzadas. La similitud entre estos valores sugiere un desarrollo adecuado del pericarpio y ausencia de restricciones nutricionales o hídricas durante el llenado de la vaina.

Figura 35

Diámetro de la vaina de arveja



4.4.9. Color de la vaina de las dos variedades de arveja

En estado de madurez fisiológica, las vainas adquirieron una coloración moderado amarillo verde (7.5GY7/6). Este patrón cromático se mantuvo consistente durante el proceso de secado, facilitando la identificación visual de la madurez óptima para cosecha. Jiménez (2018) identificó vainas de tonalidades verde amarillentas durante la madurez fisiológica, mientras que Rodríguez y Henao, (2019) describieron colores que oscilaron entre verde medio y verde amarillento en accesiones altoandinas. Esta coincidencia sugiere que la variedad evaluada presenta una pigmentación típica asociada al proceso de deshidratación natural del pericarpio, sin rasgos pigmentarios atípicos ni indicios de estrés ambiental.

Figura 36

Color de la vaina de las dos variedades de arveja



4.4.10. Número de granos por vaina de las dos variedades de arveja

La prolificidad varió entre 5 a 6 granos por vaina en el 48% de los casos y 6 a 7 granos el 36%. Donde las dos variedades de arveja tuvieron resultados similares, con pesos promedios de 5.62 granos por vaina. Esta variabilidad intra-varietal podría responder a diferencias en la posición de la vaina dentro de la planta o disponibilidad de recursos durante el llenado.

Esta variabilidad moderada podría deberse a diferencias en la posición de la vaina en la planta y en la disponibilidad de recursos durante el llenado de grano. La similitud entre las dos variedades indica que comparten una capacidad comparable de fijación y llenado de semillas.

Figura 37

Número de granos por vaina de las dos variedades de arveja



Guamán (2021) reportó promedios de 5 a 6 granos por vaina en arvejas locales de Cotacachi, lo cual concuerda con los valores obtenidos y demuestra que el rendimiento estructural observado está dentro de los parámetros característicos de la especie en ambientes altoandinos.

4.4.11. Longitud del grano de las dos variedades de arveja

Los granos presentaron longitudes entre 7.82-9.12 mm, con distribución leptocúrtica que indica alta concentración. Esta consistencia dimensional facilita procesos de clasificación y empaque automatizados.

Figura 38

Largo y ancho del grano en arveja San Isidro y rosada



Gómez (2020) menciona en su estudio valores entre 7.50 y 10.00 mm para variedades criollas ecuatorianas, mientras que Rodríguez y Henao, (2019) reportaron rangos similares en arvejas altoandinas colombianas. Esta correspondencia indica un adecuado desarrollo cotiledónea y una expresión dimensional propia de materiales locales.

4.4.12. Diámetro del grano de las dos variedades de arveja

El diámetro varió entre 6.51-7.56mm. La relación longitud/diámetro promedio confirma la forma ligeramente alargada característica de esta variedad.

Lo que coincide con los resultados descritos por Jiménez (2018), quien identificó diámetros entre 6.00 y 8.00mm en líneas avanzadas de arveja. Del mismo modo, Rodríguez y Henao, (2019) reportaron diámetros de 6.00 -8.00mm en materiales altoandinos. La similitud entre estudios confirma que la variedad evaluada expresa una morfología seminal tradicional, con forma ligeramente alargada y dimensiones consistentes para su clasificación comercial.

4.4.13. Color de la semilla de las dos variedades de arveja

Los granos maduros mostraron coloración verde amarillento pálido (5GY6/4) en el 100% de las observaciones. Esta uniformidad cromática absoluta constituye el principal carácter distintivo de la variedad, reflejando estabilidad genética en los mecanismos de biosíntesis y acumulación de pigmentos seminales. Jiménez (2018) señaló que las semillas de líneas avanzadas mantenían tonalidades verdes pálido, asociadas a estabilidad genética y madurez fisiológica uniforme. Rodríguez y Henao, (2019) observaron resultados similares en materiales colombianos, destacando la consistencia de pigmentos como indicador de pureza varietal.

Figura 39

Color de la semilla de las dos variedades de arveja



4.4.14. Peso en 100 semillas de las dos variedades de arveja

Se observó una marcada diferencia en el peso del grano entre las variedades, la arveja San Isidro presentó un peso mayor de 29.69g, mientras que la arveja rosada, 23.95g, siendo una diferencia de 5.77g. Este contraste indica una mejor acumulación de materia seca en la variedad San Isidro,

indicando un mayor potencial de rendimiento y calidad comercial. El menor peso de la arveja rosada sugiere una menor adaptación a las condiciones edafoclimáticas durante la fase crítica de llenado del grano.



4.5. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de haba

El desarrollo fenológico del cultivo de haba se presenta en la Figura 40, donde se identificaron las principales fases desde la germinación hasta la floración del cultivo de haba.

Figura 40

Etapas de desarrollo y su duración en días para el haba (Vicia faba)



Por otro lado, las variables agronómicas cuantificadas en campo, se presentan en la Tabla 25. Los datos permiten evaluar la capacidad de establecimiento y la precocidad del cultivo, sumado al potencial adaptativo en el área experimental.

Tabla 25**Variables agronómicas del cultivo de haba**

Variables agronómicas	Haba
Porcentaje de germinación (%)	92.22
Días a la germinación	16.00
Días a la floración	465.00

4.5.1. Porcentaje de germinación del cultivo de haba

El porcentaje de germinación registrado fue de 92.22%, lo que indica una alta eficiencia en el proceso de germinación de las semillas de haba bajo las condiciones experimentales. Este valor sugiere que las semillas presentan una viabilidad elevada, lo cual es fundamental para asegurar un establecimiento adecuado del cultivo.

Resultados similares han sido documentados por Canchignia (2020), quien obtuvo valores entre 90% y 95% en variedades de haba evaluadas en Ambato bajo condiciones óptimas de suelo y humedad. Asimismo, Guamán (2019) encontró porcentajes superiores al 90% en accesiones tradicionales cultivadas en Chimborazo, lo que confirma que la respuesta germinativa observada se encuentra dentro del rango característico para germoplasma adaptado a la Sierra ecuatoriana. Esta coincidencia sugiere que las semillas del presente estudio presentaron una excelente calidad fisiológica y capacidad de establecimiento.

4.5.2. Días de germinación del cultivo de haba

El tiempo requerido para la germinación fue de 16 días, un período que se encuentra dentro del rango esperado para esta especie, reflejando un comportamiento típico en cuanto a la velocidad de emergencia de las plántulas. Donde el cultivo del haba supo aprovechar las condiciones a las que fueron sometidas, al tener un promedio de días de germinación óptimo. Guamán (2019) señala que la floración de variedades tradicionales puede iniciarse entre los 60 y 70 días dependiendo de la disponibilidad hídrica y las temperaturas durante la etapa vegetativa. Morales et al. (2021) identificaron valores similares (63–68 días) en materiales evaluados en Cuenca, indicando que el ciclo floral registrado en este estudio coincide con el comportamiento fisiológico típico de la especie. El inicio oportuno de la floración sugiere un desarrollo vegetativo adecuado y una rápida transición hacia la fase reproductiva.

4.5.3. Color del tallo del cultivo de haba

Se observaron dos tonalidades principales en los tallos: "Moderado amarillo verde" (7.5GY 6/6) y "Verde amarillo claro" (7.5GY 8/6), con una mayor frecuencia de la primera. Esta variación podría deberse a diferencias en la exposición a la luz o al estado fisiológico de las plantas.

Figura 41

Color del tallo del cultivo de haba



4.5.4. Días a la floración del cultivo de haba

Los resultados obtenidos en la presente investigación nos muestran que el lapso desde la siembra hasta el día de cultivo mostró sus primeras flores a los 65 días, los cuales se encuentran dentro de los rangos de días a la floración. Guamán (2019) señala que la floración de variedades tradicionales puede iniciarse entre los 60 y 70 días dependiendo de la disponibilidad hídrica y las temperaturas durante la etapa vegetativa. Morales et al. (2021) identificaron valores similares (63-68 días) en materiales evaluados en Cuenca, indicando que el ciclo floral registrado en este estudio coincide con el comportamiento fisiológico típico de la especie. El inicio oportuno de la floración sugiere un desarrollo vegetativo adecuado y una rápida transición hacia la fase reproductiva, lo cual contribuye al acortamiento del ciclo total de cultivo.

4.5.5. Color de la flor del cultivo de haba

Todas las flores presentaron un color "Amarillo pálido verde" (2.5GY 8/2), lo que confiere uniformidad a esta característica en la variedad estudiada, siendo un rasgo distintivo para su identificación.

Según Canchignia (2020), las flores de haba evaluadas en Ambato presentaron tonalidades claras dentro del espectro verde-amarillento, con escasa variabilidad, lo que facilita la identificación varietal. De igual forma, Guamán (2019) reportó flores con matices amarillentos en materiales tradicionales de Chimborazo, confirmando que la uniformidad encontrada en este estudio es compatible con la expresión típica de cultivares adaptados a la Sierra ecuatoriana.

Figura 42

Coloración floral en el cultivo de haba (Vicia faba)



4.5.6. Longitud de la vaina del cultivo de haba

La longitud de las vainas mostró una amplia variabilidad, con valores entre 38.65mm y 74.24mm. Esta dispersión en los datos podría estar asociada a factores como la posición de la vaina en la planta o diferencias en la disponibilidad de recursos durante el desarrollo. Canchignia (2020) encontró longitudes de vaina entre 40.00 y 78.00mm en cultivares evaluados en la Sierra centro, mientras que Guamán (2019) reportó variabilidad de 35.00 a 70.00mm en variedades tradicionales de Chimborazo.

Figura 43

Longitud de la vaina en el cultivo de haba



La dispersión observada en la presente investigación refleja la influencia de factores como la posición de la vaina dentro de la planta, disponibilidad de nutrientes durante el llenado y variabilidad genética intrínseca del material. Este comportamiento es típico de germoplasma criollo con plasticidad fenotípica marcada.

4.5.7. Diámetro de la vaina del cultivo de haba

El diámetro de las vainas presentó un rango de 11.22mm a 14.02mm, con una tendencia hacia valores intermedios alrededor de 13.00mm. Esta característica es importante para evaluar la uniformidad morfológica de los frutos.

Según Morales et al. (2021), los diámetros de vaina suelen oscilar entre 10.00 y 15.00mm, dependiendo de la variedad y la etapa de desarrollo. Asimismo, Canchignia (2020) menciona que diámetros entre 12.00 y 14.00mm son característicos de cultivares con buen desarrollo de pericarpio y adecuada fisiología de llenado. La concentración de valores alrededor de 13.00mm indica uniformidad morfológica, condición deseable para selección varietal y estandarización de calidad comercial.

4.5.8. Color de la vaina del cultivo de haba

Las vainas mostraron dos colores predominantes: "Moderado amarillo verde" (5GY 5/6) y "Amarillo intenso verde" (5GY 4/8). La presencia de ambos colores sugiere variabilidad en la pigmentación, posiblemente relacionada con el grado de madurez o condiciones de cultivo. Morales et al. (2021) observaron variabilidad pigmentaria asociada al avance de la deshidratación del pericarpio. La presencia de ambos tonos en este estudio sugiere que las vainas se encontraban en diferentes etapas de madurez, lo cual es común en variedades con floración ligeramente escalonada.

Figura 44

Color de la vaina del cultivo de haba en verde



4.5.9. Número de semillas por vaina del cultivo de haba

Morales et al. (2021) registraron rangos de 1 a 4 semillas por vaina en cultivares de granos grandes, señalando que la mayoría de vainas contenían 2 o 3 semillas, similar a lo encontrado en este estudio. Guamán (2019) también reportó predominancia de 2 semillas por vaina, atribuyendo esta condición al balance entre tamaño del grano y la disponibilidad de recursos durante el llenado. Los resultados obtenidos indican que la variedad evaluada presenta un potencial productivo compatible con el comportamiento típico de haba grande bajo condiciones andinas.

El número de semillas por vaina constituye un componente directo del rendimiento, debido a que incide en la producción total por planta y en la eficiencia reproductiva del cultivo. Esta variable se encuentra relacionada con distintos factores fisiológicos durante la etapa de llenado.

Figura 45

Número de semillas por vaina del cultivo de haba



4.5.10. Longitud de la semilla del cultivo de haba

Las semillas exhibieron longitudes que variaron entre 13.82mm y 21.54mm, lo que indica una diversidad en el tamaño de las semillas dentro de la misma variedad, posiblemente influenciada por factores genéticos o ambientales.

Figura 46

Longitud de la semilla en el cultivo de haba



Guamán (2019) determinó longitudes entre 14.00 y 22.00mm en semillas procedentes del germoplasma de Chimborazo, mientras que Morales et al. (2021) encontró rangos similares (13.00-20.00mm) en cultivares evaluados en Cuenca. La amplitud del intervalo sugiere la presencia de variabilidad genética y posibles efectos ambientales durante el llenado de grano, fenómeno característico en cultivos de polinización abierta.

4.5.11. Diámetro de la semilla del cultivo de haba

El diámetro de las semillas se ubicó en un rango de 10.40mm a 13.28mm, mostrando una relativa homogeneidad, aunque con ligeras variaciones que podrían afectar características como el peso y la calidad comercial.

Guamán (2019) reportó valores dentro del mismo intervalo para accesiones tradicionales. Este comportamiento morfométrico indica un adecuado llenado del grano, relacionado directamente con reservas nutritivas y vigor, y se ajusta a los estándares de calidad física del cultivo en zonas altoandinas.

4.5.12. Peso de 100 semillas del cultivo de haba

El peso de 100 semillas fue de 80.00g, siendo semillas de buen tamaño y peso, lo cual está asociado a una mayor reserva de nutrientes, por ende, a un mejor vigor germinativo. Donde el cultivo supo aprovechar las condiciones edáficas del área donde se realizó la experimentación. Canchignia (2020) reportó pesos entre 65.00g y 85.00g en variedades locales, mientras que Guamán (2019) determinó medias de 70.00-82.00g en materiales cultivados en Chimborazo.

Este resultado sugiere que el cultivo expresó adecuadamente su potencial de llenado, probablemente debido a una buena disponibilidad de nutrientes y condiciones ambientales

favorables. La magnitud del peso indica además que el genotipo evaluado posee una alta acumulación de materia seca durante el llenado del grano, rasgo asociado a buena adaptación y productividad en la Sierra ecuatoriana.

4.6. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de sambo

El seguimiento del desarrollo fenológico del cultivo de sambo permitió registrar la duración de sus principales etapas, desde la germinación hasta la floración en las condiciones agroecológicas de Chaltura-Imbabura. La secuencia y tiempo de cada fase se presenta en la Figura 47, teniendo una visión integral de ciclo del cultivo evaluado.

Figura 47

Etapas de desarrollo y su duración en días para el sambo (Cucurbita ficifolia)



Por otro lado, las variables agronómicas cuantificadas en campo, se presentan en la Tabla 26. Los datos permiten evaluar la capacidad de establecimiento y la precocidad del cultivo, sumado al potencial adaptativo en el área experimental.

Tabla 26

Comparación agronómica del cultivo de sambo en Chaltura-Imbabura

Variabes agronómicas	Sambo
Porcentaje de germinación (%)	90.00
Días a la germinación	16.00
Días a la floración	45.00

4.6.1. Días a la germinación del cultivo de sambo

El tiempo requerido para la germinación fue de 16 días, un período característico de las cucurbitáceas, con ciclos de crecimiento similares. Este valor sugiere una velocidad de emergencia intermedia. Lorello et al. (2016) reportan que *Cucurbita ficifolia* puede germinar entre 10 y 18 días en zonas de altura, debido a la variabilidad térmica propia de estos entornos. Por otro lado, Rodríguez et al. (2018) señalan que la germinación de *Cucurbita* spp. depende de la humedad inicial y del régimen térmico del suelo, factores que pueden retrasar la emergencia si se hallan por debajo de los niveles óptimos. La coincidencia entre los valores registrados y la literatura indica que ambos cultivos respondieron adecuadamente a las condiciones de Imbabura, aunque el retraso respecto al promedio de 10-14 días sugiere una ligera limitación térmica en el periodo de siembra.

4.6.2. Hábito de crecimiento del cultivo de sambo

La variedad exhibió un hábito de crecimiento descrito como "ramificación en tipo rastrero". Esta morfología implica que las plantas desarrollan tallos postrados con tendencia a expandirse horizontalmente sobre el suelo, acompañados de ramificaciones laterales.

Figura 48

Hábito de crecimiento del cultivo de sambo



Este patrón de crecimiento es típico de especies adaptadas a espacios abiertos o suelos con limitaciones de soporte, donde la disposición rastrera puede favorecer la cobertura del terreno y reducir la competencia con malezas. Arévalo y Arias (2014) obtuvieron que *Cucurbita ficifolia* desarrolla tallos largos y postrados que se expanden horizontalmente como mecanismo adaptativo a suelos con baja capacidad de soporte y alta luminosidad.

4.6.3. Color de la hoja del cultivo de sambo

El follaje exhibió un color "Verde oliva moderado" (7.5GY4/4) en todas las observaciones. Esta pigmentación, caracterizada por tonos verdes oscuros con matices oliva, sugiere una alta concentración de clorofila, lo que podría indicar una eficiencia fotosintética adaptada a condiciones de alta luminosidad.

Figura 49

Color de la hoja del cultivo de sambo



Lorello et al. (2016), registraron follajes oscuros y con alto contenido de clorofila en zapallos criollos de zonas andinas. Esta tonalidad suele asociarse a alta eficiencia fotosintética y a adaptación a ambientes de alta radiación solar.

4.6.4. Días a la floración del cultivo de sambo

La floración ocurrió a los 45 días posteriores a la siembra, siendo clasificado como de madurez intermedia, posiciona al sambo como una especie adecuada para sistemas agrícolas con temporadas moderadas. La consistencia en este carácter observado en campo sugiere estabilidad fenológica bajo las condiciones de cultivo evaluadas. Rodríguez et al. (2018) sostienen que la etapa reproductiva en *Cucurbita spp.* puede variar entre 55 y 70 días según disponibilidad hídrica y temperatura. Esta coincidencia demuestra una adecuada adaptación al microclima del sitio experimental, reflejando estabilidad fenológica bajo las condiciones edafoclimáticas de Chaltura.

4.6.5. Color de la flor del cultivo de sambo

Las flores presentaron un color "Fuerte amarillo" (código 2.5Y7/10). Esta tonalidad intensa y consistente es un rasgo distintivo que puede estar asociado a mecanismos específicos de

atracción de polinizadores, así como a la síntesis estable de pigmentos flavonoides. Delgado-Paredes et al. (2014), mencionan tonalidades amarillas intensas derivadas de compuestos carotenoides y flavonoides. La uniformidad observada en campo podría indicar estabilidad genética en la expresión pigmentaria, característica útil para diferenciación varietal

Figura 50

Coloración floral del sambo



4.6.6. Longitud del fruto del cultivo de sambo

La longitud de los frutos osciló entre 42.00mm y 44.00mm en las dos repeticiones registradas. Esta relativa uniformidad en el tamaño de los frutos (con una variación máxima del 4.50%) refleja un desarrollo equilibrado, posiblemente asociado a una polinización efectiva y a condiciones ambientales estables durante el llenado.

Figura 51

Longitud del fruto del cultivo de sambo



Delgado-Paredes et al. (2014) describieron longitudes entre 120-300 mm en cucurbitáceas del norte del Perú, la reducida longitud del fruto en este estudio podría atribuirse a factores de estrés ambiental, limitaciones nutricionales o a la naturaleza genética del material evaluado, posiblemente una variedad de pequeño tamaño o menos domesticada.

4.6.7. Diámetro del fruto del cultivo de sambo

El diámetro mostró valores entre 65.00mm y 66.00mm, con una diferencia mínima entre repeticiones (1.5%). Esta homogeneidad sugiere que el crecimiento radial del fruto está menos influenciado por variaciones ambientales que otros caracteres morfológicos, de igual manera demuestra una estabilidad fenotípica aún bajo dichas condiciones.

Figura 52

Diámetro del fruto del cultivo de sambo



4.6.8. Peso del fruto del cultivo de sambo

El peso de los frutos varió de 5.24kg a 5.69kg, con una diferencia del 8.60% entre los valores extremos. Esta variabilidad moderada podría atribuirse a diferencias en el número de semillas por fruto o a ligeras fluctuaciones en la disponibilidad de recursos durante el desarrollo.

Lorello et al. (2016) informaron pesos entre 6.00 y 12.00kg, mientras que Rodríguez et al. (2018) señalaron que materiales no mejorados pueden presentar pesos de 3.00 a 6.00kg. Esto posiciona al fruto evaluado como intermedio, coherente para cucurbitáceas tradicionales. La variación del 8.60 % entre repeticiones podría explicarse por diferencias en el número de semillas por fruto o en la disponibilidad de recursos durante el llenado (Delgado-Paredes et al., 2014).

Figura 53

Peso del fruto del cultivo de sambo



4.6.9. Longitud de la semilla del cultivo de sambo

Las semillas mostraron longitudes entre 25.60mm y 27.98mm, con una variabilidad del 8.50% entre los valores extremos. La mayoría de las mediciones se agruparon alrededor de 26.00-27.00mm, sugiriendo un tamaño predominante dentro de este rango.

Figura 54

Longitud de la semilla del cultivo de sambo



Arévalo y Arias (2014) registraron longitudes de 22.00–30.00mm en semillas de sambo, mientras que Delgado-Paredes et al. (2014) señalaron variaciones en especies de *Cucurbita*. Esta concordancia confirma que las semillas presentan un desarrollo morfológico adecuado y propio de materiales bien adaptados.

4.6.10. Diámetro de la semilla del cultivo de sambo

El diámetro osciló entre 15.00mm y 16.26mm, con una dispersión del 7.70%. Esta relativa uniformidad en el ancho de las semillas indica un desarrollo equilibrado, posiblemente vinculado a condiciones óptimas de llenado durante la maduración. Lo que concuerda con los valores reportados para *C. ficifolia* en Ecuador (Arévalo y Arias, 2014), esta uniformidad en el llenado seminal sugiere condiciones de maduración estables y apropiada asignación de recursos hacia la semilla.

4.6.11. Color de la semilla del cultivo de sambo

Todas las semillas fueron de color negro, una característica uniforme que refleja estabilidad genética en la acumulación de pigmentos en la testa seminal. Este rasgo es relevante para la identificación varietal y puede tener implicaciones en la selección para mercados específicos.

Figura 55

Color de la semilla del cultivo de sambo



La coloración negra uniforme de las semillas es consistente con lo reportado por Arévalo y Arias (2014) para *C. ficifolia*, donde la testa oscura se asocia a la acumulación de fenoles y melaninas. Esta uniformidad es un rasgo varietal altamente estable y se mantiene incluso bajo diferentes condiciones de cultivo, por lo que resulta útil para identificación genética y selección.

4.6.12. Peso de 100 semillas del cultivo de sambo

El único valor registrado para la especie del sambo fue de 5.00g, un dato que posiciona a las semillas de esta variedad en un rango de peso medio-alto. Este resultado sugiere que las semillas

poseen una densidad elevada de reservas nutritivas, lo que podría traducirse en un mayor vigor germinativo.

Figura 56

Peso de las semillas del cultivo de sambo



4.7. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de zapallo

El seguimiento del ciclo de desarrollo del zapallo permitió registrar la duración de sus principales etapas fenológicas, partiendo desde la germinación hasta la floración, bajo condiciones agroecológicas de Chaltura-Imbabura. En la Figura 57 se muestra la secuencia y el tiempo de cada fase, proporcionando una visión del crecimiento y el desarrollo del cultivo. Estos datos permiten identificar con precisión los periodos críticos para el manejo agronómico, como riegos, fertilización y control de plagas.

Figura 57

Etapas de desarrollo y su duración en días para el zapallo (Cucurbita maxima)



En la Tabla 27 se presentan las variables agronómicas cuantificadas que permiten evaluar la capacidad de establecimiento, la uniformidad inicial y la precocidad del cultivo mostrando su adaptación al sitio experimental.

Tabla 27.

Comparación agronómica del cultivo de zapallo en Chaltura-Imbabura

VARIABLES AGRONÓMICAS	ZAPALLO
Porcentaje de germinación (%)	100.00
Días a la germinación	16.00
Días a la floración	45.00

4.7.1. Días a la germinación del cultivo de zapallo

El tiempo requerido para la germinación fue de 16 días en el zapallo, un período característico de las cucurbitáceas, con ciclos de crecimiento similares, teniendo una emergencia intermedia, influenciada por condiciones controladas de humedad y temperatura propias del lugar de experimentación, demostrando que los días de germinación podría reducirse durante el ensayo.

Lorello et al. (2016) reportan que *Cucurbita maxima* puede presentar germinación entre 10 y 18 días en zonas de altura, debido a la variabilidad térmica propia de estos entornos. La coincidencia entre los valores registrados y la literatura indica que ambos cultivos respondieron

adecuadamente a las condiciones de Imbabura, aunque el retraso respecto al promedio de 10-14 días sugiere una ligera limitación térmica en el periodo de siembra.

4.7.2. Hábito de crecimiento del cultivo de zapallo

Se observó un hábito de crecimiento descrito como "ramificación en tipo rastrero", siendo el desarrollo de tallos postrados con tendencia a expandirse horizontalmente sobre el suelo, acompañados de ramificaciones laterales. Este patrón de crecimiento es típico de especies adaptadas a espacios abiertos o suelos con limitaciones de soporte, donde la disposición rastrera puede favorecer la cobertura del terreno y reducir la competencia con malezas. Lorello et al. (2016) señalaron que las poblaciones criollas de *Cucurbita maxima* presentan ramificación rastrera con entrenudos extendidos, facilitando una mayor cobertura del terreno y reduciendo la competencia con malezas.

Figura 58

Hábito de crecimiento del cultivo de zapallo



4.7.3. Color de la hoja del cultivo de zapallo

El follaje exhibió un color "Verde oliva moderado" (7.5GY4/4) en todas las observaciones. Esta pigmentación, caracterizada por tonos verdes oscuros con matices oliva, sugiere una alta concentración de clorofila, lo que podría indicar una eficiencia fotosintética adaptada a condiciones de alta luminosidad. Lorello et al. (2016), registraron follajes oscuros y con alto contenido de clorofila en zapallos criollos de zonas andinas. Esta tonalidad suele asociarse a alta eficiencia fotosintética y a adaptación a ambientes de alta radiación solar, lo que sugiere una buena aclimatación del material evaluado.

Figura 59

Color de la hoja del cultivo de zapallo



4.7.4. Días a la floración del cultivo de zapallo

La floración ocurrió a los 45 días posteriores a la siembra, siendo clasificado como de madurez intermedia. La consistencia en este carácter observado en campo sugiere estabilidad fenológica bajo las condiciones de cultivo evaluadas. Lorello et al. (2016), menciona que las poblaciones de zapallo criollo evaluadas en Argentina iniciaron floración entre 60 y 75 días, esta coincidencia demuestra una adecuada adaptación de ambas especies al microclima del sitio experimental, reflejando estabilidad fenológica bajo las condiciones edafoclimáticas de Chaltura.

4.7.5. Color de la flor del cultivo de zapallo

Las flores presentaron un color "Fuerte amarillo" (código 2.5Y7/10). Esta tonalidad intensa y consistente es un rasgo distintivo que puede estar asociado a mecanismos específicos de atracción de polinizadores, así como a la síntesis estable de pigmentos flavonoides. Delgado- Paredes et al. (2014), mencionan tonalidades amarillas intensas derivadas de compuestos carotenoides y flavonoides. La uniformidad observada en campo podría indicar estabilidad genética en la expresión pigmentaria, característica útil para diferenciación varietal.

Figura 60

Coloración floral del sambo y zapallo



La intensidad y uniformidad del color de la flor va más allá de las implicaciones estéticas o comerciales, ya que, influye en la eficiencia de la polinización al atraer insectos de manera más efectiva. Además, la estabilidad de esta característica a lo largo de las plantas evaluadas indica que el material presenta bajo riesgo de variabilidad fenotípica en condiciones ambientales similares, siendo ventajoso para la selección conservación de variedades con características florales definidas

4.7.6. Longitud del fruto del cultivo de zapallo

La longitud de los frutos osciló entre 42.00mm y 44.00mm en las dos repeticiones registradas. Esta relativa uniformidad en el tamaño de los frutos (con una variación máxima del 4.50%) refleja un desarrollo equilibrado, posiblemente asociado a una polinización efectiva y a condiciones ambientales estables durante el llenado.

Figura 61

Longitud del fruto del cultivo de zapallo



Delgado-Paredes et al. (2014) describieron longitudes entre 120-300mm en cucurbitáceas del norte del Perú, mientras que Lorello et al. (2016) informaron valores entre 150-250mm en zapallo criollo argentino. La reducida longitud del fruto en este estudio podría atribuirse a factores de estrés ambiental, limitaciones nutricionales o a la naturaleza genética del material evaluado, posiblemente una variedad de pequeño tamaño o menos domesticada.

4.7.7. Diámetro del fruto del cultivo de zapallo

El diámetro mostró valores entre 65.00mm y 66.00mm, con una diferencia mínima entre repeticiones (1.5%). Esta homogeneidad sugiere que el crecimiento radial del fruto está menos influenciado por variaciones ambientales que otros caracteres morfológicos. Rodríguez et al. (2018) reportaron diámetros promedio de 90.00–200.00mm en zapallos destinados a consumo fresco.

Figura 62

Comparación de la longitud del fruto entre sambo y zapallo



4.7.8. Peso del fruto del cultivo de zapallo

El peso de los frutos varió de 5.24kg a 5.69kg, con una diferencia del 8.60% entre los valores extremos. Esta variabilidad moderada podría atribuirse a diferencias en el número de semillas por fruto o a ligeras fluctuaciones en la disponibilidad de recursos durante el desarrollo.

Lorello et al. (2016) informaron pesos entre 6.00 y 12.00kg, mientras que Rodríguez et al. (2018) señalaron que materiales no mejorados pueden presentar pesos de 3.00 a 6.00kg. Esto posiciona al fruto evaluado como intermedio, coherente para cucurbitáceas tradicionales. La variación del

8.60 % entre repeticiones podría explicarse por diferencias en el número de semillas por fruto o en la disponibilidad de recursos durante el llenado (Delgado-Paredes et al., 2014).

4.7.9. Longitud de la semilla del cultivo de zapallo

entre los valores extremos. La mayoría de las mediciones se agruparon alrededor de 26.00-27.00mm, sugiriendo un tamaño predominante dentro de este rango. Arévalo y Arias (2014) registraron longitudes de 22.00–30.00mm en semillas de sambo, mientras que Delgado-Paredes et al. (2014) señalaron variaciones en especies de *Cucurbita*. Esta concordancia confirma que las semillas presentan un desarrollo morfológico adecuado y propio de materiales bien adaptados.

Figura 63

Longitud de la semilla del cultivo de zapallo



4.7.10. Diámetro de la semilla del cultivo de zapallo

El diámetro osciló entre 15.00mm y 16.26mm, con una dispersión del 7.70%. Esta relativa uniformidad en el ancho de las semillas indica un desarrollo equilibrado, posiblemente vinculado a condiciones óptimas de llenado durante la maduración.

Lo que concuerda con los valores reportados para *C. maxima* en Ecuador (Arévalo y Arias, 2014) y para zapallos criollos estudiados por Lorello et al. (2016). Esta uniformidad en el llenado seminal sugiere condiciones de maduración estables y apropiada asignación de recursos hacia la semilla.

4.7.11. Color de la semilla del cultivo de zapallo

Todas las semillas fueron de color amarillo, una característica uniforme que refleja estabilidad genética en la acumulación de pigmentos en la testa seminal.

Figura 64

Color de la semilla del cultivo de zapallo



Este rasgo es relevante para la identificación varietal y puede tener implicaciones en la selección para mercados específicos. Esta uniformidad es un rasgo varietal altamente estable y se mantiene incluso bajo diferentes condiciones de cultivo, por lo que resulta útil para identificación genética y selección.

4.7.12. Peso de 100 semillas del cultivo de zapallo

Los valores registrados para el cultivo de zapallo fueron de 50.00g, siendo un valor dentro del rango de peso medio para la especie. Novoa (2023) midió entre 40.00 y 65.00g en zapallo cultivado en Ibarra, valores que coinciden con los obtenidos en el presente estudio. La ligera mayor masa en zapallo frente al sambo es coherente con su mayor tamaño de fruto y su mejor llenado fisiológico, lo que evidencia un óptimo aprovechamiento de las condiciones edáficas de Chaltura.

Figura 65

Peso de 100 semillas del cultivo de zapallo

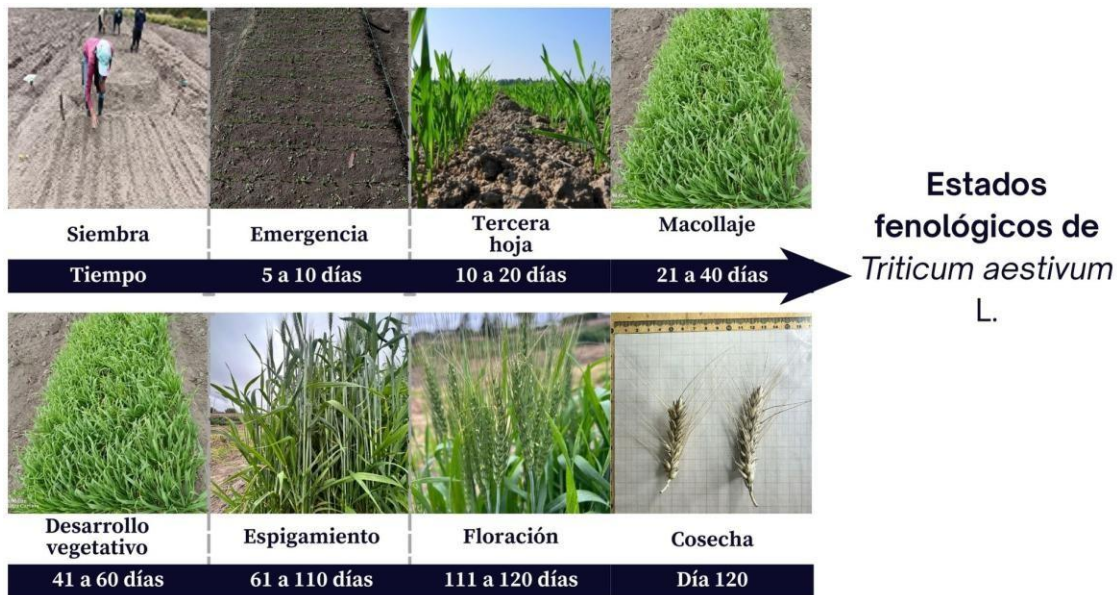


4.8. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de trigo negro

En la Figura 66 se observa el seguimiento del ciclo de desarrollo del trigo negro, permitiendo registrar la duración de las principales fases fenológicas, desde la germinación hasta el espigamiento bajo las condiciones agroecológicas de Chaltura-Imbabura.

Figura 66

*Etapas de desarrollo y su duración en días para el trigo (*Triticum aestivum*)*



Referente a las variables agronómica cuantificadas en campo, la Tabla 28 resume los resultados obtenidos para evaluar la capacidad de establecimiento, desarrollo vegetativo y precocidad del cultivo.

Tabla 28

Evaluación agronómica del trigo negro Chaltura-Imbabura

VARIABLES AGRONÓMICAS	Tn
Porcentaje de germinación (%)	90.00
Vigor de la planta	1.00
Días al espigamiento	85.00
Altura de la planta (m)	40.64

Nota. Tn: Trigo negro.

4.8.1. Porcentaje de germinación del cultivo de trigo

El trigo negro evaluado presentó un porcentaje de germinación del 90% entrando en un rango óptimo de germinación, indicando una alta eficiencia en la viabilidad de las semillas y condiciones favorables durante la etapa de establecimiento. Estos resultados coinciden con los de Catota (2024), quien reportó porcentajes entre 85–100% en líneas promisorias de trigo evaluadas en Chaltura, atribuyendo estos valores a la calidad del material genético y a la humedad edáfica favorable.

4.8.2. Vigor de la planta del cultivo de trigo

Hábito de En cuanto al vigor del trigo negro, se registró un valor de 1, correspondiente a la categoría "Bueno", caracterizada por plantas con hojas grandes y bien desarrolladas, lo que refleja un crecimiento inicial robusto y un manejo agronómico adecuado, coincidiendo con lo documentado por Argente-Martínez et al. (2020), quienes señalan que el trigo presenta una mayor eficiencia inicial en crecimiento foliar y formación de biomasa, especialmente en ambientes drenados.

4.8.3. Crecimiento del cultivo de trigo

diagonalmente (45°). Este porte semierecto favorece la captación de luz y reduce la competencia intraespecífica, donde Catota (2024) señala que líneas de trigo con porte semierecto muestran mayor estabilidad fenológica en ambientes templados de sierra, debido a una menor susceptibilidad al acame y a un mejor aprovechamiento del espacio foliar. Por tanto, el hábito

observado coincide con lo reportado para materiales adaptados a zonas andinas, sugiriendo que el trigo negro posee características morfológicas funcionales en las condiciones de Chaltura.

Figura 67

Hábito de crecimiento del cultivo de trigo



4.8.4. Tipo de paja del cultivo de trigo

El tipo de paja se clasificó como 1 (Tallo Fuerte: gruesos, erectos y flexibles), lo que confiere resistencia al acame y soporte ante condiciones de viento, asegurando la integridad de la planta durante su desarrollo. Guañaña (2014) reportó trigos de la colección INIAP con tallos fuertes mantienen mayor integridad estructural durante las etapas reproductivas y presentan menor probabilidad de vuelco en campo.

Por otra parte, Argente-Martínez et al. (2020) documentan que la robustez del tallo está asociada a la capacidad de sostener espigas de mayor peso, lo cual repercute directamente en el rendimiento potencial, por ende, se infiere que posee una ventaja agronómica importante frente a variedades con tallos más delgados o flexibles, especialmente en altitudes medias y altas del Ecuador.

4.8.5. Altura de la planta del cultivo de trigo

La altura de la planta del trigo negro fue de 40.64cm en la mayoría de las repeticiones, aunque se observaron algunos valores atípicos que podrían deberse a errores de medición o registro. Argente-Martínez et al. (2020) describen que ciertos materiales de trigo criollo pueden presentar alturas reducidas por efecto de genes de enanismo o adaptación al estrés, lo cual explica la estatura significativamente menor del trigo negro. Esta diferencia entre especies refleja diferencias genéticas y no necesariamente un efecto del ambiente experimental.

Figura 68

Altura de la planta del cultivo de trigo



4.8.6. Días al espigamiento del cultivo de trigo

En relación con el desarrollo fenológico del trigo negro, los días al espigamiento fueron 85, un valor típico para variedades de ciclo intermedio. Los valores coinciden con los obtenidos por Castañeda-Saucedo et al. (2022) quienes señalan que el trigo puede requerir entre 80 y 95 días dependiendo del fotoperiodo. Catota (2024) también reporta rangos similares para trigo evaluado en la Sierra norte, confirmando que la diferencia observada responde al ciclo biológico propio de cada especie.

Figura 69

Días al espigamiento del cultivo de trigo



4.8.7. *Tamaño de la espiga del cultivo de trigo*

El tamaño osciló entre 54.10 y 89.78cm, con una media de ~70.00cm. La variabilidad podría atribuirse a diferencias en la disponibilidad de recursos durante el llenado de granos o a heterogeneidad genética.

En estudios comparativos, Castañeda-Saucedo et al. (2022) destacan que la longitud de la espiga es un rasgo altamente influenciado por condiciones ambientales, especialmente durante la etapa de floración y cuajado. Asimismo, Catota (2024) reportó longitudes variables (60.00-95.00mm) en líneas promisorias de trigo evaluadas en Chaltura, lo cual coincide plenamente con los valores obtenidos en este estudio.

Figura 70

*Tamaño de la espiga en cebada Chimborazo (*Hordeum vulgare*)*



4.8.8. *Número de granos por espiga*

El número promedio de granos por espiga fue de 32.33 en el trigo negro, evidenciando una superioridad de esta última. Ambos valores se encuentran dentro de rangos adecuados para cereales cultivados en condiciones andinas. Castañeda-Saucedo et al. (2022) señalan que ambos cereales presentan promedios entre 30 y 40 granos por espiga bajo condiciones adecuadas de desarrollo, lo que coincide plenamente con los valores observados, de igual manera, la baja dispersión del trigo negro sugiere mayor uniformidad genética en este carácter, como también lo describe Catota (2024) para líneas con buen desempeño reproductivo.

4.8.9. *Peso en 1000 granos del cultivo de trigo*

El peso registrado en el trigo negro fue de 26.11g, siendo valores inferiores a los rangos comerciales reportados para variedades mejoradas. Esta reducción se encuentra asociada tanto a condiciones ambientales restrictivas durante el llenado del grano como a características genéticas propias de materiales criollos.

Figura 71

Peso en 1000 granos del cultivo de trigo



Guañaña (2014) menciona que materiales criollos suelen presentar pesos inferiores debido a su menor capacidad de acumulación de almidón comparada con líneas mejoradas. Por tanto, los bajos valores no reflejan falta de adaptación, sino características genéticas intrínsecas reforzadas por condiciones ambientales ligeramente limitantes.

4.9. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de cebada Chimborazo

El desarrollo del cultivo de cebada Chimborazo se monitoreó desde la siembra hasta la etapa de espigamiento, documentando los periodos fenológicos clave bajo las condiciones del sitio experimental en Chaltura, presentado en la Figura 72 junto a la duración de cada fase.

Figura 72

*Etapas de desarrollo y su duración en días para la cebada (*Hordeum vulgare*)*



En la Tabla 29 se observan los resultados de las variables agronómicas evaluadas, que aportan información acerca de la uniformidad en la emergencia, la fortaleza del crecimiento vegetativo y la precocidad, facilitando la comparación del comportamiento frente a otras cebadadas adaptadas a la región.

Tabla 29

Evaluación agronómica del cultivo de cebada en Chaltura

Variables agronómicas	Cch
Porcentaje de germinación (%)	100.00
Vigor de la planta	2.00
Días al espigamiento	58.00
Altura de la planta (m)	96.58

Nota. Cch: Cebada Chimborazo.

4.9.1. Porcentaje de germinación del cultivo de cebada Chimborazo

El porcentaje de germinación fue del 100% demostrando que la cebada Chimborazo se adaptó al clima del área de evaluación, es decir, refleja mayor adaptabilidad a las condiciones climáticas y edáficas del área de estudio, debido a que las especies en general de cebada son adaptativas a climas similares. Del mismo modo, Guañuna (2014) describe germinaciones superiores al 90%

en colecciones INIAP de cebada cuando son sembradas en condiciones andinas óptimas, atribuyendo estos valores a la calidad del material genético y a la humedad edáfica favorable

4.9.2. Vigor de la planta del cultivo de cebada Chimborazo

Según la escala de evaluación, la cebada Chimborazo presentó un vigor 2, clasificado como intermedio, lo que podría reflejar un manejo agronómico subóptimo o estrés ambiental durante las etapas iniciales de crecimiento, Velasco et al. (2020) observaron que variedades criollas pueden expresar vigor moderado en etapas iniciales cuando existen fluctuaciones térmicas, lo que explicaría la clasificación intermedia obtenida en este estudio.

4.9.3. Hábito de crecimiento del cultivo de cebada Chimborazo

El hábito de crecimiento fue clasificado como 2 (Intermedio), con hojas dispuestas diagonalmente (45°). Este porte semierecto favorece la captación de luz y reduce la competencia intraespecífica.

Figura 73

Hábito de crecimiento del cultivo de cebada Chimborazo



Resultados similares fueron descritos por Velasco et al. (2020) en cebadas altoandinas, en las que el hábito intermedio favorece un desarrollo equilibrado entre biomasa vegetativa y reproductiva, por ende, el hábito observado coincide con lo reportado para materiales adaptados a zonas andinas

4.9.4. Tipo de paja del cultivo de cebada Chimborazo

El tipo de paja se clasificó como 1 (Tallo Fuerte: gruesos, erectos y flexibles), lo que confiere resistencia al acame y soporte ante condiciones de viento, asegurando la integridad de la planta durante su desarrollo. Guañuña (2014) reportó que en cebadas de la colección INIAP con tallos fuertes mantienen mayor integridad estructural durante las etapas reproductivas y presentan menor probabilidad de vuelco en campo.

Por otra parte, Argente-Martínez et al. (2020) documentan que la robustez del tallo está asociada a la capacidad de sostener espigas de mayor peso, lo cual repercute directamente en el rendimiento potencial. Dado que ambos materiales presentaron pajas de alta resistencia, se infiere que poseen una ventaja agronómica importante frente a variedades con tallos más delgados o flexibles, especialmente en altitudes medias y altas del Ecuador.

4.9.5. Altura de la planta del cultivo de cebada Chimborazo

La altura promedio para la cebada Chimborazo fue de 96.58cm, con valores que van de 84.00 a 106.00cm, un valor típico para la variedad de cebada cervecera.

Figura 74

Altura de la planta del cultivo de cebada Chimborazo



Esta altura equilibrada minimiza riesgos de acame mientras mantiene una estructura adecuada para la producción de granos. Guañuña (2014) demostró alturas promedio de 8.00-110.00cm para cebadas de la colección INIAP, describiendo que ciertos materiales pueden presentar estas alturas por efecto de genes de enanismo o adaptación al estrés, reflejando diferencias genéticas y no necesariamente un efecto del ambiente experimental.

4.9.6. Tamaño de la espiga del cultivo de cebada Chimborazo

El tamaño osciló entre 54.10 y 89.78cm, con una media de ~70.00cm. La variabilidad podría atribuirse a diferencias en la disponibilidad de recursos durante el llenado de granos o a heterogeneidad genética.

Figura 75

Tamaño de la espiga en cebada Chimborazo (Hordeum vulgare)



En estudios comparativos, Castañeda-Saucedo et al. (2022) destacan que la longitud de la espiga es un rasgo altamente influenciado por condiciones ambientales, especialmente durante la etapa de floración y cuajado. Asimismo, Velasco et al. (2020) registraron un comportamiento similar en variedades cultivadas en zonas altoandinas de Boyacá, donde la variabilidad del tamaño de espiga también estuvo asociada a heterogeneidad genética y condiciones de manejo.

4.9.7. Días al espigamiento del cultivo de cebada Chimborazo

El espigamiento de la cebada Chimborazo ocurrió a los 58 días, correspondiente a un ciclo relativamente corto en comparación con otras variedades de cebada. Los valores coinciden con los obtenidos por Castañeda-Saucedo et al. (2022) quienes señalan que la cebada suele espigar entre 55 y 65 días bajo condiciones templadas, a su vez, Catota (2024) también reporta rangos similares para cereales evaluado en la Sierra norte, confirmando que la diferencia observada responde al ciclo biológico propio de cada especie.

Figura 76

Días al espigamiento del cultivo de cebada



4.9.8. Número de granos por espiga del cultivo de cebada Chimborazo

El número promedio de granos por espiga fue de 34.45 en la cebada Chimborazo, siendo un valor presente dentro de rangos adecuados para cereales cultivados en condiciones andinas. Castañeda-Saucedo et al. (2022) señalan que ambos cereales presentan promedios entre 30 y 40 granos por espiga bajo condiciones adecuadas de desarrollo, lo que coincide plenamente con los valores observados. La ventaja de la cebada puede atribuirse a una mayor estabilidad reproductiva en altitudes elevadas, fenómeno descrito también por Velasco et al. (2020) para variedades adaptadas al altiplano colombiano.

4.9.9. Peso en 1000 granos del cultivo de cebada Chimborazo

El peso registrado fue de 23.63g en la cebada Chimborazo, siendo un valor inferior a los rangos comerciales reportados para variedades mejoradas. Esta reducción se encuentra asociada tanto a condiciones ambientales restrictivas durante el llenado del grano como a características genéticas propias de materiales criollos.

La cebada registró ambos valores por debajo de los rangos comerciales documentados por Argente-Martínez et al. (2020) (30.00 -55.00g). Esta reducción puede deberse a restricciones hídricas o a la competencia por nutrientes durante el llenado del grano. Guañuña (2014) menciona que materiales criollos suelen presentar pesos inferiores debido a su menor capacidad de acumulación de almidón comparada con líneas mejoradas. Por tanto, los bajos valores no

reflejan falta de adaptación, sino características genéticas intrínsecas reforzadas por condiciones ambientales ligeramente limitantes.

4.10. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de habilla

Tras el seguimiento del ciclo de desarrollo del cultivo de habilla, se registró la duración de las diferentes fases fenológicas, empezando con la germinación hasta la floración, las cuales se presentan en la Figura 77 ilustrando la secuencia y tiempo de cada etapa, dando un vistazo al ritmo de crecimiento y desarrollo de esta leguminosa.

Figura 77

Etapas de desarrollo y su duración en días para la habilla (Lathyrus sativus)



Por otro lado, en la Tabla 30 se observan las variables agronómicas resumiendo los valores obtenidos de los indicadores que permiten analizar la capacidad de establecimiento inicial y el potencial productivo.

Tabla 30

Comparación agronómica del cultivo de habilla en Chaltura-Imbabura

VARIABLES AGRONÓMICAS	HABILLA
Porcentaje de germinación (%)	100.00
Días a la germinación	20.00
Días a la floración	71.00
Número de semillas por vaina	1.90

4.10.1. Porcentaje de germinación del cultivo de habilla

Tras haber recolectado los datos se determinó un 100% de germinación. Esto se debe al desarrollo de mejor forma dentro de las diferentes condiciones agro-climatológicas de San José de Chaltura.

Lo que supera los valores reportados en estudios latinoamericanos, donde se han registrado germinaciones entre 82% y 9.005% en la sierra central del Perú (Loayza, 2018) y entre 78% y 92% en condiciones de secano del altiplano (Condori, 2019). Estos resultados sugieren que las accesiones ecuatorianas podrían poseer un vigor superior o un mayor grado de domesticación local.

4.10.2. Días de germinación del cultivo de habilla

La variable de días a la germinación fue de 20 días, según (Loayza, 2018), la diferencia puede explicarse por las características de temperatura y humedad del suelo presentes en Chaltura. La homogeneidad en los días de emergencia sugiere que las accesiones comparten mecanismos fisiológicos similares, posiblemente asociados a un origen común o a procesos de selección campesina.

4.10.3. Hábito de crecimiento del cultivo de habilla

La variable hábito de crecimiento demostró un comportamiento rastrero. Este comportamiento se debe a una característica genómica presente en todas las accesiones evaluadas, coincidiendo con descriptores internacionales para *L. sativus* y con los resultados de Condori (2019) en Perú.

Figura 78

Hábito de crecimiento del cultivo de habilla



Este tipo de crecimiento permite una mejor cobertura del suelo, reduce la competencia con malezas y protege los tallos contra daños mecánicos en ambientes ventosos. La de un hábito erecto o semierecto sugiere que el germoplasma local presenta poca variabilidad para este rasgo.

4.10.4. Color del tallo del cultivo de habilla

Para la variable color del tallo al igual que la variable anterior se determinó por observación directa, siendo el color verde amarillo fuerte el que se destacó. Dentro de la escala de color antes establecida en la variable color de la flor fue 7.5 GY6/8.

Figura 79

Coloración del tallo en accesiones de habilla



Este patrón cromático sugiere alta concentración de clorofila y tejidos fotosintéticamente activos, rasgo asociado a buena adaptabilidad en ambientes de radiación elevada, como los Andes.

4.10.5. Días a la floración del cultivo de habilla

La evaluación de la variable días a la floración se realizó siguiendo la metodología antes descrita. Obteniendo la floración a los 71 días posteriores al día de la siembra. Esto coincide lo con documentado para la especie en zonas altoandinas, donde se han registrado floraciones entre 63 y 78 días según la disponibilidad hídrica (Condori, 2019). La ausencia de variabilidad entre accesiones indica que la floración en *L. sativus* es un rasgo relativamente estable en ambientes moderadamente fríos, coherente con estudios fisiológicos que describen la especie como tolerante a variaciones térmicas y a condiciones marginales (Alemu et al., 2019).

4.10.6. Color de la flor del cultivo de habilla

La variable color de flor es una variable cualitativa por lo cual su evaluación se realizó por observación directa. Por lo cual, se obtuvo un color de flor característico con un tono verde

amarillo claro. Este color presenta el código 2.5GY8/4 dentro de una escala de color antes establecida.

Figura 80

Coloración floral en accesiones de habilla (Lathyrus sativus)



Esta uniformidad coincide con los reportes para poblaciones peruanas, donde predominan tonalidades pálidas en la corola (Condori, 2019). La estabilidad del color floral indica consistencia genética y baja alteración por condiciones climáticas.

4.10.7. Longitud de la vaina del cultivo de habilla

El análisis para la variable longitud de vaina se logró determinar que la repetición número uno fue quien alcanzó 40.61mm. Mientras que la repetición número dos alcanzó una longitud menor a la anterior mencionada con un 26.00mm, lo que concuerda con Condori (2019) quien observó longitudes entre 28.00mm y 45.00mm, lo que indica que las accesiones ecuatorianas se encuentran dentro del rango normal para la especie (Condori, 2019).

Figura 81

Longitud de la vaina del cultivo de habilla



4.10.8. Diámetro de la vaina del cultivo de habilla

El análisis cuantitativo para la variable diámetro de vaina no mostró diferencias significativas dentro de la presente investigación. Sin embargo, tras analizar de forma más profunda la repetición número 2 alcanzó la media más alta con 14.74mm, mientras que la número 3 fue la más pequeña ya que tan solo alcanzó una media de 14.14mm. Estos valores se encuentran dentro de parámetros reportados en germoplasma sudamericano (Loayza, 2018). La escasa variabilidad sugiere fuerte control genético para este rasgo.

4.10.9. Color de la vaina del cultivo de habilla

Al igual que las dos variables antes descritas la variable color de vaina se evaluó de acuerdo con el investigador. En donde, el código de color que se presentó en esta investigación fue 7.5GY7/6. Mismo color se describe como moderado amarillo verde.

Figura 82

Coloración de la vaina en accesiones de habilla



Esta tonalidad de igual forma fue documentada en poblaciones de *L. sativus* del altiplano (Loayza, 2018). La estabilidad cromática indica que la madurez fisiológica se alcanza con uniformidad entre accesiones, favoreciendo procesos de cosecha y selección.

4.10.10. Número de semillas por vaina del cultivo de habilla

Se obtuvo una media de 1.90 semillas por vaina, este valor se encuentra ligeramente por debajo del potencial máximo descrito en materiales etíopes e indios, donde pueden formarse hasta 4 semillas por vaina (Kumar et al., 2016). La accesión 1 mostró un rendimiento marginalmente superior, lo que podría deberse a mayor eficiencia en la polinización o a diferencias genéticas sutiles.

Figura 83

Número de semillas por vaina del cultivo de habilla



4.10.11. *Longitud del grano del cultivo de habilla*

Para la variable longitud del grano no se encontraron diferencias significativas entre las tres accesiones establecidas dentro de esta investigación. Al analizar más a profundidad las accesiones 1 y 2 son aquellas que presentan una media más alta. Por otra parte, la accesión tres alcanzó una media de 10.27mm.

Estos valores que coinciden con lo reportado para *L. sativus* andino (Loayza, 2018) donde observo diámetros de 10.16mm por lo que no hay diferencias significativas en cuanto a valores, lo cual sugiere uniformidad intraespecífica.

Figura 84

Longitud del grano de habilla



4.10.12. *Diámetro del grano del cultivo de habilla*

En cuanto al análisis de los datos para la variable diámetro del grano la accesión número tres fue aquella que alcanzó el menor promedio con tan solo 9.11mm. A diferencia de la accesión número dos quien alcanzó un promedio de 9.79mm. Cabe resaltar que esta sobrepasa a la accesión uno con tan solo 0.19mm.

Figura 85

Diámetro del grano en accesiones de habilla



Los resultados obtenidos mostraron una baja variabilidad, lo cual también coincide con estudios andinos (Condori, 2019). Esta uniformidad en forma y tamaño favorece procesos de selección y clasificación comercial.

4.10.13. *Color primario de la semilla del cultivo de habilla*

En la variable color de la semilla al ser de carácter cualitativo se evaluó directamente en campo y en base a la consideración del evaluador. Las semillas evaluadas tuvieron diferentes colores, variando desde un color marrón pálido, pasando a un color rosáceo blanco y por último un con color gris claro. Los códigos antes mencionados son: 2.5 Y8/2, 7.5 YR8/2 y 2.5 Y7/2 respectivamente. Esta diversidad cromática contrasta con la uniformidad observada en otras variables y coincide con reportes que indican amplia variación fenotípica en colores de semilla dentro de *L. sativus* andino (Loayza, 2018). Esta característica es útil para la identificación varietal y refleja variabilidad genética que podría explotarse en programas de mejoramiento.

Figura 86

Coloración de la semilla en accesiones de habilla



4.10.14. *Peso en 1000 granos del cultivo de habilla*

Se determinó una media de 33.00g, es por ello que esta variable se ubicó dentro del rango reportado para materiales latinoamericanos (26.00-32.00g) (Loayza, 2018), aunque inferior al de variedades mejoradas de Asia y África, que alcanzan hasta 40.00-45.00g (Kumar et al., 2016). Esto indica que las accesiones evaluadas poseen un tamaño de grano moderado, característico de materiales adaptados a sistemas de baja fertilidad propios de zonas altoandinas.

4.11. Descripción de las características morfológicas y agronómicas del cultivo zarandaja

En la Figura 97 se observa el ciclo de crecimiento de la zarandaja, donde se observó la progresión de sus etapas fenológicas, ilustrando cada fase, para identificar los periodos de desarrollo vegetativo y reproductivo más crítico para el manejo agronómico del cultivo.

Figura 87

Etapas de desarrollo y su duración en días para la zarandaja (Lablab purpureus)



Por otra parte, en la Tabla 31 se incluyen los resultados de las variables agronómicas, lo que permite evaluar tanto la uniformidad de la emergencia de plántulas como la precocidad relativa de la variedad bajo las condiciones de Chaltura.

Tabla 31

Comparación agronómica del cultivo zarandaja en Chaltura-Imbabura

Variabes agronómicas	Zarandaja
Porcentaje de germinación (%)	100.00
Días a la germinación	16.00
Días a la floración	65.00

4.11.1. Porcentaje de germinación del cultivo zarandaja

Se evaluaron las 35 plantas establecidas entro de la investigación. En donde se determinó que fue del 100%, con esto se demuestra que este tipo de planta se establece de una buena forma las condiciones climáticas de San José de Chaltura.

Este comportamiento concuerda con lo observado por Vargas (2021), quien obtuvo germinaciones superiores al 95% en accesiones de *Lablab purpureus* evaluadas en Costa Rica bajo sistemas de producción de mínima irrigación. Similarmente, Hossain et al. (2016) describieron tasas de germinación entre 93.00–100% en germoplasma de lablab cultivado en ambientes tropicales. Esta coincidencia confirma que la especie posee alta tolerancia a variaciones climáticas y mantiene vigor seminal incluso en ambientes no controlados, lo que justifica su uso como cultivo de baja demanda hídrica y alta estabilidad fisiológica.

4.11.2. Días de germinación del cultivo zarandaja

Para la variable días a la germinación se contaron los días desde el cual la semilla fue establecida en campo hasta alcanzar un porcentaje de germinación. Es por esto por lo que tras evaluar las 35 plantas se determinó que la media de días a la germinación fue de 16 días.

Investigaciones andinas como las de Pascuas (2019) en Colombia reportan emergencias en 14-17 días, lo que coincide estrechamente con el comportamiento observado. Esta similitud sugiere que la zarandaja mantiene una respuesta fisiológica típica de la especie y que no presenta restricciones germinativas asociadas al clima local, lo que lo hace adecuado para programas de diversificación agrícola en la Sierra norte del Ecuador.

4.11.3. Hábito de crecimiento del cultivo zarandaja

La variable hábito de crecimiento evalúa el comportamiento de desarrollo de una planta. En donde al revisar los datos obtenidos tras la posterior evaluación se determinó que la planta de Zarandaja presenta un hábito de crecimiento tipo enredadera. Esto se debe a que presenta diferentes características fenológicas que permiten establecer esta planta como enredadera.

Figura 88

Hábito de crecimiento del cultivo zarandaja



La zarandaja exhibe un hábito de crecimiento enredadera o trepador, característico del grupo de *Lablab purpureus* tipo IV según la clasificación morfoagronómica descrita por Pascuas (2019) describen este hábito como predominante en accesiones de uso alimentario, evidenciando alta plasticidad arquitectónica que le permite cubrir el suelo, reducir erosión y competir eficientemente por luz. Este patrón confirma su utilidad en sistemas agroforestales y policultivos.

4.11.4. Color del tallo del cultivo zarandaja

La variable color del tallo al igual que la variable color de la flor se evaluó de forma directa y con la misma paleta de colores. Es por esto que se determinó que el color prevaleciente para esta variable tiene el código 5GY6/6. Este color se describe como un color moderado amarillo verde, siendo este el color característico en las 35 plantas evaluadas.

Figura 89

Coloración del tallo en zarandaja



Esta pigmentación es indicativa de elevada actividad fotosintética, asociada a altos niveles de clorofila. La uniformidad encontrada en las 35 plantas evaluadas sugiere estabilidad genética en caracteres vegetativos (Pascuas, 2019).

4.11.5. Días a la floración del cultivo zarandaja

Tras evaluar las 35 plantas establecidas en esta investigación para la variable días a la floración se pudo determinar que alcanzó su floración tras 65 días posteriores a la siembra. Estos datos

obtenidos nos permiten determinar que el Zarandaja es una planta que se desarrolla de forma normal ante las diversas condiciones climáticas de San José de Chaltura.

Pascuas (2019) registró floración entre 60–68 días en accesiones andinas. Esto evidencia que la zarandaja presenta un patrón fenológico estable y coherente con la especie, reflejando una buena sincronización floral y adecuada adaptación al fotoperíodo local.

4.11.6. Color de la flor del cultivo zarandaja

La variable color de la flor fue una variable cualitativa misma que está sujeta a la percepción del observador. En este caso el color predominante en las plantas de Zarandaja evaluadas fue el verde amarillento claro. Cabe resaltar que para la evaluación de este color se tomó en cuenta la misma paleta de colores que en la planta de habilla. De esta forma el código de color de la flor es 2.5GY8/4

Figura 90

Coloración floral en zarandaja (Lalab purpureus)



Aunque la literatura suele reportar tonos blanco-lila en variedades asiáticas (Kumar et al., 2016), estudios latinoamericanos como Pascuas (2019) documentan variaciones desde blanco crema hasta verde amarillento, indicando diversidad pigmentaria intraespecífica. Esto sugiere que la zarandaja posee expresión fenotípica estable y propia de accesiones andinas, probablemente asociada a selección local.

4.11.7. Longitud de la vaina del cultivo zarandaja

Para la variable longitud de vaina se evaluó el desempeño de las plantas y se determinó que alcanzó una media de 54.50mm. Sin embargo, al realizar un análisis más minucioso se determinó que el 54.28% de las plantas evaluadas sobrepasan la media obtenida del análisis estadístico. Sin embargo, el hecho de que más del 54% de las plantas superen la media indica variabilidad estructural favorable, posiblemente influida por microambientes dentro de la parcela o por diferencias genéticas (Pascuas, 2019).

Figura 91

Longitud de la vaina del cultivo de zarandaja



4.11.8. Diámetro de la vaina del cultivo zarandaja

Tras el análisis de los datos para la variable diámetro de vaina se determinó que la media del diámetro alcanzado fue de 22.05mm. Sin embargo, al realizar un análisis más minucioso se determinó que el 37.14% de las plantas evaluadas sobrepasan la media determinada anteriormente.

Estos resultados supera valores reportados en lablab granífero tradicional, cuyo promedio oscila entre 15.00-20.00mm (Hossain et al., 2016). Esto indica que el zarandaja posee vainas más robustas, lo cual puede relacionarse con mayor disponibilidad de reservas y potencial para albergar semillas de mayor tamaño. El 37 % de plantas superó la media, lo que revela potencial de selección de líneas de alto desempeño.

4.11.9. Color de la vaina del cultivo zarandaja

La variable color de vaina fue evaluada posterior a la cosecha. Sin embargo, al igual que las variables que presentan una evaluación por el color característico se utilizan los mismos parámetros de medición. Para esta variable el color predominante dentro de las plantas evaluadas fue el amarillo con el código 2.5Y8/6.

Figura 92

Coloración de la vaina de zarandaja



Pascuas (2019) registra colores desde amarillo claro hasta café amarillento, mientras que Hossain et al. (2016) reportan transiciones similares. Evidenciando un proceso de maduración tradicional de la especie, útil para determinar el momento óptimo de cosecha.

4.11.10. Número de semillas por vaina del cultivo zarandaja

El análisis de los datos obtenidos de las 35 plantas evaluadas para la variable número de semillas por vaina se obtuvo como media 2.94 semillas. Sin embargo, tras realizar un análisis de cada uno de los datos obtenidos se puede mencionar que el 20% de las plantas sobrepasan esta media ya que alcanzaron 4 semillas por vaina.

En Colombia, Pascuas (2019) documentó medias de 3.10–4.20 semillas, concordantes con los resultados presentes. Esta variación sugiere que la zarandaja posee potencial para selección genética, especialmente en accesiones con mayor prolificidad.

4.11.11. Longitud del grano del cultivo zarandaja

En cuanto a la variable longitud del grano se determinó que la media alcanzada fue de 11.46mm. Por otra parte, se realizó un conteo y el 34.28% de los datos evaluados no sobrepasan la media antes encontrada. Por otra parte 23 de las 35 plantas evaluadas para tomar estos datos sobrepasan la media antes establecida. Hossain et al. (2016) menciona que la distribución no uniforme indica heterogeneidad poblacional, lo que puede ser útil para programas de mejoramiento orientados a tamaño de semilla.

Figura 93

Longitud del grano de zarandaja



4.11.12. Diámetro del grano del cultivo zarandaja

La variable diámetro del grano se determinó al evaluar granos de las 35 plantas establecidas dentro de la presente investigación. Es así como se determinó que la media fue de 8.49g. Sin embargo, al realizar un análisis de los datos recolectados se determinó que tan solo el 22% de los granos evaluados sobrepasan la media antes establecida.

Estos valores cercanos a los valores se semejan a reportados en estudios de lablab alimentario con valores de 8.00-10.00mm (Pascuas, 2019). Sin embargo, solo el 22% de los granos superó el promedio, indicando asimetría fenotípica posiblemente influenciada por la competencia intra-planta o disponibilidad hídrica durante el llenado.

4.11.13. Color primario de la semilla del cultivo zarandaja

Para la variable color de la semilla en Zarandaja el color predominante fue el marrón amarillento claro. De igual forma que las variables que presentan una medida por color en esta variable se

determinó el código 2.5 Y6/4. Mismo código que pertenece a la paleta de colores ya antes mencionada.

Figura 94

Coloración primaria de la semilla de zarandaja



Según Pascuas (2019) Este rasgo es importante porque el color de semilla se asocia con preferencias de mercado y contenido de compuestos fenólicos. La uniformidad observada sugiere que la zarandaja posee identidad varietal clara y potencial para clasificación comercial.

4.11.14. *Peso en 100 granos del cultivo zarandaja*

En cuanto a la variable peso de 100 granos se tomaron los datos de las 35 plantas establecidas. Posterior a esto se determinó que el peso de 100 granos fue de 31.00g. Según Hossain et al. (2016), el peso de 100 semillas puede oscilar entre 25.00 y 42.00g, mientras que Pascuas (2019) reporta valores entre 28.00 y 36.00g en accesiones andinas. Por tanto, la zarandaja presenta una densidad seminal adecuada y un buen nivel de llenado, lo cual es un indicador indirecto de eficiencia en asignación de biomasa reproductiva.

4.12. Estrategias de conservación y uso de los materiales en estudio

En base a los resultados de caracterización morfoagronómica, se establecen tres estrategias complementarias para el manejo, conservación y valorización de la agrobiodiversidad. Estas estrategias buscan: fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos campesinos, garantizar la conservación de los recursos fitogenéticos.

4.12.1. Conservación *in situ* e introducción en chacras de la agrobiodiversidad no convencional

Los cultivos evaluados constituyen un aspecto fundamental de la agrobiodiversidad local, estableciendo un alto potencial adaptativo y productivo. Tiene como principio: el aislamiento y la baja intensificación técnica con la finalidad de fortalecer la conservación *in situ* y el uso agroecológico de los cultivos evaluados.

Tabla 32

Plan de acción para la conservación in situ de la agrobiodiversidad no convencional

Contenido	Actividades	Producto
Introducción/ retorno de materiales a chacras	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de agricultores/as custodios (priorizar diversidad de microambientes). 2. Entrega planificada de “kits” por familia con todas las especies (según disponibilidad de semilla). 3. Acompañamiento técnico: fechas de siembra, distancias, manejo básico y registro de resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chacras con los 11 cultivos incorporados (siembra continua). • Bitácoras comunitarias de siembra/cosecha por cultivo.
Manejo agroecológico diversificado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño participativo de asociaciones y rotaciones complementarias (maíz–fréjol; trigo–lenteja; cebada–arveja; cucurbitáceas para cobertura). 2. Capacitación en: abonos orgánicos, compost/bioles, manejo de malezas, conservación de suelos y agua. 3. Manejo ecológico preventivo (monitoreo de plagas/enfermedades y control cultural). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan comunitario de rotación y asociación (por época). • Guía corta de manejo agroecológico por grupo de cultivos (cereales, leguminosas, cucurbitáceas).
Parcelas demostrativas (Escuelas de Campo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de al menos 5 parcelas piloto/diversificadas para aprendizaje (una por sector o comité). 2. Días de campo por etapas fenológicas: emergencia, floración, formación de grano/vaina/fruto, cosecha. 3. Evaluación participativa de adaptación, rendimiento y sanidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parcelas demostrativas funcionando como “aulas vivas”. • Reportes de desempeño local (comparación entre chacras).
Fitomejoramiento participativo en chacra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección masal de plantas sobresalientes por cultivo (precocidad, tamaño de grano/semilla, sanidad). 2. Separación y multiplicación de semilla de plantas seleccionadas (sin perder variabilidad). 3. Intercambio de resultados entre productores (qué materiales se adaptan mejor a frío/sequía/suelos marginales). 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales “seleccionados en finca” por ciclo (base para semilla de calidad local). • Criterios comunitarios de selección por cultivo.

4.12.2. Conservación de la agrobiodiversidad mediante banco comunitario y ferias de intercambio de semillas

La diversidad intraespecífica de las especies evaluadas, son consideradas como un patrimonio genético estratégico, sin embargo, se encuentran vulnerables por la pérdida progresiva de plantas y la ausencia de mecanismos comunitarios enfocados en la conservación, por ende, el plan de

acción se enfoca en conservar, regenerar e intercambiar los cultivos, junto con sus variedades, asegurando su disponibilidad anual y reduciendo la erosión genética.

Tabla 33

Plan de acción para el fortalecimiento de bancos comunitarios de semillas y ferias de intercambio

Contenido	Actividades	Producto
Organización y gobernanza semillera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conformar un Comité de Semillas (custodios/as, jóvenes, líderes barriales). 2. Elaborar reglamento: préstamo, devolución, sanciones, reposición, y rotación de lotes. 3. Registro comunitario: origen, año, productor, características, % germinación, observaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento y actas. • Sistema de registro (cuaderno y/o fichas).
Infraestructura y almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 4. Acondicionar un espacio (bodega/armario) con control de humedad y limpieza. 5. Uso de envases herméticos y prácticas de secado. 6. Capacitación en almacenamiento seguro (control de insectos/roedores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco con estantería, frascos/recipientes etiquetados. • Manual práctico de almacenamiento.
Calidad y regeneración de semilla	<ol style="list-style-type: none"> 7. Capacitación en: selección por sanidad/vigor, secado, limpieza, pruebas simples de germinación y pureza. 8. Plan anual de regeneración: siembras por ciclo para no “envejecer” lotes, manteniendo diversidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lotes de semilla regenerados por campaña. • Indicadores básicos: germinación y estado del lote.
Ferias de semillas (intercambio)	<ol style="list-style-type: none"> 9. Realizar 1–2 ferias/año (siembra y/o cosecha). 10. Trueque e intercambio guiado: semillas + conocimientos (manejo, recetas, historias). 11. Stands por grupos: cereales, leguminosas, cucurbitáceas; espacio de degustación. 12. Vinculación con UTN/ GAD/ organizaciones para logística y difusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferias realizadas (memoria fotográfica y lista de intercambio). Red local de intercambio semillero.
Metas sugeridas	<ol style="list-style-type: none"> 13. Conservar y manejar ≥ 22 materiales locales caracterizados y disponer de semilla para siembra comunitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario comunitario de materiales y responsables.

4.12.3. Valorización biocultural y usos ecosistémicos de los cultivos y sus semillas

Como último punto, el conocimiento etnobotánico relacionado a estos cultivos y sus diferentes usos alimenticios, medicinales o ecológicos; constituyen un patrimonio biocultural subvalorado y en riesgo, con el fin de revalorizar los usos alimentarios, culturales y ecológicos de los cultivos, recuperando los conocimientos ancestrales y promoviendo la biodiversidad funcional en las chacras.

Tabla 34*Plan de acción para la valorización biocultural y uso sostenible de los cultivos caracterizados*

Contenido	Actividades	Producto
Levantamiento etnobotánico en chacras	1. Entrevistas y recorridos con agricultores/as mayores (nombres locales, usos, manejo, selección de semilla, historias). 2. Mapeo participativo: dónde se siembra cada cultivo, asociaciones tradicionales, fechas y ritualidad (si aplica). 3. Registro audiovisual (videos cortos) y fichas por especie/variedad.	<ul style="list-style-type: none"> • Catálogo etnobotánico local (fichas por cultivo/variedad). • Archivo audiovisual comunitario (memoria biocultural).
Valorización nutricional y gastronómica (todos los cultivos)	4. Elaboración de recetario comunitario: platos tradicionales y nuevas propuestas (cereales, menestras, sopas, bebidas, postres con cucurbitáceas). 5. Talleres de cocina y degustación en ferias y escuelas. 6. Vinculación con programas comunitarios/escolares para incentivar consumo.	<ul style="list-style-type: none"> • Recetario local (impreso y digital). • Fichas de valor alimentario por cultivo (material educativo).
Usos ecosistémicos de semillas (“tortas”, biodiversidad funcional)	7. Elaboración de tortas/bloques de semillas con mezclas de granos/semillas (de cultivos disponibles) y aglutinantes naturales (p. ej., melaza/harinas locales), colocados en bordes o cercas vivas para favorecer presencia de aves/insectos (en sitios controlados para evitar daño directo al cultivo). 8. Dejar “franjas de floración” (permitir floración parcial de arveja/fréjol/habilla/zarandaja y floración de cucurbitáceas) para atraer polinizadores. 9. Instalación de microhábitats: cercas vivas, refugios de insectos, cobertura/mulch con residuos de cereales y leguminosas.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de “bordes biodiversos” por chacra. • Protocolos simples: ubicación, mantenimiento y monitoreo (qué fauna aparece).
Educación agroecológica intergeneracional y difusión	10. Talleres entre agricultores mayores–jóvenes–niños; huertos escolares con los cultivos del estudio 11. Difusión local: microprogramas radiales, afiches, cartillas, días de campo.	<ul style="list-style-type: none"> • Cartillas/afiches y talleres ejecutados. • Huertos escolares o comunitarios con diversidad de cultivos.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La caracterización morfoagronómica de la agrobiodiversidad no convencional del acervo de La Pradera, permitió establecer las bases de la diversidad en San José de Chaltura, destacando: maíz cenizo por su alto peso de grano (53.16g/100 granos), fréjol bolón rojo de grano grande (73.00g/100 granos) y lenteja redonda por su prolificidad (4.92 por vaina); a su vez, las especies como la habilla y zarandaja, presentaron rasgos típicos de leguminosas andinas adaptadas.

Por otra parte, el comportamiento fenológico en las condiciones de Chaltura confirmó una buena adaptación de los cultivos evaluados, presentando ciclos en los rangos esperados de la zona andina, desde ciclos cortos (fréjol y arveja) hasta ciclos extensos (maíz, sambo y zarandaja). Esta sincronía con el ambiente local, suplementada por prácticas agroecológicas, valida la viabilidad del cultivo y permiten una planificación agrícola reduciendo los riesgos climáticos.

Se identificó un potencial productivo, destacando los atributos especiales de su respectiva especie, como el maíz cenizo y el haba, por su alto peso de grano, el zapallo por el tamaño de su fruto, junto a su relativo ciclo corto y la cebada *Chimborazo* por su precocidad, teniendo un espigamiento a los 58 días. Por otro lado, la habilla y la zarandaja, demostraron una adaptabilidad con ciclos largos, estableciendo un potencial basado en la resiliencia.

Por último, se establecieron estrategias complementarias para la conservación y valorización del patrimonio fitogenético, implementando programas de fortalecimiento *in situ* en chacras. La conservación dinámica entre bancos y ferias de semillas, constituyen un camino viable para evitar la erosión genética y cimentar las bases para un desarrollo agrícola sostenible en la parroquia, priorizando la conservación, caracterización y preservación de la agrobiodiversidad.

5.2. Recomendaciones

Para garantizar la conservación de la variabilidad morfológica, se recomienda establecer un banco de semillas comunitario en San José de Chaltura, que contenga accesiones caracterizadas, enfocado en las especies con rasgos distintivos de valor comercial, asegurando la regeneración periódica, intercambio dinámico y la documentación adecuada de cada material.

Dada la adecuada adaptación fenológica de los cultivos, se recomienda implementar un paquete agronómico específico para Chaltura, para promover prácticas de manejo validadas, el uso de compost y biol en etapas críticas, mediante escuelas de campo y parcelas de agricultores líderes, optimizando el redimiendo de todos los materiales en sus ciclos respectivos.

Con el objetivo de potenciar el uso de los materiales de mayor rendimiento, se recomienda iniciar un programa de multiplicación y difusión enfocado en las variedades de alto potencial productivo, priorizando la producción de semilla de calidad, especialmente, maíz cenizo, fréjol bolón rojo, haba y zapallo; fomentando alternativas de diversificación y seguridad alimentaria.

Finalmente, para transformar las estrategias planteadas se recomienda gestionar la incorporación de un programa para la agrobiodiversidad no convencional en la parroquia para establecer recursos técnicos y financieros, asegurando un impacto a largo plazo de esta investigación.

REFERENCIAS

- Aguirre, A. (2015). *Biodiversidad y conservación de especies nativas en los Andes*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Aguirre, A. (2020). *Agroecología y seguridad alimentaria en América Latina*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Alemu, A., Fikre, A., y Daba, C. (2019). Evaluation of yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) under drought-prone environments. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1587069. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1587069>
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2017a). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. SOCLA.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2017b). *Agroecology: Science and politics*. Fernwood Publishing.
- Andrade, R., Rojas, W., y García, M. (2016). *Evaluación agronómica de accesiones de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Sierra ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Arévalo, J. F., y Arias, G. B. (2014). *Caracterización físico-química del sambo (*Cucurbita ficifolia* B.) y elaboración de dos productos a partir de la pulpa*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1653/1/CD-1869.pdf>
- Argentel-Martínez, L., Garatuza-Payán, J., Armendáriz-Ontiveros, M., Yépez-González, E. A., Garibaldi-Chávez, J. M., Ortiz-Enriquez, E., y González-Aguilera, J. (2020). Caracteres Fisiológicos Y Agronómicos De La Variedad De TrigoCristalino Cirno C2008 Confirman Su Estabilidad Genética. *Publicado Como ARTÍCULO En Agrociencia*, 52, 419–435. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n3/2521-9766-agro-52-03-419-en.pdf>
- Association of Official Seed Certifying Agencies [AOSCA]. (2019). *Seed Certification Overview*. AOSCA.
- Barrios, J. (2012). *Caracterización morfológica de lenteja (*Lens culinaris* L.) en condiciones de altura*.
- Beebe, S., Rao, I. M., Blair, M. W., y Acosta-Gallegos, J. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in Physiology*, 4, 35. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00035>
- Bendezú, E., Ccama, Y., y Alarcón, E. (2020). Caracterización morfológica y agronómica de

- accesiones de Vicia faba L. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 237–245.
- Bhargava, A., Shukla, S., y Ohri, D. (2007). Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*, 101(1), 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.10.001>
- Bioversity International [IPGRI]. (2001). *Descriptors for Phaseolus vulgaris L.* International Plant Genetic Resources Institute.
- Blanco, A., Vásquez, Á., García, R., y Melamed, E. (2020). Organizational structure as a competitive determinant in small and medium-sized companies in the food sector. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(2), 133–147.
- Boada, R., y Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 3(1), 67–82. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.262>
- Bonicatto, M. (2018). Agrobiodiversidad y resiliencia socioecológica: El rol de las semillas en sistemas agroecológicos. *Revista de Ciencias Agrarias*, 41(2), 55–70.
- Borrás, M., Casimiro, L., y Suárez, J. (2021). Evaluación de la resiliencia socioecológica en seis fincas de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44, 1–12.
- Brady, N. C., y Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson.
- Briones, A. (2023). *EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL BIOCHAR EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO (Capsicum annuum L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA -CHALTURA, IMBABURA*. [Tesis para obtener el título de ingeniería agropecuaria, Universidad Técnica del Norte].
- Cabanilla, E., Torres, A., y Montalvo, M. (2015). *Soberanía alimentaria en el Ecuador: Enfoques, avances y desafíos*. Universidad Central del Ecuador.
- Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, L., Santiago-Santos, M., Soto-Hernández, M., y Cárdenas-Soriano, E. (2007). Cucurbita ficifolia Bouché: A neglected species with high agroindustrial potential. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 1527–1533. <https://doi.org/10.1007/s10722-006-9136-2>
- Cadena-Iñiguez, J., Soto-Hernández, M., Avendaño-Arrazate, C., y Villanueva-Verduzco, C. (2022). Morphological and biochemical descriptors for the characterization of Cucurbita species. *Scientia Horticulturae*, 293, 110693. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110693>

- Caicedo, J. (2021). *Producción y consumo de leguminosas en el Ecuador: Análisis nutricional y socioeconómico*.
- Caicedo, J., Puyol, J., López, M., y Ibáñez, S. (2020). Adaptability in the agricultural production system: A look from sustainable alternative products. *Revista de Ciencias Sociales*, 308–327. <https://doi.org/10.31876/rsc.v26i4.34665>
- Cajamarca, J. (2019). *Efecto de diferentes abonos orgánicos en el cultivo de zapallo (Cucurbita moschata) en la provincia de Loja*. [https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/22482/1/Cajamarca Jason.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/22482/1/Cajamarca%20Jason.pdf)
- Camarena, F., Chura, J., y Blas, R. (2017). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. In *Agrosaber* (Vol. 1).
- Camero, G., y Calderón, H. (2018). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para la producción de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) en el departamento del Huila, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(1), 19–31. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8504>
- Campbell, C. G. (1997). *Grass Pea (Lathyrus sativus L.): Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops*. International Plant Genetic Resources Institute.
- Canchignia, M. (2020). *Evaluación agronómica de Vicia faba en la Sierra centro del Ecuador*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31659>
- Cárdenas, M., Cadena, I., y Silva, M. (2014). Evaluación agronómica de variedades de lenteja en la Sierra ecuatoriana. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(2), 45–54.
- Carrasco, P. (2020). *Determinación de la calidad maltera aplicada en el grano de cebada Hordeum vulgare variedad Calicuchima y Santa Catalina Línea 003, su análisis de las características fisicoquímicas y organolépticas de cerveza artesanal (Rubia) producida a partir de su pr* (Vol. 14, Issue 2). [Tesis previa para obtener título de ingeniería agropecuaria, Universidad Técnica del Ambato].
- Casas, A. (2019). Semillas de agrobiodiversidad. *LEISA Revista de Agroecología*, 35(2), 4–6.
- Castañeda-Saucedo, M. C., López-Castañeda, C., Molina-Moreno, J., Colinas-León, T. B., y Livera-Hernández, A. (2022). Crecimiento Y Desarrollo De Cebada Y Trigo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(2), 167. <https://doi.org/10.35196/rfm.2004.2.167>
- Castellanos, A., López, M., y Rojas, E. (2017). *Manual de evaluación agronómica de cultivos*. Universidad Nacional de Colombia.

- Castillo, L. (2020). *Adaptación De Setenta Y Dos Líneas Promisorias De Cebada Maltera (Hordeum vulgare L.) Accesoión 02 – 2019 Abe Inbev En La Granja Experimental Tunshi, Cantón Riobamba*. [Tesis para obtener el título de ingeniero agropecuario. ESPOCH].
- Catota, M. A. (2024). *Comportamiento agronomico de cinco lineas promisorias de trigo (Triticum aestivum L.) en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15550/2/03> AGP 407 TRABAJO GRADO.pdf
- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]. (1993). *Bean Germplasm Evaluation Manual*.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT]. (2014). *Manual para almacenamiento hermético de granos*. CIMMYT.
- Chakoma, I., Manyawu, G., Gwiriri, L., Moyo, S., y Dube, S. (2016). *The agronomy and use of Lablab purpureus in smallholder farming systems of southern Africa*.
- Chalán, J. (2019). Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático. *Universidad Andina Simón Bolívar*, 22–23.
- Chávez, M. (2020). *Comportamiento fenológico y rendimiento de lenteja (Lens culinaris) bajo tres densidades de siembra* [Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/25301>
- Chiluisa, D. (2020). *Evaluación de abonos orgánicos en el rendimiento de cebada (Hordeum vulgare L.) en la provincia de Cotopaxi*.
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6407/1/CHILIUSA-DANIEL.pdf>
- Chomicki, G., y Renner, S. S. (2020). Watermelon origin solved with molecular phylogenetics including Linnaean material. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(50), 31977–31984. <https://doi.org/10.1073/pnas.2015746117>
- Condori Ccama, M. (2019). *Caracterización agronómica de accesiones de Lathyrus sativus L. en condiciones de secano*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14070/5522>
- Córdova, F. (2023). *Evaluación agronómica y morfológica de variedades de lenteja (Lens culinaris L.) en la provincia Bolívar*.
- Córdova, H. (2019). *Caracterización agronómica de accesiones de maíz andino en condiciones de altura*. Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador.

- Cuamacás, C., y Sinche, J. (2014). *Estudio de factibilidad para el fomento de la agricultura orgánica urbana de hortalizas (acelgas) en el sector de la Argelia Alta*.
- Delgado-Paredes, G. E., Rojas-Idrogo, C., Sencie-Tarazona, Á., y Vásquez-Núñez, L. (2014). Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(1), 7–20. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/37-1/2a.pdf>
- Delgado, M. (2022). *Pérdida de variedades tradicionales y erosión genética en los Andes ecuatorianos*.
- Falconi, C., López, V., y Carpio, M. (2010). *Producción de cebada en sistemas tradicionales de altura en Ecuador*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2016). *Manual de procedimientos para la certificación oficial de semillas*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2018a). *Descriptors for Grain Legumes*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2018b). *Guide to Seed Quality Assessment*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2019a). *Lentil: Production and nutritional importance*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2019b). *Post-harvest management of grains: Guidelines for small-scale storage*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2019c). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture* (J. Bélanger y D. Pilling (eds.)). FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2020a). *Pulse Crop Traits and Evaluation Manual*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2020b). *Wheat: Global production and use*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2021). *Good Agricultural Practices for Cucurbits*.
- Francke, A., Furrer, A., Jost, T., y Wüst, J. (2020). Nutritional and functional properties of pumpkin pulp (*Cucurbita moschata*). *Food Research International*, 137, 109741. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109741>

- Garcés, G. (2023). *Diversidad de semillas y patrimonio biocultural en los Andes ecuatorianos*. INIAP.
- García, D. (2019). *Evaluación agronómica de materiales de fréjol en la Sierra central del Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30543>
- García Saltos, M., Parra Puente, D., y Mena Vásquez, P. (2014). *El país de la biodiversidad: Ecuador*. Fundación Botánica de los Andes; Ministerio del Ambiente; Fundación EcoFondo.
- Garzón, H. (2014). *Sistemas formales e informales de producción de semillas en América Latina*.
- Giller, K. E. (2014). *Nitrogen fixation in tropical cropping systems*. CABI.
- Gobierno Autónomo Parroquial de San José de Chaltura [GAP-Chaltura]. (2014). Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial de la Parroquia San José de Chaltura 2014-2019. In *Prefectura de Imbabura*.
- Gómez, P. E. (2020). *Caracterización morfológica y rendimiento de arveja criolla en tres pisos altitudinales del centro del Ecuador*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31485>
- Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability*, 8(3), 281. <https://doi.org/10.3390/su8030281>
- Graham, P. H., y Vance, C. P. (2003). Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*, 131(3), 872–877. <https://doi.org/10.1104/pp.017004>
- Guadalupe, A., Pallo, K., y Chicaiza, L. (2022). Fertilización orgánica y su efecto en el crecimiento y rendimiento de haba (*Vicia faba* L.). *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 9(1), 70–78. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9181003>
- Guamán, D. (2021). *Caracterización de variedades nativas de arveja (*Pisum sativum* L.) procedentes del Banco Nacional de Germoplasma del INIAP en Cotacachi, Imbabura*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/12040>
- Guamán, J. (2020). *Evaluación de la diversidad fenotípica en maíces criollos de la zona interandina del Ecuador*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja.
- Guamán, J. A. (2019). *Caracterización de variedades de haba en la provincia de Chimborazo*. <https://repositorio.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/12370>
- Guamán, J., Chamba, P., y Cañar, M. (2020). *Caracterización agronómica de accesiones de*

- maíz en la zona interandina del Ecuador*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja.
- Guamán, R., y Flores, J. (2020). Prácticas sostenibles y resiliencia agrícola en comunidades andinas del Ecuador. *Revista Latinoamericana de Agroecología*, 12(1), 25–40.
- Guañuna, G. D. (2014). *ESTUDIO DE VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE ACCESIONES DE TRIGO (Triticum aestivum L.) Y CEBADA (Hordeum vulgare L.) DE LA COLECCIÓN DEL INIAP TESIS* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2857/1/T-UCE-0004-90.pdf>
- Guillermo, V., Andrade, R., y Porras, L. (2017). Variabilidad morfológica en maíces nativos del Azuay. *Revista Ciencia y Producción*, 14(2), 45–58.
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., y González, C. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51–87.
- Gwanama, C., Mwale, V. M., y Ekesa, B. (2023). Yield performance and agronomic traits of selected Cucurbita moschata landraces in Sub-Saharan Africa. *Scientific Reports*, 13, 5542. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32866-8>
- Hanbury, C. D., White, C. L., Mullan, B. P., y Siddique, K. H. M. (2000). A review of the potential of Lathyrus sativus L. and Lathyrus cicera L. grain for use as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 87(1–2), 1–27. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00145-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00145-1)
- Heuzé, V., Tran, G., Bastianelli, D., y Lebas, F. (2016). Lablab (Lablab purpureus). *Feedipedia*.
- Hossain, M. A., Rohman, M. M., Rahman, M. M., y Iftekharuddaula, K. (2016). Evaluation of pod and seed traits in Lablab purpureus. *Legume Research*, 39(5), 747–753. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.6768>
- Huamán, J. (2020). *Efecto de la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento de arveja (Pisum sativum) en Huancayo, Perú*. <https://repositorio.uncp.edu.pe>
- INIAP, y FAO. (2017). *LA BIODIVERSIDAD PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN EN ECUADOR: Estado actual y proyecciones de su uso sustentable y conservación*.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile [INIA]. (2019). *Manual de Descriptores para Leguminosas de Grano*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (1993). *Guía técnica del cultivo de*

- haba.*
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (1997). *Programa de Leguminosas de Grano: Descriptores de cultivares de leguminosas*. Centro Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (CENLGA).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2012). *Métodos de evaluación de cultivos para condiciones ecuatorianas*. INIAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y KOPIA-Ecuador.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. (2017). *Barley production guide for drylands*. ICARDA.
- International Federation of Organic Agriculture Movements [IFOAM]. (2018). *Principles of organic agriculture*. IFOAM--Organics International.
- Izquierdo, J. (2012). *Medición de parámetros morfológicos en Zea mays L.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Jácome, F. J. (2015). *Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de arveja (Pisum sativum) mediante el apoyo de investigación participativa en la parroquia Eloy Alfaro (Chan y San Juan), Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2014–2015*.
- Jarvis, D. I., Hodgkin, T., Sthapit, B. R., Fadda, C., y Lopez-Noriega, I. (2008). The case of crop genetic diversity in the face of climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1–2), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.01.009>
- Jiménez, M. A. (2018). *Evaluación agronómica de líneas avanzadas de arveja (Pisum sativum L.) en la zona de Loja*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20743>
- Khoury, C. K., Bjorkman, A. D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A., Rieseberg, L. H., y Struik, P. C. (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(11), 4001–4006. <https://doi.org/10.1073/pnas.1313490111>
- Kumar, S., Bejiga, G., Ahmed, S., Nakkoul, H., y Sarker, A. (2016). Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β -ODAP) content. *Plant Breeding*, 135(3), 279–289. <https://doi.org/10.1111/pbr.12367>
- Lambein, F., Travella, S., Kuo, Y. H., Van Montagu, M., y Heijde, M. (2019). Grass pea

- (*Lathyrus sativus* L.): Orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta*, 250, 821– 838.
<https://doi.org/10.1007/s00425-019-03203-1>
- Lema, L. (2022). *Comportamiento agronómico del cultivo de haba (Vicia faba L.) con diferentes dosis de abonos orgánicos más ácido húmico en el sector Chipe Hamburgo, Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
<https://repositorio.utc.edu.ec/items/fedbe983-01b6-4d8d-b71d-59aa685b7ee7>
- León, M. (2018). *Política alimentaria y soberanía en el tercer régimen alimentario global*. FLACSO Ecuador.
- Li, X., Jin, M., Liu, F., Zhang, Y., Wang, W., Zhao, M., y others. (2021). Dissection of the genetic architecture of maize kernel size and weight using an integrated genome-wide association study and linkage mapping. *Frontiers in Plant Science*, 12, 632788.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.632788>
- Lira-Saade, R. (1996). *Traditional Crops of Mexico*. FAO.
- Loayza, R. (2018). *Evaluación morfoagronómica de líneas de Lathyrus sativus L. en la provincia de Jauja*. <https://hdl.handle.net/20.500.12894/5470>
- Lobo, M., y Medina, C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 10(1), 33–42. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num1_art:126
- Lorello, I. M., García, S. C., Makuch, M. A., y Peralta, I. E. (2016). Caracterización morfoagronómica de poblaciones de zapallo criollo (*Cucurbita maxima* Duch.) colectadas en los valles andinos de la Argentina. *Agrisciéntia*, 33(1), 46–59.
- Louwaars, N. P., y de Boef, W. S. (2012). Integrated seed sector development: A conceptual framework. *Journal of Crop Improvement*, 26(1), 39–59.
<https://doi.org/10.1080/15427528.2011.611277>
- Lozada, A. (2022). *Evaluación agronómica de tres variedades de lenteja (Lens culinaris) en la Sierra ecuatoriana* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34645>
- Lozada, J. (2024). *Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de maíz (Zea mays L.) INIAP 199 e INIAP 103 bajo el sistema de acolchado plástico en el Campus CEASA UTC 2023--2024*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Maass, B., Musale, R., Chiuri, P., Gachimbi, F., y Mwirigi, P. (2010). *Lablab purpureus*: A

- versatile legume for low-input agriculture. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8, 203–209.
- Mamani, M. (2014). *Caracterización morfológica de accesiones de arveja (Pisum sativum L.)*.
- McMichael, P. (2013). *Food regimes and agrarian questions*. Fernwood Publishing.
- Mekuria, F. G., Worku, W., y Woldemedhin, A. F. (2019). Nutrient Utilization and Yield Response of Lentil (*Lens culinaris Medikus*) to Rhizobium Inoculant and Sulphur Fertilization. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 8(3).
- Mena, P., y Buitrón, P. (2018). *Biodiversidad y ecosistemas en Ecuador: El país de las cuatro regiones* (P. Mena y P. Buitrón (eds.)). Fundación EcoCiencia.
- Mera, A. (2014). *Producción y manejo de semilla agrícola en sistemas convencionales*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2021). *Anuario estadístico agropecuario del Ecuador [MAG]*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador [MAG], y Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria. (2022). *Boletín situacional maíz suave 2021*.
- Missanga, J. S., Venkataramana, P. B., y Ndakidemi, P. A. (2023). Lablab purpureus: Analysis of landraces cultivation and distribution, farming systems, and some climatic trends in production areas in Tanzania. *Open Agriculture*, 8(1), 20220156. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0156>
- Monteros-Altamirano, A., y Herrera, K. (2020). Agricultura orgánica y agroecología en los Andes ecuatorianos: Impactos en la fertilidad del suelo y la sostenibilidad campesina. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 45–58.
- Montgomery, D. R. (2017). *Growing a revolution: Bringing our soil back to life*. W. W. Norton.
- Morales, F., Rojas, D., y Cabrera, P. (2021). *Yield and phenology of faba bean under Andean highland conditions*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/36412>
- Munsell Color. (2015). *Munsell Soil Color Charts*. Munsell Color Company.
- Naranjo, M. (2018). *Caracterización morfológica y agronómica de 20 líneas de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.)* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14946>
- Nee, M. (1990). The domestication of Cucurbita (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 44, 56–68. <https://doi.org/10.1007/BF02860475>
- Newton, A. C., Flavell, A. J., George, T. S., Leat, P., Mullholland, B., Ramsay, L., Revoredo-

- Giha, C., Topp, C. F., y White, P. J. (2011). Barley grain for human consumption: A review. *Journal of Cereal Science*, 53(3), 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.01.005>
- Novoa, J. (2023). *Incidencia del nivel de pulpa zapallo (Cucúrbita máxima Duch.) en la calidad físico-química y organoléptica en pastas cortas*. [https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14187/2/03 EIA 610 TRABAJO DE GRADO.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14187/2/03_EIA_610_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)
- Núñez-Palenius, H. G. (2020). Pumpkin (*Cucurbita moschata*): Genetics, breeding and horticulture. In *Horticultural Reviews* (Vol. 48, pp. 1–62). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119625403.ch1>
- Nuss, E. T., y Tanumihardjo, S. A. (2010). Maize: A paramount staple crop in the context of global nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(4), 417–436. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00117.x>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *Guide to Seed Quality Assessment*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). *Agrobiodiversidad*. AGROVOC.
- Ortiz, M. (2022). *Comportamiento germinativo y desarrollo temprano de variedades locales de maíz Chauco en la Sierra ecuatoriana*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte.
- Ortiz, R. (2010). *Sistema formal e informal de semillas: Nuevos horizontes*. INCA.
- Owens, B. F., Mathew, D., Diepenbrock, C. H., Tiede, T., Wu, D., Mateos-Hernandez, M., Gore, M. A., y Rocheford, T. (2019). Genome-Wide Association Study and Pathway-Level Analysis of Kernel Color in Maize. *G3 Genes/Genomes/Genetics*, 9(6), 1945–1955. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400040>
- Padulosi, S., Eyzaquirre, P., y Hodgkin, T. (2013). *Underutilized species and climate change: Current status and outlook*. Bioversity International.
- Paguay, C. (2023). *Comportamiento agronómico de la habichuela (Lathyrus sativus L.) en la hoya de Loja*.
- Paredes, C., y Ramos, M. (2021). @thesis{Cajamarca2019, author = {Cajamarca, Jason}, title = {Efecto de diferentes abonos orgánicos en el cultivo de zapallo (Cucurbita moschata) en la provincia de Loja}, school = {Universidad Nacional de Loja}, year = {2019}, url =

- {<https://dspace.unl.ed>. <https://repositorio.uta.edu.ec>
- Paredes, J. (2019). *Estudio morfológico y productivo de cultivares de lenteja (Lens culinaris) en condiciones andinas* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9800>
- Paredes, J., Zambrano, M., y Castillo, P. (2014). Centros de bioconocimiento y conservación comunitaria en Ecuador. *Revista Científica Amazónica*, 10(1), 55–67.
- Paredes, M. (2020). *Respuesta del zapallo macre (Cucurbita maxima) a la aplicación de compost y biol en la etapa de crecimiento y floración*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/20.500.12996/4684/1/Paredes-Melissa.pdf>
- Paredes, N., Tapia, B., Monteros, A., Tacán, M., Naranjo, E., Luna, L., y Borja, E. (2014). *Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDA)*.
- Paris, H. S. (2016). *Gourds and Pumpkins: Systematics and Evolution*. CRC Press.
- Pascuas, D. (2019). *Caracterización morfoagronómica de Lablab purpureus en el Valle del Cauca*.
- Paucar, P. (2014). *Caracterización morfológica y fenotípica de ecotipos de haba (Vicia faba L.)*.
- Pereira, A. (2013). *Sistemas agrícolas tradicionales y agrobiodiversidad en los Andes*. FLACSO.
- Pincay, R. (2024). *Evaluación del peso y calidad de granos en variedades de maíz duro*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Manabí.
- Piperno, D. R., y Stothert, K. E. (2003). Phytolith evidence for early Holocene cucurbita domestication in southwest Ecuador. *Science*, 299(5609), 1054–1057. <https://doi.org/10.1126/science.1080365>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., y Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. In *INIAP Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, EC* (Vol. 1, Issue 111).
- Ponce, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., y Jiménez, C. (2023). *Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana* (INIAP, Vol. 33, Issue 133). INIAP.
- Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., y Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B*, 282(1799), 20141396. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
- Portero, F. (2021). *Evaluación de parámetros productivos de haba en zonas altas de la Sierra*

central.

- Proaño, E. (2007). “ RESPUESTA DE CUATRO VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L .) A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN LA GRANJA LA PRADERA .” *Universidad Técnica Del Norte*.
- Ramírez, O., Escobar, J. L., Maldonado, M. de los Á., Rojas, A. R., Hernández, E., y Valenzuela, J. L. (2020). Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *11*(spe24), 1–13. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2374>
- Rendón, B., Monteros, A., y Carrasco, P. (2016). *Agrobiodiversidad andina en el Ecuador: Importancia, uso y conservación*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Rengifo, C. (2014). *La chacra andina: saberes, diversidad y prácticas agrícolas tradicionales*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Rodríguez, L., y Henao, J. (2019). Variabilidad fenotípica en arveja (*Pisum sativum* L.) en condiciones altoandinas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *13*(2), 345–356. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.10945>
- Rodríguez, R., Valdés, M., y Ortiz, S. (2018). Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo *Cucurbita* sp. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *10*(1), 86–97. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.636>
- Rojas, W., Andrade, R., Jácome, L., y García, M. (2017). *Caracterización morfológica y agronómica de variedades de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en zonas altoandinas del Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Rojas, W., Soto, J. L., y Pinto, M. (2015). *Biodiversidad y sistemas de semillas en comunidades andinas*. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Rojas, W., Soto, J. L., Pinto, M., y Jäger, M. (2015). *Quinua y cañihua: Cultivos andinos para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. FAO; CIP.
- SAGARPA. (2015). *Guía técnica para la producción de calabaza*.
- Sánchez-Medina, M., García, P., y López, R. (2017). Effect of liquid biofertilizers on crop yield and soil biological activity. *Journal of Plant Nutrition*, *40*(20), 2847–2857. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382522>
- Sanchez-Mendoza, B. S., Carrillo-López, A., y Lara-Herrera, A. (2019). Quality traits and

- chemical composition of pumpkin (*Cucurbita moschata*) fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 610–618. <https://doi.org/10.15835/nbha47211354>
- Sánchez, Á. (2009). *Cambios en las estrategias campesinas por la intervención de la cooperación externa: el caso de la Asociación de Productores Agro Ecológicos de Café de Palanda APECAP*. [Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales].
- Sánchez, R. (2023). *RESPUESTA AGRONÓMICA DE 18 LÍNEAS DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.) CON MANEJO FITOSANITARIO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CHALTURA-IMBABURA*. [Tesis previa a obtener el título de ingeniero agropecuario, Universidad Técnica del Norte].
- Sangerman-Jarquín, D. M., Acosta-Gallegos, J. A., y Pajarito-Ravelero, L. (2010). Importancia alimentaria y nutricional del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(2), 175–188. <https://doi.org/10.29312/remexca.v1i2.1252>
- Schaefer, H., y Renner, S. S. (2011). Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). *Taxon*, 60(1), 122–138. <https://doi.org/10.1002/tax.601011>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal.
- Servicio Agrícola y Ganadero [SAG]. (2021). *Morfología y órganos reproductores*.
- Singh, A., Sharma, P., y Singh, B. (2020). Phenotypic evaluation of pea genotypes for morphological and yield traits. *Journal of Environmental Biology*, 41(4), 867–874. <https://doi.org/10.22438/jeb/41/4/MRN-1592>
- Singh, S. P. (2014). *Common Bean Improvement in the Tropics*. CRC Press.
- Tabango, E. (2021). *Caracterización de variedades nativas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), procedentes del banco nacional de germoplasma del INIAP, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura* [Tesis de postgrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11168>
- Tapia, C., y Rosas, A. (2015). *Semillas andinas y sus sistemas de conservación comunitaria*. Editorial Abya-Yala.
- Tapia, C., Salazar, S., y Alarcón, A. (2024). Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

- and Runner Bean (*Phaseolus coccineus* L.) Landraces in Rural Communities in the Andes Highlands of Cotacachi–Ecuador. *Agronomy Research*, 22(1), 33–51.
- Tapia, M., Monteros, C., y Falconí, C. (2017). *Descriptor para maíz nativo del Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Tisalema, E. (2021). *Efecto de abonos orgánicos en el desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en Cotopaxi*.
[https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7893/1/TISALMA EDISON.pdf](https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7893/1/TISALMA%20EDISON.pdf)
- Vaca, B. (2022). *Evaluación de *Bacillus subtilis* Cohn. para el control de *Botrytis fabae* S. en *Vicia faba* L., Quiroga, Imbabura*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte.
- Vargas, A. (2021). *Evaluación agronómica de *Lablab purpureus* como alternativa forrajera*.
- Vásquez, A., Chávez, C., Herrera, F., y Carreño, F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2), 24–36.
<https://doi.org/10.31876/rsc.v24i2.24817>
- VELASCO, Y., SANA, W., y MORILLO, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 103. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)103-116](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)103-116)
- Yan, Z., Wu, J., Li, X., y He, Y. (2022). Advances in *Lathyrus sativus* research: Genetic improvement, ODAP reduction and agronomic performance. *Frontiers in Plant Science*, 13, 826572. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.826572>
- Zimmerer, K. S., y de Haan, S. (2017). Agrobiodiversity and a sustainable food future. *Nature Plants*, 3(4), 17047. <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.47>