

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES ECOTIPOS DE  
FRIJOL ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.) CON TRES FUENTES DE  
FERTILIZACIÓN”**

Para optar por el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por la Bachiller:

**ANGSHY ANGELITA ALCÁNTARA GAMARRA**

Asesores:

**DR. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA**

**ING. M. SC. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**

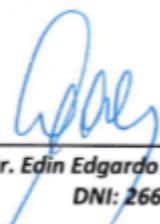
**CAJAMARCA - PERÚ**

**-2025-**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. **Investigador:** Angshy Angelita Alcántara Gamarra  
**DNI:** 70673453  
**Escuela Profesional/Unidad UNC:** Agronomía
2. **Asesor:**  
Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
5. **Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES ECOTIPOS DE FRIJOL ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.) CON TRES FUENTES DE FERTILIZACIÓN"
7. **Fecha de evaluación:** 07/07/2025
8. **Software antiplagio:**  TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 15%
10. **Código Documento:** oid: 3117:472459653
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 15%  
 APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O  
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08/07/2025

<small>Firma y/o Sello Emisor Constancia</small>
 <hr/> <b>Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia</b> <b>DNI: 26620894</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cuatro días del mes de julio del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 326-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES ECOTIPOS DE FRIJOL ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris* L.) CON TRES FUENTES DE FERTILIZACIÓN**", realizada por la Bachiller **ANGSHY ANGELITA ALCÁNTARA GAMARRA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

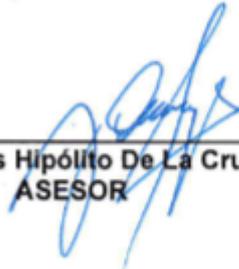
A las once horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y dieciocho minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Isidro Rimarachín Cabrera  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Wilfredo Poma Rojas  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Ing. José Lizandro Silva Mego  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edín Edgardo Alva Plasencia  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A mi padre, Ángel, por su apoyo incondicional, aliento y guía durante todo este tiempo. Por ser un ejemplo de esfuerzo, dedicación y trabajo para mí. Por estar siempre a mi lado.*

*A mi madre, Janet, que desde el cielo me da las fuerzas necesarias para seguir y vela por mí en todo momento.*

*A mi hermana, Karina, quien ha sido parte fundamental de mi vida, por sus consejos, por su apoyo constante, por ser mi fuente de inspiración y motivación.*

## AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarme la vida, por brindarme sabiduría e iluminarme en todo momento.

A mi padre, Ángel, que siempre me apoyó, sobre todo en los momentos difíciles, dándome fuerzas para salir adelante y cumplir con todas mis metas trazadas.

A mi hermana, Karina, que me motivó día a día a dar lo mejor de mí, por estar conmigo en cada etapa de este camino, por sus palabras de aliento y por recordarme, con sus risas y consejos, que todo esfuerzo tiene sentido.

Al Dr. Edín Edgardo Alva Plasencia y al Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas, por su orientación, por su apoyo constante durante la realización de esta tesis, por sus observaciones claras y oportunas que me ayudaron a mejorar cada capítulo, y por su paciencia al leer cada borrador con dedicación.

Al Ing. M. Sc. Ángel Santa Cruz Padilla y al Ing. Jorge Luis Vásquez Orrillo, por su apoyo constante en las jornadas de campo, por su paciencia en los días largos bajo el sol y por enseñarme que cada pequeño detalle cuenta en la investigación. Gracias por compartir su experiencia y su buena energía en cada paso de este trabajo.

A mis sobrinos, Ángel y Camila, por ser mi recordatorio constante de alegría en medio de este proceso, por enseñarme, sin saberlo, que la vida está hecha de pequeños momentos de felicidad.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	xi
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis	4
<b>CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco teórico	6
2.2.1. Taxonomía de la ñuña	6
2.2.2. Origen	7
2.2.3. Distribución geográfica	8
2.2.4. Morfología	9
2.2.5. Periodo vegetativo	10
2.2.6. Etapas de desarrollo	10
2.2.6.1. Fase vegetativa	10
2.2.6.2. Fase reproductiva	11
2.2.7. Biología	11
2.2.7.1. Diversidad genética	11
2.2.7.2. Capacidad expansiva	12
2.2.7.3. Composición química	12
2.2.8. Condiciones ambientales	13
2.2.8.1. Temperatura	13
2.2.8.2. Humedad	13
2.2.8.3. Precipitación	14
2.2.8.4. Fotoperiodo	14
2.2.8.5. Suelo	14
2.2.8.6. Capacidad de adaptación	14
2.2.9. Manejo agronómico	15
2.2.9.1. Elección del terreno	15
2.2.9.2. Preparación del terreno	15
2.2.9.3. Siembra	16

2.2.9.4.	Desahije	16
2.2.9.5.	Deshierbo	16
2.2.9.6.	Riego	17
2.2.9.7.	Tutorado y guiado	17
2.2.9.8.	Fertilización	18
2.2.9.9.	Plagas y enfermedades	18
2.2.9.10.	Cosecha y trilla	19
2.2.10.	Ecotipos	20
2.2.10.1.	Ñuña Pava	20
2.2.10.2.	Ñuña Negra grande	21
2.2.10.3.	Ñuña Colorada	23
2.2.11.	Rendimiento	24
2.2.12.	Usos	24
2.3.	Definición de términos	25
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>28</b>
3.1.	Ubicación	28
3.2.	Materiales	30
3.2.1.	Material vegetal	30
3.2.2.	Fertilizantes	30
3.2.3.	Herramientas	30
3.2.4.	Maquinaria y Equipos	31
3.2.5.	Material de escritorio	31
3.2.6.	Otros materiales e insumos	31
3.3.	Metodología	32
3.3.1.	Factores estudiados	32
3.3.2.	Variables evaluadas	33
3.3.3.	Diseño experimental	34
3.3.3.1.	Modelo estadístico lineal para un Diseño de Bloques Completos al Azar	34
3.3.3.2.	Tratamientos	35
3.3.3.3.	Distribución de tratamientos	37
3.3.3.4.	Conducción del experimento	38
3.3.3.4.1.	Análisis de suelo	38
3.3.3.4.2.	Limpieza y preparación del terreno	38
3.3.3.4.3.	Trazado y delimitación de parcelas	38
3.3.3.4.4.	Trazado de surcos	38
3.3.3.4.5.	Selección de semilla	38
3.3.3.4.6.	Desinfección de semilla	38
3.3.3.4.7.	Siembra	38
3.3.3.4.8.	Colocación de postes, alambre y rafia	38
3.3.3.4.9.	Fertilización	39

3.3.3.4.10.	Deshierbo	39
3.3.3.4.11.	Riegos	39
3.3.3.4.12.	Control de plagas y enfermedades	39
3.3.3.4.13.	Guiado	39
3.3.3.4.14.	Cosecha	39
3.3.3.4.15.	Trilla o desgrane	39
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>40</b>
4.1.	Efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes agronómicos	40
4.1.1.	Días a la emergencia	40
4.1.2.	Días a la floración	43
4.1.3.	Susceptibilidad a roya	47
4.1.4.	Susceptibilidad a antracnosis	50
4.1.5.	Susceptibilidad a oídium	53
4.1.6.	Días a la madurez fisiológica	56
4.2.	Efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes de rendimiento	59
4.2.1.	Número de vainas por planta	59
4.2.2.	Número de granos por vaina	62
4.2.3.	Peso de 100 semillas	66
4.2.4.	Peso de semillas por planta	68
4.2.5.	Rendimiento de grano seco en Kg ha <sup>-1</sup>	71
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>75</b>
5.1.	Conclusiones	75
5.2.	Recomendaciones	77
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>78</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS</b>		<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	<i>Factores y niveles del experimento</i>	32
2	<i>Bloques y tratamientos del experimento</i>	35
3	<i>Análisis de varianza del número días a la emergencia de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	40
4	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la emergencia entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	41
5	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la emergencia entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	41
6	<i>Análisis de varianza del número días a la floración de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	43
7	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre bloques.</i>	44
8	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	44
9	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	45
10	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	45
11	<i>Análisis de varianza de la susceptibilidad a roya de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	47
12	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre bloques.</i>	47
13	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	48
14	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	48
15	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	49
16	<i>Análisis de varianza de la susceptibilidad a antracnosis de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	50
17	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre bloques.</i>	50
18	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	51
19	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	51
20	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	52
21	<i>Análisis de varianza de la susceptibilidad a oídium de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	53
22	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a oídium entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	54

23	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a oídium entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	55
24	<i>Análisis de varianza del número de días a la madurez fisiológica de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	56
25	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre bloques.</i>	57
26	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	57
27	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	58
28	<i>Análisis de varianza del número de vainas por planta de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	59
29	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	60
30	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	60
31	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	61
32	<i>Análisis de varianza del número de granos por vaina de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	62
33	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre bloques.</i>	63
34	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	63
35	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	64
36	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	64
37	<i>Análisis de varianza del peso de 100 semillas de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	66
38	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de 100 semillas entre bloques.</i>	66
39	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de 100 semillas entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	67
40	<i>Análisis de varianza del peso de semillas por planta de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	68
41	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	69
42	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	69
43	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	70
44	<i>Análisis de varianza del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.</i>	71
45	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre bloques.</i>	72
46	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre los 3 ecotipos de ñuña.</i>	72
47	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre las 4 fuentes de fertilización.</i>	73

48	<i>Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.</i>	73
49	<i>Requerimiento de nutrientes para ñuña según el análisis de suelo.</i>	87
50	<i>Ley de cada fertilizante para cálculos de fertilización.</i>	87
51	<i>Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización química.</i>	87
52	<i>Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización química.</i>	90
53	<i>Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización orgánica.</i>	90
54	<i>Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización orgánica.</i>	92
55	<i>Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización mixta.</i>	92
56	<i>Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización mixta.</i>	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	<i>Lugares donde se cultiva ñuña en el Perú.</i>	8
2	<i>Mapa de ubicación del experimento (Anexo Experimental Cochamarca de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca).</i>	29
3	<i>Distribución de tratamientos en el campo experimental.</i>	37
4	<i>Sacado de muestra para análisis de suelo.</i>	99
5	<i>Preparación de etiquetas para identificación de cada tratamiento y bloque.</i>	99
6	<i>Selección y conteo de semilla.</i>	100
7	<i>Preparación de fertilizantes para cada tratamiento.</i>	100
8	<i>Parcela de experimentación después de la preparación del terreno.</i>	101
9	<i>Siembra y etiquetado de cada tratamiento.</i>	101
10	<i>Colocación de postes.</i>	102
11	<i>Evaluación de emergencia.</i>	102
12	<i>Aplicación de fertilizantes por tratamiento.</i>	103
13	<i>Fumigación de insecticida Tifón 2.5% PS.</i>	103
14	<i>Evaluación de crecimiento y rameado.</i>	104
15	<i>Rameado en alambre.</i>	104
16	<i>Floración.</i>	105
17	<i>Evaluaciones de crecimiento.</i>	105
18	<i>Formación de vainas.</i>	106
19	<i>Evaluación de enfermedades y síntomas de antracnosis.</i>	106
20	<i>Síntomas de roya y oídium.</i>	107
21	<i>Evaluación antes de la cosecha.</i>	107
22	<i>Cosecha.</i>	108
23	<i>Trilla o desgrane.</i>	108
24	<i>Separación de los granos por surco, tratamiento y bloque en bolsas.</i>	109
25	<i>Peso de semillas.</i>	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>Cálculos de fertilización química, orgánica y mixta</b>	<b>87</b>
<b>2</b>	<b>Resultados de análisis de suelo emitido por el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - INIA.</b>	<b>96</b>
<b>3</b>	<b>Panel fotográfico</b>	<b>99</b>

## RESUMEN

La labor de fertilización en la ñuña es una problemática que aflige a los productores bajo unicultivo, ya que, ante la falta de antecedentes al respecto, toman como referencia las fuentes de fertilización del frijol común, sin embargo, la ñuña tiene un crecimiento indeterminado y una contextura más robusta, por lo que se asume que sus condiciones de fertilización serán distintas. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres fuentes de fertilización en el comportamiento agronómico de tres ecotipos de frijol ñuña (Pava, Negra Grande y Colorada). Se trabajó con semilla de la Subdirección de Recursos Genéticos del INIA, y se aplicaron fertilizantes según la fuente de fertilización: química (Urea, 92.15 Kg ha<sup>-1</sup>; Fosfato Di amónico, 97.83 Kg ha<sup>-1</sup>; y Sulpomag, 159.09 Kg ha<sup>-1</sup>), orgánica (Guano de Isla, 600 Kg ha<sup>-1</sup>; y Sulpomag, 104.5 Kg ha<sup>-1</sup>), y mixta (Guano de isla, 250 Kg ha<sup>-1</sup>; Fosfato Di amónico, 43.5 Kg ha<sup>-1</sup>; Sulpomag, 136.4 Kg ha<sup>-1</sup>; y Urea, 59 Kg ha<sup>-1</sup>). Se utilizó un DBCA con un arreglo factorial 3 x 4, con 12 tratamientos y 3 bloques, haciendo un total de 36. Se evaluaron las variables agronómicas: días a la emergencia, días a la floración, susceptibilidad a factores bióticos y días a la madurez fisiológica; y de rendimiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, peso de semillas por planta y rendimiento de grano seco. Los resultados indicaron que el tratamiento E3F2 (Ñuña Colorada con fertilización orgánica) demoró menos días en florecer (98.67), E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica) mostró menor susceptibilidad a Oídium (33%), E2F3 (Ñuña Negra Grande con fertilización mixta) tuvo mayor número de vainas por planta (34.11) y E2F1 (Ñuña Negra Grande con fertilización química) fue el tratamiento que tuvo mayor rendimiento con 2075.21 Kg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras Clave:** *Phaseolus vulgaris* L., ecotipo, fertilización, química, orgánica, mixta.

## ABSTRACT

Fertilization work in ñuña is a problem that afflicts producers under single-crop cultivation. Due to the lack of information on the subject, they use common bean fertilization sources as a reference. However, ñuña has indeterminate growth and a more robust texture, so it is assumed that its fertilization conditions will be different. For this reason, the objective of this research was to evaluate the effect of three fertilization sources on the agronomic performance of three ñuña bean ecotypes (Pava, Negra Grande and Colorada). Seeds supplied by the INIA Genetic Resources Subdirectorate were utilized, and fertilizers were applied according to the fertilization source: chemical (Urea, 92.15 kg ha<sup>-1</sup>; Di-ammonium phosphate, 97.83 kg ha<sup>-1</sup>; and Sulpomag, 159.09 kg ha<sup>-1</sup>), organic (Island guano, 600 kg ha<sup>-1</sup>; and Sulpomag, 104.5 kg ha<sup>-1</sup>), and mixed (Island guano, 250 kg ha<sup>-1</sup>; Di-ammonium phosphate, 43.5 kg ha<sup>-1</sup>; Sulpomag, 136.4 kg ha<sup>-1</sup>; and Urea, 59 kg ha<sup>-1</sup>). A DBCA with a 3 x 4 factorial arrangement was employed, with 12 treatments and 3 blocks, for a total of 36. The evaluated agronomic variables included days to emergence, days to flowering, susceptibility to biotic factors, and days to physiological maturity; while yield-related variables included number of pods per plant, number of grains per pod, 100-seed weight, seed weight per plant, and dry grain yield. The results showed that treatment E3F2 (Ñuña Colorada with organic fertilization) took fewer days to flower (98.67), E1F2 (Ñuña Pava with organic fertilization) exhibited less susceptibility to *Oidium* (33%), E2F3 (Ñuña Negra Grande with mixed fertilization) had the highest number of pods per plant (34.11) and E2F1 (Ñuña Negra Grande with chemical fertilization) was the treatment that had the highest yield with 2075.21 Kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., ecotype, fertilization, chemical, organic, mixed.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo originario de la región central de Los Andes y tiene mucha importancia en la dieta nutricional del poblador rural andino. Se distribuye desde Cajamarca - Perú (latitud 7° 30' S) hasta Chuquisaca - Bolivia (latitud 19° 30' S), entre 1900 a 2900 m de altitud (Zimmerer, 1986; Toro, 1990; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). En el Perú se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Cuzco, Ancash, Huánuco, Apurímac, La Libertad y Ayacucho (Tohme et al., 1995; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Morfológicamente es idéntica al frijol común, con la diferencia de que ésta tiene la capacidad de reventar y aumentar de volumen cuando es tostada sola o en aceite. También es reconocida por poseer un alto contenido de proteínas (alrededor de 20 por ciento), por contribuir al mejoramiento de los suelos y por su capacidad de fijar nitrógeno. En Colombia la ñuña es utilizada en la industria de la panificación y la confitería (Zimmerer, 1986; Toro, 1990; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022).

El frijol ñuña presenta una amplia variabilidad genética, así como unos rangos de adaptación muy específicos debido a su alta interacción con el medio ambiente. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos con buenos rendimientos y buena calidad de reventado, los cuales se consideran característicos de herencia compleja (Otálora et al., 2006).

La ñuña es altamente sensible a la duración de la luz diurna y tiene fotoperiodo de días cortos (Gamarra et al., 1996; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2021). Se desarrolla bien a temperaturas que fluctúan entre 10 y 30 °C, siendo la óptima 20 °C; temperaturas menores de 5 °C y mayores de 25 °C pueden ser dañinas (Llique, 1993; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2021).

Dentro de las leguminosas de grano, el frijol es uno de los cultivos menos eficientes para fijar nitrógeno, es por ello que, a fin de mantener su demanda de nutrientes, es indispensable fertilizarlo adicionalmente con nitrógeno mineral (Yadegari, 2014).

El rendimiento de la ñuña está afectado por su largo periodo vegetativo (entre 8 y 10 meses), hábito de crecimiento tipo IVb (trepador), susceptibilidad a las heladas y a la mayoría de enfermedades del frijol común, además no soporta las sequías (Gamarra et al., 1996; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2021). A su vez, es importante mencionar que el

rendimiento del frijol también depende del manejo de la fertilización, puesto que puede mejorar las condiciones del cultivo, lo que incrementaría tanto el valor nutritivo del grano como su rendimiento de grano seco (Rico et al., 2020). Por ello, resulta fundamental y estratégico evaluar el efecto de las fuentes de fertilización en el comportamiento agronómico del frijol ñuña, lo que contribuirá no solo a un adecuado manejo del cultivo sino también a posteriores investigaciones.

### **1.1. Descripción del problema**

Los productores de ñuña bajo unicultivo al momento de llevar a cabo la fertilización han tenido algunos problemas con su realización, ya que no se conocen antecedentes acerca de este tema, es por ello que se ha recurrido a tomar como referencia las fuentes de fertilización del frijol común, sin embargo, también se tiene que tomar en cuenta que la ñuña tiene un crecimiento indeterminado y una textura más robusta, por lo que se asume que sus condiciones de fertilización serán distintas. La ñuña, es una leguminosa que se asocia a bacterias del género *Rhizobium* para la fijación simbiótica de nitrógeno (Santa Cruz y Vásquez, 2022); no obstante, se desconoce el efecto de las fuentes (química, orgánica o mixta) de fertilización que promueven un adecuado comportamiento agronómico. Lo antes mencionado nos lleva a concluir que es necesario realizar estudios del efecto de las fuentes de fertilización (química, orgánica o mixta) en las variables agronómicas y de rendimiento en la ñuña, lo cual proporcionará información para realizar una fertilización más adecuada.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **Pregunta general**

- ¿Cuál es el efecto de tres fuentes de fertilización (química, orgánica y mixta) en el comportamiento agronómico de tres ecotipos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)?

## **Preguntas específicas**

- ¿Cuál es el efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes agronómicos (días a la emergencia, días a la floración, susceptibilidad a factores bióticos y días a la madurez fisiológica) de tres ecotipos de ñuña?
- ¿Cuál es el efecto de las tres fuentes de fertilización en los componentes de rendimiento (número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, peso de semillas por planta y rendimiento de grano seco) de tres ecotipos de ñuña?

### **1.3. Justificación**

La presente investigación se está realizando para obtener conocimiento acerca de cuál de las tres fuentes de fertilización contribuye a una mejor respuesta agronómica en tres ecotipos de frijol ñuña. El desarrollo de esta investigación permitirá brindar un conocimiento más amplio a los productores de ñuña sobre las fuentes de fertilización que se podrían utilizar en la producción de esta leguminosa de grano, que a su vez contribuirá a la obtención de mayores rendimientos en los campos de cultivo y por ende una inversión más segura. Este trabajo también servirá para proveer información a investigadores interesados en este cultivo.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. General**

- Evaluar el efecto de tres fuentes de fertilización (química, orgánica y mixta) en el comportamiento agronómico de tres ecotipos de frijol ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.).

#### **1.4.2. Específicos**

- Determinar el efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes agronómicos (días a la emergencia, días a la floración, susceptibilidad a factores bióticos y días a la madurez fisiológica) de tres ecotipos de ñuña.

- Determinar el efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes de rendimiento (número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, peso de semillas por planta y rendimiento de grano seco) de tres ecotipos de ñuña.

### **1.5. Hipótesis**

- Las fuentes de fertilización (química, orgánica y mixta) influyen favorablemente en el comportamiento agronómico de tres ecotipos de frijol ñuña (Pava, Negra grande y Colorada).

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

Valle (2013) en su estudio “Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Darío - Matagalpa.” sostiene que el uso de distintos tipos de fertilizantes y de variedades no tiene un efecto significativo sobre la variable rendimiento de grano, por lo que el agricultor podría seleccionar la opción que le resulte más favorable desde el punto de vista económico y de disponibilidad de la semilla. Además, recalca que el análisis económico realizado a las alternativas de fertilización, mostró que el tratamiento (fertilizante sintético 18-46-0) resulta ser el único tratamiento que presenta los menores costos variables totales y genera más beneficios netos, en comparación a los tratamientos mixto (humus de lombriz + sintético) y orgánico (humus de lombriz).

A su vez, Montenegro y Parajón (2004) en la investigación “Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral), sobre el crecimiento y rendimiento de cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Dor-364, la compañía San Marcos Carazo” concluye que el mayor rendimiento en Kg ha<sup>-1</sup> se registra con las aplicaciones de fertilizante orgánico gallinaza, seguido por los fertilizantes minerales (18-46-00) y en último lugar el tratamiento testigo (sin aplicación de fertilizante).

Cuadros (2016) realizó una investigación denominada “Evaluación del rendimiento en grano de tres ecotipos de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) por efecto de la fijación biológica del nitrógeno en simbiosis con *Rhizobium phaseoli*”. En ella concluyó que las semillas de *Phaseolus vulgaris* L. tipo “ñuña” inoculadas con *Rhizobium phaseoli*, al compararlas con aquellas fertilizadas con urea, muestran no tener diferencias significativas en cuanto a los parámetros de rendimiento evaluados como: altura de la planta, número de vainas, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas y rendimiento de grano (Kg ha<sup>-1</sup>).

Alcarraz y Alcarraz (2019) en su trabajo “Rendimiento en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con tres tipos de abono en la provincia de Andahuaylas – Apurímac” determinaron que el peso de granos del cultivo de frijol de la variedad canario con el abono gallinaza presentó mayor rendimiento de 272g por planta en grano, a diferencia de la

variedad canario con abono de guano de isla que alcanzó un promedio menor de 221g por planta en grano.

Carrasco (2014) realizó un estudio denominado “Efecto de fertilización foliar en el rendimiento de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones agroecológicas de la localidad del valle Pampas del distrito de Ocros, provincia Huamanga – Ayacucho”, en el cual concluyó que la fertilización foliar con el producto Fertilex doble 24 - 24 - 18 + LPK, obtuvo el mejor rendimiento con 2220 Kg ha<sup>-1</sup> de frijol canario y 2103 Kg ha<sup>-1</sup> de frijol camanejo.

Vilchez (2015) en su trabajo “Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Molinero PLV 1-3 con fertilización fosfo-potásica y cepas de *Rhizobium* sp. en La Molina” determinó que el tratamiento con NPK (80-80-60) posee el mayor rendimiento de grano seco con 2858 Kg ha<sup>-1</sup> y el testigo fue el que mostró el menor rendimiento con 2123 Kg ha<sup>-1</sup>.

Sánchez (2021) llevó a cabo una investigación denominada “Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Red Kidney con dos niveles de fertilización inorgánica y tres distanciamientos en Santa Ana – La Convención – Cusco”, en la cual concluyó que el mayor rendimiento de granos fue el tratamiento en el que se aplicó una fertilización “alta” (20-20-20) con un distanciamiento de 0.20x0.40 metros, obteniéndose 2494 Kg ha<sup>-1</sup>.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Taxonomía de la ñuña**

Simpson (2019) señala al frijol con la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **Sub reino:** Tracheobionta
- **Súper división:** Spermatophyta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Sub clase:** Rosidae
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Leguminosae (Fabaceae)

- **Sub familia:** Faboideae (Papilionaceae)
- **Género:** Phaseolus
- **Especie:** *Phaseolus vulgaris* L.

Es imprescindible mencionar que, el nombre común de esta especie varía de un lugar a otro según la zona de cultivo; es por ello que en el norte del Perú se denomina “Numia” o “Ñuña”, en el centro se le conoce como “Apa” y en el sur como “Poroto” (Camarena et al. 1991; Gamarra et al., 1996; citado por Santa Cruz y Vásquez, 2021).

Santa Cruz y Vásquez (2021) mencionan que, los nombres comunes que recibe esta especie son los siguientes: ñuña, poroto, frijol reventón, numia, pushpu y puspo. A su vez, según National Research Council (1989), citado por Santa Cruz y Vásquez (2022); los nombres comunes que adquiere la ñuña, dependen del lugar y del idioma; en tal sentido, algunos nombres comunes son los siguientes: En idioma quechua: ñuña (Cajamarca, La Libertad, Lima), numia (Huánuco), nambia (Ancash), nudia y hudia (Cusco), kopuro (Bolivia); Chuvi, poroto, purutu, porotillo (centro de Perú y en Bolivia). En idioma español: frijol reventón y frijol reventador. En idioma inglés: popping bean, popbean, nuna bean. Los nombres comunes de esta planta suelen hacer referencia a la capacidad de la semilla de expandirse y reventar al ser sometida al proceso de tostado.

### 2.2.2. Origen

Según los estudios etnobotánicos y arqueológicos publicados por National Academy Press (1997) y Gamarra et al. (1996), citados por Santa Cruz y Vásquez (2022), este cultivo se ha desarrollado en las zonas altas del Perú y Bolivia durante la época pre-inca y en el imperio de los incas fue cultivado ampliamente, siendo conocido como “Purutu”. Frijoles antiguos han sido descubiertos en la Cueva Guitarrero en Ancash – Perú, lo que indican que las ñuñas como cultivo pueden tener más de 11000 años de edad.

La ñuña es originaria de la región central de los Andes y actualmente está distribuida desde Cajamarca (Perú) hasta Chuquisaca (Bolivia), la ñuña o frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa que se cultiva desde la época precolombina (Santa Cruz y Vásquez, 2021).

### 2.2.3. Distribución geográfica

En el Perú, la ñuña se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Cusco, Ancash, Huánuco, Junín, Amazonas, La Libertad y Ayacucho. En Bolivia se encuentran en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Chuquisaca. Su mayor distribución está concentrada en lugares de la zona andina, desde 1900 a 2900 m de altitud donde se cultiva usualmente en asociación con maíz, entre los meses de setiembre a mayo (Tohme et. al, 1995; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2021).

Se encuentra presente en las zonas andinas, desde el norte de Perú hasta la parte central de Bolivia (Zimmerer, 1986 y Toro et al., 1990; citados por Huamán, 2022).

#### Figura 1

*Lugares donde se cultiva ñuña en el Perú.*



**Nota:** En color, departamentos del Perú en los que se cultiva ñuña (Tohme et. al, 1995; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2021).

#### 2.2.4. Morfología

El hábito de crecimiento que presenta la ñuña es de tipo IV trepador indeterminado. Tiene un tallo que posee doble capacidad de torsión y ramas poco desarrolladas, debido a la dominancia apical superando los 2 metros de altura con un soporte adecuado (Sánchez, 1995).

Su tallo es delgado, herbáceo, con lignificación en la parte basal, sección circular y verde, sin embargo, algunos genotipos muestran una pigmentación con antocianina. También, posee un gran número de nudos en el tallo, siendo más de 30 en algunos genotipos (Meléndez, 1965; citado por Marmolejo, 2018). Presenta hojas de tipo simple y compuesta (FAO, 2018).

Las flores son típicas papilionáceas (amariposadas) y puede ser blanca o ligeramente lila o púrpura (Valladolid, 1993). Además, son hermafroditas y autofecundables, se desarrollan en una inflorescencia de racimo (FAO, 2018).

La raíz es fasciculada y puede profundizarse hasta los 60 cm. Además, puede presentar nódulos de forma algo esférica y de tamaño variable, los cuales son producidos por las bacterias del género *Rhizobium* (Meléndez, 1965; citado por Marmolejo, 2018).

El cáliz posee forma acampanalada, con 5 dientes triangulares dispuestos en dos grupos: dos completamente soldados y tres visibles en la parte baja. La corola es pentámera con dos pétalos soldados en su base y tres libres; variando el color de flor entre blanco y el púrpura en sus distintas tonalidades. El fruto es una legumbre o vaina de color verde uniforme o con jaspes morados, fluctuando su tamaño entre 8 y 12 cm de largo, conteniendo de 3 a 8 semillas por vaina. Las vainas son al principio pubescentes, luego son con jaspes y aún coloreados (Meléndez, 1965; citado por Marmolejo, 2018).

Las semillas pueden variar tanto de forma, color, tamaño y calidad; siendo esta última una característica típica por el reventado y blandura del producto tostado (Martínez, 1986; citado por Marmolejo, 2018). Cabe resaltar que, la semilla se encuentra rodeada por una testa o cubierta protectora exterior que corresponde a la capa secundina del óvulo y recibe el nombre de epispermo. El lugar donde el óvulo estuvo unido al funículo generalmente permanece en la semilla como una pequeña cicatriz llamada hilio o hilium (FAO, 2018).

La mayoría de las semillas de ñuña, son relativamente esféricas (ocasionalmente ovaladas) y con un diámetro que varía entre 0.5 y 0.9 centímetros. Presentando un color que varía desde el blanco, amarillo, gris, azul, morado, rojo, marrón y/o combinación de los mismos (Chuquillanqui, 1995; citado por Marmolejo, 2018).

#### **2.2.5. Periodo vegetativo**

Según la National Academy Press (1997), citado por Marmolejo (2018), en las regiones altas, la cosecha ocurre entre los 150 a 270 días de la siembra, siendo las ñuñas normalmente de ciclo largo de 8 a 10 meses. En algunos ensayos realizados en la localidad de Acco (Huaraz) en 1980, se utilizaron 26 accesiones de frijol ñuña y se obtuvieron periodos vegetativos entre 143 y 244 días (Camarena et al., 1990; citado por Aliaga, 2022).

#### **2.2.6. Etapas de desarrollo**

Según el CIAT (1986); citado por Aliaga (2022), indica que en el desarrollo de la planta de frijol se han identificado diez etapas, las cuales están determinadas por eventos fisiológicos importantes.

##### **2.2.6.1. Fase vegetativa:**

- **V0:** Germinación, se da cuando la semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.
- **V1:** Emergencia, se da cuando los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo.
- **V2:** Hojas primarias, esta etapa se da cuando las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
- **V3:** Primera hoja trifoliada, se da cuando la primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
- **V4:** Tercera hoja trifoliada, se da cuando la tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.

### **2.2.6.2. Fase reproductiva:**

- **R5:** Prefloración, se da cuando los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas.
- **R6:** Floración, se da cuando se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
- **R7:** Formación de las vainas, se caracteriza cuando al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.
- **R8:** Llenado de vainas, esta etapa se da cuando se llenan las semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.
- **R9:** Maduración, se da cuando se presenta un cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).

### **2.2.7. Biología**

#### **2.2.7.1. Diversidad genética**

Otálora et. al (2006) mencionan que la variabilidad morfológica que tiene la ñuña es muy amplia con rangos de adaptación muy específicos debido a la alta interacción de los genotipos con su medio ambiente. Es catalogada como raza Perú dentro del Centro de Domesticación Andino del frijol común (Singh et. al, 1991; citado por Santa Cruz y Vásquez, 2022).

El Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) conserva hasta el momento 146 accesiones de ñuña, las cuales presentan gran variabilidad en las características de rendimiento, tamaño, forma, color de grano, vigor y aptitud para el tostado, reconocidas mediante la evaluación y caracterización, utilizando descriptores morfoagronómicos cuantitativos y cualitativos de International Board for Plant Genetic Resources [BPGR]; de estas, 121 accesiones presentan datos de pasaporte completos y se muestran en un catálogo (Santa Cruz y Vásquez, 2021). A su vez, es importante resaltar que el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) cuenta con 305 accesiones de ñuña, de las cuales 283 son de Perú y 22 accesiones de Bolivia (Tohme et. al, 1995; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022), demostrando así que aún hay un trabajo pendiente de recolección en el país.

La ñuña presenta una alta diversidad genética, que ha sido y es transferida de generación en generación. *Phaseolus vulgaris* L. es una especie predominantemente autógama, diploide (FAO, 2018).

#### **2.2.7.2. Capacidad expansiva**

La planta de ñuña posee una morfología similar a la del frijol trepador común, sin embargo, su semilla presenta una microestructura y composición química distinta que le permite expandirse y reventar al ser tostada (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

Spaeth et. al (1989), citados por Santa Cruz y Vásquez (2022), mediante la microscopía electrónica descubrieron que la expansión volumétrica de las ñuñas reventadas se debe, principalmente, a la expansión de los espacios intracelulares (entre la superficie de los protoplastos y las paredes celulares) y a la apertura de los espacios intercelulares ocluidos que, según señala Van Beem et. al (1992), citados por Santa Cruz y Vásquez (2022), se produce a consecuencia de la expansión forzada por el vapor generado al tostar el grano.

El reventado de los granos no altera los gránulos de almidón, lo cual sustentaría la textura y sabor propios de la ñuña tostada (Spaeth et. al, 1989; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Por otro lado, sus altos niveles de almidón que son menos digeribles que los almidones de los cereales pueden explicar el efecto de “sentirse lleno” al haber consumido de 15 a 20 semillas (Hoover y Sosulski, 1985; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022).

#### **2.2.7.3. Composición química**

Van Beem et. al (1992), citados por Santa Cruz y Vásquez (2022), realizaron un análisis del valor nutritivo a cuatro cultivares de ñuña, en el cual revelaron contenidos de 40.9 % de almidón (18.08 % de amilosa), 19.95 % de proteína, 0.36 % de fósforo, 1.43 % de potasio, 0.116 % de calcio, 0.175 ppm de magnesio, 18 ppm de sodio, 66.2 ppm de hierro, 4.86 ppm de manganeso, 26.02 ppm de zinc, 8.31 ppm de cobre y 7.42 ppm de boro. A su vez, Melo y Ligarreto (2010) señalan que el contenido de carbohidratos es de 62 %.

A pesar de que la ñuña se considere un alimento altamente nutritivo también posee factores anti nutricionales, los cuales deben ser mencionados y tomados en cuenta. Entre los principales factores tenemos a los taninos, que son la principal fracción fenólica responsable de las características de astringencia de los alimentos vegetales (Chung et. al, 1998; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022) y están presentes en la cáscara de frijoles con semilla coloreada, mientras que los frijoles de semilla blanca carecen de éstos (Ma y Bliss, 1978; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Las lectinas constituyen cerca del 10 % de las proteínas en los frijoles (Van Beem et. al, 1992; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022), estas afectan la normal absorción de nutrientes (Coffey et. al, 1985; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Estos factores anti nutricionales al ser solubles en agua se pueden eliminar en más del 50 % mediante el remojo de los granos por 12 horas, o el 70% al hervirlo por 80 minutos (Kadam et. al, 1987; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Sin embargo, el tostado no cambia el contenido de taninos, pero sí elimina la faseolina, que es la proteína anti nutricional que tiene un efecto inhibitorio de la enzima  $\alpha$ -amilasa (Van Beem et. al, 1992; citados por Santa Cruz y Vásquez, 2022).

## **2.2.8. Condiciones ambientales**

### **2.2.8.1. Temperatura**

La ñuña desarrolla bien a temperaturas que fluctúan entre los 10 y 30°C, siendo la óptima 20°C (Martínez, 1986; citado por Marmolejo, 2018). Cuanto más alta sea la temperatura promedio durante el ciclo de desarrollo de la ñuña los rendimientos van a ser más bajos (Voyses, 2000). Las variedades de adaptación local son muy sensibles a las altas temperaturas, su desarrollo es anormal, produciéndose la abscisión de flores cuando hay deficiencia de humedad del suelo (Laing, 1979; citado por Marmolejo, 2018).

### **2.2.8.2. Humedad**

La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo del frijol es del 60 al 65 por ciento, y posteriormente oscila entre el 65 por ciento y el 75 por ciento. Si estas son muy elevadas favorecerán el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación (Hernández y Batista, 2013).

### **2.2.8.3. Precipitación**

Las zonas donde se siembra frijol corresponden a los pisos altitudinales con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual y en el caso de climas fríos moderado, son superiores a los 1000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo (Vargas, 2013).

### **2.2.8.4. Fotoperiodo**

En frijol común, el fotoperiodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas. La reducción de la luz propicia un desarrollo achaparrado o rastrero de la planta, con un efecto negativo en los rendimientos (Ríos y Quirós, 2002).

### **2.2.8.5. Suelo**

Los suelos para el cultivo de frijol deben ser profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcillosos, ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo. Cabe mencionar que, el pH óptimo para *P. vulgaris* fluctúa entre 6.5 y 7.5, tolerando hasta 5.5; debajo de ese límite presenta síntomas de toxicidad por aluminio y manganeso (Álvarez, 2018).

### **2.2.8.6. Capacidad de adaptación**

National Research Council (1989), citado por Santa Cruz y Vásquez (2022) menciona que la ñuña está mejor adaptada a los trópicos montanos; sin embargo, se han realizado trabajos de investigación para darle una adaptabilidad más amplia.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1978 cultivó con éxito ñuña a una latitud de 47° N y a una altitud de 200 m. Además, en 1988, Stephen Spaeth, un investigador del United States Department of Agriculture (USDA), encontró que las semillas

de ñuña conservaron sus características de reventado aún después de 10 años de almacenamiento a 4 °C (National Research Council, 1989; citado por Santa Cruz y Vásquez, 2022).

### **2.2.9. Manejo agronómico**

En general el manejo agronómico de la ñuña es similar al del frijol común; sin embargo, tienen algunas distinciones, las mismas que se describirán más adelante. Es importante mencionar que, en la zona andina suele intercalarse la ñuña con el maíz para aprovechar los tallos de esta última especie como tutores, debido al hábito trepador de la planta; no obstante, también es factible instalarla como unicultivo (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

#### **2.2.9.1. Elección del terreno**

Para la instalación de ñuña se debe considerar las exigencias de clima y suelo, las mismas que permitirán que el cultivo exprese su potencial productivo; además, es importante tener en cuenta para la elección del terreno aspectos como la accesibilidad al predio, disponibilidad de agua para riego y disponibilidad de mano de obra. También es necesario conocer el historial del terreno respecto a los cultivos que estuvieron instalados anteriormente o el uso que se le dio, así como de la presencia de plagas comunes. A su vez es importante obtener información de los predios colindantes por lo mencionado anteriormente. Este conocimiento del historial facilitará la realización de las labores culturales en el terreno (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

#### **2.2.9.2. Preparación del terreno**

Santa Cruz y Vásquez (2022) mencionan que de tres a cuatro meses antes de la siembra se debe realizar la primera arada, incorporando el rastrojo para favorecer las condiciones químicas y físicas de suelo. Previo a lo descrito anteriormente se debe realizar un riego de machaco. Para una adecuada preparación del terreno se debe realizar el arado, cruzar y pasada de rastra; una vez obtenido una capa suelta de suelo, se procede a realizar el surcado en el sentido de la menor pendiente y con una profundidad aproximada de 20 cm.

Es necesario que el arado sea profundo, considerando que el cultivo requiere de esta condición para facilitar el desarrollo de las raíces y para favorecer el drenaje de agua en caso de lluvias excesivas.

### **2.2.9.3. Siembra**

Se realiza manualmente en surcos a una profundidad de 4 cm a 7 cm, con un distanciamiento de 0.4 m entre plantas y 1.0 m entre surcos, utilizando de dos a tres semillas por golpe. Cuando se va a sembrar en unicultivo, se utiliza de 50-60 kg de semilla por hectárea; mientras que, cuando se siembra asociada con maíz, se utilizan de 30-40 kg de semilla por hectárea, aproximadamente. Es importante resaltar que antes de la siembra, es recomendable tratar la semilla con un insecticida que contenga mfenoxam y un fungicida a base de captan y carboxim para prevenir ataque de plagas y enfermedades causadas por insectos y hongos patógenos presentes en el suelo. A su vez, es indispensable que la semilla utilizada para la siembra sea de buena calidad (Santa Cruz y Vásquez, 2022). Una semilla de buena calidad, es una semilla viable, vigorosa, sana, pura (física y genéticamente) y apropiada para las condiciones de clima y suelo donde se vaya a instalar (Valladolid, 2001).

### **2.2.9.4. Desahije**

Santa Cruz y Vásquez (2022) señalan que en la siembra se suelen colocar hasta tres semillas por golpe con la finalidad de evitar la pérdida de plantas por ataque de insectos u otros motivos; sin embargo, es posible que, con factores climáticos favorables, condiciones de suelo apropiadas y semilla de buena calidad; todas las plantas se desarrollen de forma homogénea. Siendo ese el caso, se realiza el "desahije", el cual consiste en eliminar la planta más débil en cada golpe para mantener en el campo una densidad de plantas apropiada.

### **2.2.9.5. Deshierbo**

Se realiza un primer deshierbo manual utilizando una lampa como herramienta entre los 30 a 40 días, y a los 70 a 80 días se realiza un segundo deshierbo antes de la floración. Esta actividad evitará una competencia entre plantas por agua, luz y nutrientes; a su vez

eliminará hospederos de plagas y enfermedades y permitirá una mejor aireación de las plantas (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

#### **2.2.9.6. Riego**

Santa Cruz y Vásquez (2022) mencionan que generalmente la ñuña se instala en la temporada de lluvias con el fin de aprovecharlas para el desarrollo del cultivo; es por este motivo que son muy pocos los registros de sus requerimientos hídricos. Sin embargo, se puede decir que su requerimiento de agua es variable y depende de la edad del cultivo, de la temperatura, humedad relativa del suelo y la topografía.

Por otro lado, Valladolid (2001) considera cuatro riegos como los más importantes en el cultivo de frijol común: **Riego de pre siembra o de machaco:** este se aplica para el establecimiento del cultivo. **Riego de crecimiento:** se realiza en dos ocasiones; uno a la primera hoja trifoliada completamente expandida y el otro en pre floración. **Riego de floración:** se aplica un riego ligero al inicio de la floración y de ser necesario otro al finalizarla. **Riegos de madurez:** se puede aplicar uno o dos riegos con el propósito de asegurar un buen llenado de vainas.

#### **2.2.9.7. Tutorado y guiado**

Cuando la ñuña se siembra en unicultivo, el tutorado es indispensable. Una forma de tutorar al cultivo es plantar postes que sostengan alambre galvanizado y, en el alambre, colocar rafia que permita trepar a las plantas. El tutorado implica mayor costo de mano de obra y materiales, pero permite una mayor densidad del cultivo. Asimismo, durante los meses de crecimiento vegetativo de las plantas se van guiando conforme se dé el crecimiento de los tallos hacia los tutores, de manera que se contribuya a un crecimiento bien organizado de los tallos en los tutores. La labor de guiado trae a favor la facilidad para el manejo, menos enfermedades ocasionadas por patógenos y permite aligerar las actividades de cosecha (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

### 2.2.9.8. Fertilización

Santa Cruz y Vásquez (2022) alegan que el plan de fertilización de cualquier cultivo se debe realizar partiendo de los resultados obtenidos en un análisis de suelo y la aplicación se debe ejecutar evitando el contacto directo del fertilizante con la semilla. Para la producción de una tonelada de grano de frijol común, el requerimiento de nutrientes es, en promedio, 53 kg de nitrógeno, 6 kg de fósforo (15 kg de  $P_2O_5$ ) y 55 kg de potasio (66 kg de  $K_2O$ ) (Bertsch, 2009; citado por Santa Cruz y Vásquez, 2022). Cabe mencionar que este es el requerimiento nutricional del frijol común; sin embargo, al pertenecer la ñuña a la misma especie, se puede tomar como referencia; no obstante, es necesario tener en cuenta que la ñuña tiene un crecimiento indeterminado y una textura más robusta, por lo que se deduce que su demanda de nutrientes será mayor. Los mismos autores señalan que es necesario realizar estudios de absorción de nutrientes para garantizar una recomendación específica para el cultivo de ñuña.

A su vez, en el sistema de monocultivo, el frijol responde económicamente a la aplicación de 40 unidades de nitrógeno, 60 unidades de fósforo y 60 unidades de potasio. La mezcla de los tres elementos se aplica en la totalidad al momento de la siembra (Gamarrá et al., 1997) o también se puede abonar con 1/3 del nitrógeno a la siembra, para fertilizar con los 2/3 restantes al aporque (Sánchez, 1995; citado por Marmolejo, 2018).

### 2.2.9.9. Plagas y enfermedades

Según Santa Cruz y Vásquez (2022) las principales plagas y enfermedades que se presentan en la ñuña, son las mencionadas a continuación. **Insectos plaga de suelo:** Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), gusanos cortadores y barrenador de tallos. **Plagas que afectan al follaje:** Babosas (*Vaginulus plebeius*), crisomélidos (*Diabrotica* sp. y *Cerotoma* sp.), gusanos defoliadores, mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y arañita roja (*Tetranychus urticae*). **Insectos chupadores:** Lorito verde o cigarrita (*Empoasca kraemeri*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (*Frankliniella occidentalis*), áfidos (*Aphis* sp.) y barrenadores. **Plagas que afectan la vaina y los granos:** Picudo de la vaina (*Trichapion godmani*) y gorgojo del grano (*Acanthoscelides obtectus*). **Enfermedades causadas por hongos:** roya (*Uromyces phaseoli*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), oídium (*Erysiphe polygoni*), pudrición radicular (*Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxisporum*), mancha angular

(*Phaeoisariopsis griseola*), entre otras. **Enfermedades causadas por bacterias:** Bacteriosis común o añublo bacteriano común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*).

Las plagas y enfermedades mencionadas anteriormente deterioran a las plantas causando disminución e, inclusive pueden provocar la pérdida total de la producción. Para realizar un control exitoso de estas se debe tener la capacidad de identificarlas y evaluar su ocurrencia en el tiempo; asimismo, es importante tomar medidas preventivas y de control que minimicen el uso de productos químicos (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

A su vez, Huaytalla (1993), citado por Santa Cruz y Vásquez (2021), resalta que la ñuña presenta plagas en común con el frijol; la incidencia y severidad de los daños varían según factores ambientales, tipo de siembra y el tipo de semilla a utilizar. El insecto más común en este cultivo es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), que es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control, principalmente los órgano - fosforados y los piretroides. En todos sus estadios de desarrollo permanece en el envés de la hoja, protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos. El insecto adulto puede actuar como transmisor de virus (Escoto, 2004). Por otro lado, los hongos de mayor importancia económica son la “Roya” *Uromyces phaseoli*, “Antracnosis” *Colletotrichum lindemuthianum* y la “Mancha angular de la hoja” *Phaeoisariopsis griseola*, en la región andina la enfermedad más común es “Ascochyta” ocasionada por *Phoma exigua* var. *diversispora*.

#### **2.2.9.10. Cosecha y trilla**

Para saber el momento de cosecha de la ñuña se tiene que realizar una previa evaluación de la madurez, sin embargo, de los ocho hasta los diez meses después de la siembra en genotipos tardíos se puede dar la cosecha. Según National Research Council (1989), citado por Santa Cruz y Vásquez (2022), esto depende de la altitud, pudiendo cosecharse desde los cinco hasta los nueve meses en zonas altas. La cosecha se realiza de forma manual, cuando ha ocurrido el cambio de la coloración de las hojas, de verdes se vuelven amarillentas, luego se secan y en muchos casos caen; además, las vainas cambian de color y dependiendo del genotipo adquieren coloración desde púrpura oscuro hasta amarillo claro.

Según Santa Cruz y Vásquez (2022) la labor de cosecha consiste en arrancar las vainas de la planta y colocarlas inmediatamente en sacos. Esta actividad se facilita porque la gran mayoría de genotipos presentan distribución de vainas en el tercio medio, tercio superior o en toda la planta; a diferencia de muchas variedades de frijol común, cuyas vainas se ubican mayormente en la base.

Después de la cosecha se colocan las vainas directamente al sol para el secado de las mismas y que estas puedan alcanzar de 18 % a 20 % de humedad (Álvarez, 2018). Luego se realiza la trilla, que consiste básicamente en golpear a las vainas con una vara sobre una manta para evitar pérdidas y contaminación del grano con tierra. Posterior a ello, para el almacenamiento o venta del grano es necesario secarlo hasta que alcance de 12 % a 13 % de humedad, a fin de contribuir a un mejor tostado (Santa Cruz y Vásquez, 2022).

## **2.2.10. Ecotipos**

### **2.2.10.1. Ñuña Pava**

Según el MINAGRI (2016), es un tipo de frijol muy conocido y cultivado en la Sierra norte, principalmente en el departamento de Cajamarca.

- **Color de grano:** Ceniza o gris claro opaco con puntos en todo el grano y una mancha de color negro alrededor del hilum.
- **Forma:** Ovoide.
- **Tamaño:** Grande, 100 semillas pesan 70 a 84 gramos.
- **Calibre:** 119 a 142 semillas en 100 gramos.
- **Zonas de producción:** Sierra norte: Cajamarca, La Libertad, Ancash y Amazonas.
- **Época de siembra:** Octubre a diciembre
- **Época de cosecha:** Febrero a junio
- **Días de floración:** 90 días
- **Hábito de crecimiento:** IV. Indeterminado con capacidad trepadora agresiva y vainas principalmente en los nudos superiores de la planta (Santa Cruz y Vásquez, 2021).
- **Días a la cosecha:** 210 días

- **Característica sobresaliente:** Reventado de grano y sabor.

Santa Cruz y Vásquez (2021) complementan la información antes mencionada, con lo siguiente:

- **Código Nacional del Banco de Germoplasma del INIA:** PER002016
- **Altitud:** 3 130 m s. n. m.
- **Latitud:** -7.72510
- **Longitud:** -78.15520
- **Provincia, distrito y localidad:** Sánchez Carrión, Sanagorán, Angasmarquilla.
- **Color del estandarte de la flor:** Verde
- **Color de las alas de la flor:** Blanco con rayas carmín
- **Semillas por vaina:** 5
- **Posición de vainas en la planta:** Combinación basal, medio y apical.
- **Número de días a la floración:** 121 días
- **Número de vainas por planta:** 23
- **Ancho de la vaina:** 7.5 mm
- **Longitud de la semilla:** 12 mm
- **Ancho de la semilla:** 6.7 mm
- **Altura de la semilla:** 5.6 mm
- **Peso de 100 semillas:** 77 gramos
- **Rendimiento:** 919 Kg ha<sup>-1</sup>
- **Número de días a la cosecha:** 232 días
- **Susceptibilidad a *Uromyces phaseoli*:** Media
- **Susceptibilidad a *Erysiphe polygoni*:** Media
- **Susceptibilidad a *Colletotrichum lindemuthianum*:** Baja
- **Aptitud agroindustrial:** Media

#### 2.2.10.2. Ñuña Negra grande

Según el MINAGRI (2016), menciona lo siguiente:

- **Color de grano:** Negro opaco.
- **Forma:** Ovoide.

- **Tamaño:** Grande, 100 semillas pesan de 80 a 95 gramos.
- **Calibre:** 105 a 125 semillas en 100 gramos.
- **Zonas de producción:** Sierra norte: Cajamarca, La Libertad y Amazonas.
- **Época de siembra:** Octubre a diciembre
- **Época de cosecha:** Febrero a junio

Santa Cruz y Vásquez (2021) complementan la información antes mencionada, con lo siguiente:

- **Código Nacional del Banco de Germoplasma del INIA:** PER002020
- **Altitud:** 3 130 m s. n. m.
- **Latitud:** -7.72510
- **Longitud:** -78.15520
- **Provincia, distrito y localidad:** Sánchez Carrión, Sanagorán, Angasmarquilla.
- **Color del estandarte de la flor:** Púrpura violeta
- **Color de las alas de la flor:** Púrpura
- **Semillas por vaina:** 6
- **Posición de vainas en la planta:** Combinación basal, medio y apical.
- **Hábito de crecimiento:** Indeterminado con una capacidad trepadora moderada
- **Número de días a la floración:** 113 días
- **Número de vainas por planta:** 24
- **Ancho de la vaina:** 9.0 mm
- **Longitud de la semilla:** 12 mm
- **Ancho de la semilla:** 6.8 mm
- **Altura de la semilla:** 5.8 mm
- **Peso de 100 semillas:** 109 gramos
- **Rendimiento:** 635 Kg ha<sup>-1</sup>
- **Número de días a la cosecha:** 232 días
- **Susceptibilidad a *Uromyces phaseoli*:** Baja
- **Susceptibilidad a *Erysiphe polygoni*:** Baja
- **Susceptibilidad a *Colletotrichum lindemuthianum*:** Baja
- **Aptitud agroindustrial:** Excelente

### 2.2.10.3. Ñuña Colorada

Santa Cruz y Vásquez (2021), mencionan lo siguiente:

- **Código Nacional del Banco de Germoplasma del INIA:** PER002065
- **Altitud:** 3 183 m s. n. m.
- **Latitud:** -7.81480
- **Longitud:** -78.05000
- **Provincia, distrito y localidad:** Sánchez Carrión, Huamachuco, Olichoco.
- **Hábito de crecimiento:** Indeterminado con capacidad trepadora agresiva y vainas principalmente en los nudos superiores de la planta.
- **Color del estandarte de la flor:** Amarillo verde con pigmentación púrpura violeta.
- **Color de las alas de la flor:** Púrpura
- **Semillas por vaina:** 6
- **Forma de la semilla:** Oval
- **Posición de vainas en la planta:** Combinación basal, medio y apical.
- **Número de días a la floración:** 108 días
- **Número de vainas por planta:** 56
- **Ancho de la vaina:** 7.7 mm
- **Longitud de la semilla:** 9.4 mm
- **Ancho de la semilla:** 5.9 mm
- **Altura de la semilla:** 4.8 mm
- **Peso de 100 semillas:** 60 gramos
- **Rendimiento:** 1 150 Kg ha<sup>-1</sup>
- **Número de días a la cosecha:** 225 días
- **Susceptibilidad a *Uromyces phaseoli*:** Baja
- **Susceptibilidad a *Erysiphe polygoni*:** Media
- **Susceptibilidad a *Colletotrichum lindemuthianum*:** Media
- **Aptitud agroindustrial:** Alta

### **2.2.11. Rendimiento**

En la provincia de Carhuaz en Callejón de Huaylas, la ñuña presentó un rendimiento promedio de 728 Kg ha<sup>-1</sup> en monocultivo. En Cajabamba ubicado en el departamento de Cajamarca las variedades Pava, Maní, Limona, Jabona y Crema superaron los 700 Kg ha<sup>-1</sup> (Camarena et al., 1990; citado por Aliaga, 2022).

En condiciones de Costa Central y con sistema de riego por goteo se obtuvo rendimientos superiores a 2000 Kg ha<sup>-1</sup>, siendo el promedio de 22 variedades nativas de frijol tipo ñuña 1816 Kg ha<sup>-1</sup> (Gallegos, 1988; citado por Marmolejo, 2018).

A su vez, se han reportado rendimientos de 109 hasta 2864 Kg ha<sup>-1</sup> para ñuña sembrada bajo unicultivo, mientras que para siembras bajo asociación de maíz con ñuña oscilaron de 100 a 800 Kg ha<sup>-1</sup> (Santa Cruz y Vásquez, 2021).

### **2.2.12. Usos**

Se han realizado importantes avances en la industrialización de la ñuña y las leguminosas tales como: productos enlatados, productos de snacks, elaboración de los sustituyentes, etc. Todos estos presuponen un tratamiento térmico que mejora la textura y la digestibilidad de las leguminosas debido a que destruye e inactiva los compuestos tóxicos y anti nutrientes sensibles al calor (Martínez, 1986; citado por Marmolejo, 2018).

Por otro lado, los granos de este frijol tienen la característica de reventar y expandirse cuando son sometidas al calor resultando un producto con una textura arenosa y un sabor entre la cancha de maíz y el maní tostado, siendo consumidas directamente en forma de bocadillo. Su preparación tostada ofrece una diversidad nutricional en la dieta de los habitantes de las zonas alto andinas. En los países industrializados el frijol ñuña puede llegar a ser un snack muy nutritivo y para los países en desarrollo puede significar una fuente de proteínas (Chuquillanqui, 1995; citado por Marmolejo, 2018).

A su vez, este tipo de frijol se consume tostado a manera de cancha, también es utilizado en golosinas y chocolatería (Santa Cruz y Vásquez, 2021). Cabe resaltar que, en el

antiguo Perú, en la época del Imperio de Los Incas, se producía la “lagua de ñuña”, que es una leche muy nutritiva y que sustituía a la leche materna (Chuquillanqui, 1995; citado por Marmolejo, 2018).

### 2.3. Definición de términos

- **Ecotipo:** Según Turesson (1931), citado por Gonzáles y Rojas (2014), el ecotipo es un producto originado por la evolución natural. Se dice que como producto de la evolución se generan patrones de variación que se dan básicamente en 2 niveles: 1) dentro de una misma especie y 2) aquellas que involucran diferentes especies de un género o un mayor número de ellos. El mismo autor, en resumen, sostiene que, el ecotipo es la respuesta genotípica de una especie a un hábitat particular. Complementando a lo dicho por Turesson, Zamudio et al. (2002) define al ecotipo como un grupo de plantas de genotipo similar que ocupan un nicho ecológico específico.

Por otro lado, González y Rojas (2014) manifiestan que se conoce como ecotipo a una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, a un ambiente particular o a un ecosistema definido, con límites de tolerancia particulares, a los factores ambientales locales, donde la adaptación a un ecosistema o a un hábitat particular implica cambios genéticos que se establecen de acuerdo con los límites de tolerancia de las especies. Los mismos autores sostienen que la plasticidad fenotípica en plantas es muy común, pero también las alteraciones cromosómicas, que incluyen mutaciones, variaciones de número y cambios en su estructura, los cuales son los primeros eventos que se dan camino a la diferenciación.

- **Genotipo:** Austin (2021) menciona que, un genotipo es la colección de genes de un individuo y a su vez es la versión de la secuencia de ADN que cada individuo tiene, es decir, es la cantidad de variación en la secuencia de ADN entre distintos individuos. El cambio de secuencia con frecuencia, no siempre, está relacionado con un cambio en un rasgo externo; algo observable (correlación genotipo-fenotipo).

- **Hábito de crecimiento indeterminado trepador (IV):** La Pontificia Universidad Católica de Chile (2022) lo define como un tipo de hábito de crecimiento donde el tallo principal puede tener de 20 a 30 nudos, alcanzar hasta 2 o más metros de altura si es guiado, ya sea a través de tutores o de plantas de cultivo que le sirvan como soporte. La floración se caracteriza por prolongarse durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. Las ramas, que son muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical, se presentan además en baja cantidad.
  
- **Fertilización química:** Consiste en proporcionar a las plantas nutrientes de fácil disponibilidad provenientes de fertilizantes químicos como Urea, Nitrato de amonio, etc. (Valverde, 1998; citado por Centro Internacional de la Papa, 2017).
  
- **Urea:** Fertilizante químico con gran concentración de nitrógeno (46%), el cual se comercializa tanto perlado como granulado, y puede aplicarse en fertirrigación y directo al suelo. Se caracteriza por poseer una alta solubilidad y por ser muy económico en el mercado (Sierra, 2010).
  
- **Fosfato Di amónico:** Fertilizante químico proveniente de la reacción de neutralización entre el amoníaco y el ácido fosfórico  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Su aspecto es sólido granulado y es soluble en agua. Además, se caracteriza por ser incompatible con productos químicos que son alcalinos (Quimics Palmau, s.f.).
  
- **Sulpomag:** Fertilizante de origen natural con una excelente fuente de potasio, magnesio y azufre  $(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4)$ . Se caracteriza por ser apto para la agricultura orgánica y se puede aplicar solo o con otros fertilizantes (Montenegro, 2011).
  
- **Fertilización orgánica:** Consiste en usar abonos orgánicos como estiércol de vacuno, gallinaza, humus de lombriz, etc.; los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Valverde, 1998; citado por Centro Internacional de la Papa, 2017).

- **Guano de isla:** Fertilizante orgánico, natural y completo, el cual es extraído de las islas y puntas guaneras de nuestro litoral. Se caracteriza por contener todos los nutrientes que la planta necesita (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) y es soluble en agua (Agrorural, s.f.).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

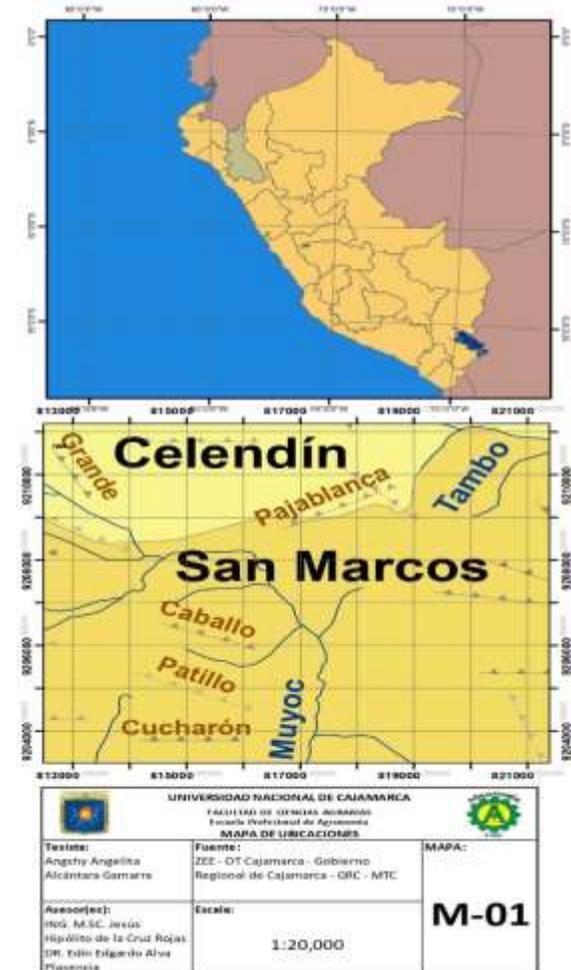
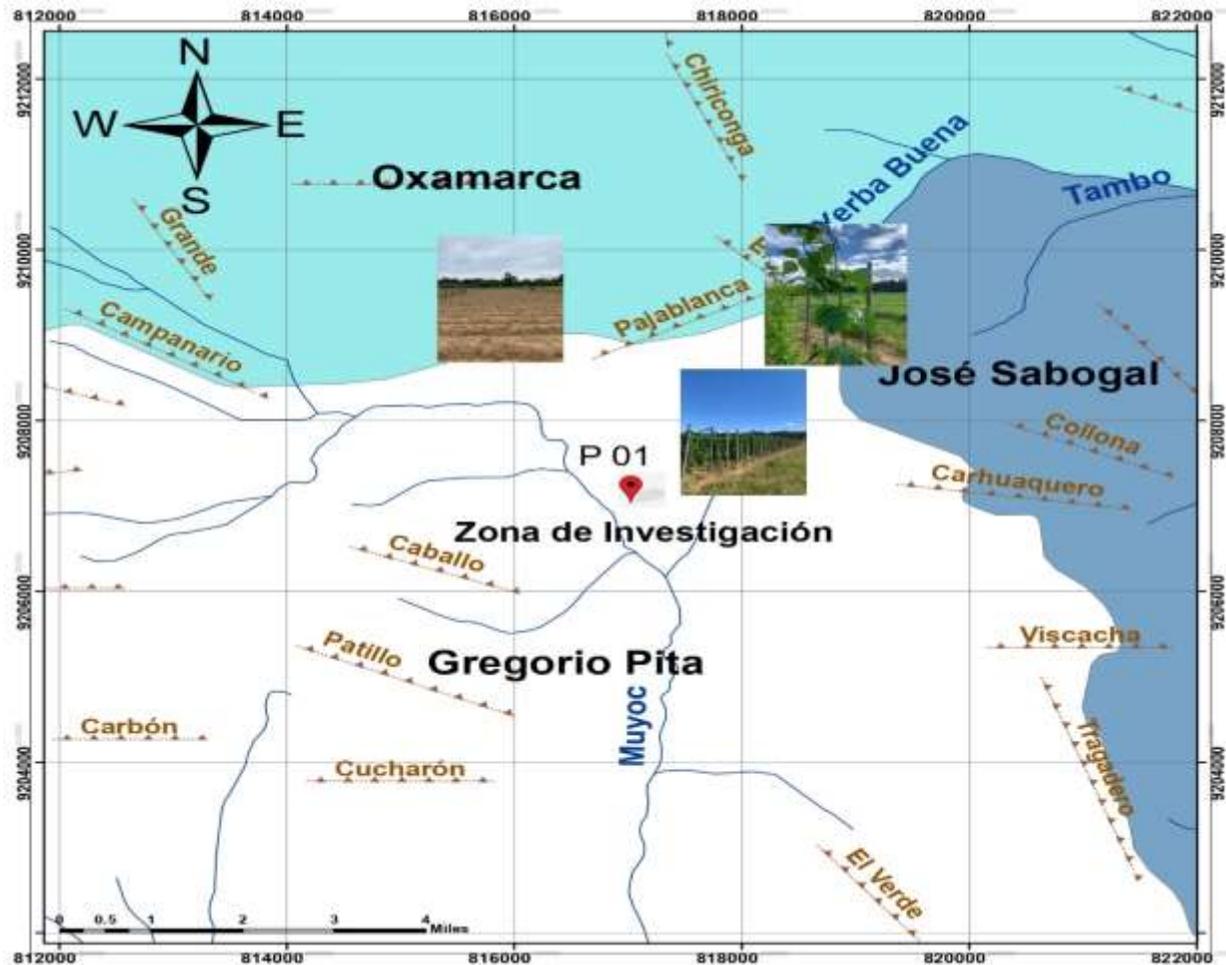
#### **3.1. Ubicación**

El área del estudio de 0.07 ha, estuvo localizada en el Anexo Experimental Cochamarca de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, distrito de Pedro Gálvez, provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca, con coordenadas UTM: Este: 816794.04 m y Norte: 9203851.28 m, a 2820 m.s.n.m. de altitud. Presenta clasificación climática como zona de vida Bosque Seco Montano Bajo Tropical (bs - MBT), clasificado según metodología de Holdridge (1947). La clasificación se realizó según datos climáticos del SENAMHI (2021) que presenta para el periodo de estudio temperatura media de 15.3°C con mínimas y máximas de 9.8 a 23.9°C respectivamente, la precipitación pluvial acumulada fue de 700 mm.

El suelo tiene pH 6.5, con 4.12% de materia orgánica, 9.07 ppm de fósforo y 305 ppm de potasio. Cabe resaltar que, anteriormente en este suelo se había sembrado kiwicha (INIA, 2022).

Figura 2

Mapa de ubicación del experimento (Anexo Experimental Cochamarca de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca).



## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Material vegetal

La semilla utilizada corresponde a tres ecotipos de frijol ñuña procedentes de la colección de ñuña de la Subdirección de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

- Ñuña Pava
- Ñuña Negra grande
- Ñuña Colorada

### 3.2.2. Fertilizantes

Se utilizaron como fuentes de fertilización:

- **Química:** Urea (46% N), Fosfato Di amónico (18% N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Sulpomag (22% K<sub>2</sub>O, 18% S, 22% MgO).
- **Orgánica:** Guano de isla (10% N, 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2% K<sub>2</sub>O) y Sulpomag (22% K<sub>2</sub>O, 18% S, 22% MgO).

Cabe resaltar que, el análisis de suelo fue determinante para la cantidad que se aplicó de fertilizantes, pues se cubrió el total del requerimiento nutricional que necesita el frijol ñuña para su crecimiento y desarrollo adecuado.

### 3.2.3. Herramientas

- Picos
- Lampas
- Barretas
- Baldes
- Palanas

#### **3.2.4. Maquinaria y Equipos**

- Tractor (arado)
- Mochila de fumigar
- Balanza
- Estufa
- Vernier

#### **3.2.5. Material de escritorio**

- Papel
- Computadora
- Lapicero
- Regla

#### **3.2.6. Otros materiales e insumos**

- Postes de madera
- Alambre galvanizado
- Rafia
- Cámara fotográfica
- Wincha
- Cordel

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Factores estudiados

**Tabla 1**

*Factores y niveles del experimento*

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
<b>Ecotipos</b>	E1 = Ñuña Pava E2 = Ñuña Negra grande E3 = Ñuña Colorada
<b>Fuente de fertilización</b>	Requerimiento de nutrientes según análisis de suelo: 60 N – 45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 35 K <sub>2</sub> O. F1 = Química, compuesta por Urea 92.15 Kg ha <sup>-1</sup> + Fosfato Di amónico 97.83 Kg ha <sup>-1</sup> + Sulpomag 159.09 Kg ha <sup>-1</sup> . F2 = Orgánica, compuesta por Guano de isla 600 Kg ha <sup>-1</sup> + Sulpomag 104.5 Kg ha <sup>-1</sup> . F3 = Mixta (orgánica + química), compuesta por Guano de isla 250 Kg ha <sup>-1</sup> + Fosfato Di amónico 43.5 Kg ha <sup>-1</sup> + Sulpomag 136.4 Kg ha <sup>-1</sup> + Urea 59 Kg ha <sup>-1</sup> . F4 = Sin fertilizante

- **Ecotipos:** En el estudio fueron ubicados al azar en cada uno de los tratamientos.
- **Fuentes de fertilización:** Se calcularon teniendo en cuenta el análisis de suelo emitido por el laboratorio en función al requerimiento de la especie.
  - **Química:** Se adicionó Urea, Fosfato Di amónico y Sulpomag en su totalidad a los 25 días después de la siembra.

- **Orgánica:** Se adicionó Guano de isla y Sulpomag en su totalidad a los 25 días después de la siembra.
- **Mixta:** Estuvo compuesta por la fuente química y orgánica, al 50% cada una. Se adicionó Guano de isla, Sulpomag, Urea y Fosfato Di amónico en su totalidad a los 25 días después de la siembra.

### 3.3.2. Variables evaluadas

#### - Variables agronómicas

- **Días a la emergencia:** Esta característica se evaluó en días, desde la siembra hasta la emergencia del 50% de plantas.
- **Días a la floración:** Esta característica se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tengan su primera flor. La evaluación se realizó en forma visual en los dos surcos centrales.
- **Susceptibilidad a factores bióticos:** *Uromyces phaseoli*, *Erysiphe polygoni*, *Colletotrichum lindemuthianum*. Se evaluó utilizando la escala de “alta, media, baja” y se le asignó un porcentaje.
- **Días a la madurez fisiológica:** Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas posean vainas que están empezando a secarse o cambiando de color. La evaluación se realizó en forma visual en los dos surcos centrales.

#### - Variables de rendimiento

- **Número de vainas por planta:** Se contó el número de vainas de 10 plantas de cada parcela tomadas al azar. Se registró el promedio de las 3 repeticiones.
- **Número de granos por vaina:** Se contó el número de granos por vaina, para lo cual se tomó una muestra representativa de 20 vainas para cada tratamiento y cada bloque.

- **Peso de 100 semillas (g):** Se obtuvo el peso de las semillas en gramos de un promedio de 100 semillas tomadas de vainas maduras escogidas al azar y se registró el promedio de las 3 repeticiones.
- **Peso de semillas por planta (g):** Se obtuvo el peso de las semillas en gramos por cada planta.
- **Rendimiento de grano seco (Kg ha<sup>-1</sup>):** Se obtuvo el peso de todas las semillas secas tomadas de las vainas maduras cosechadas de las plantas por tratamiento. Se registró los promedios de las tres repeticiones y luego se expresó en Kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.3.3. Diseño experimental

En el experimento se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

- **Arreglo de tratamientos:** Mediante el factorial 3 x 4.
  - **Factor A:** E1 = Ñuña Pava  
E2 = Ñuña Negra grande  
E3 = Ñuña Colorada
  - **Factor B:** F1 = Fuente química  
F2 = Fuente orgánica  
F3 = Fuente mixta  
F4 = Sin fertilizante
- **Tratamientos:** 12
- **Bloques o repeticiones:** 3
- **Total de tratamientos =** 36

#### 3.3.3.1. Modelo estadístico lineal para un Diseño de Bloques Completos al Azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

- **Y<sub>ij</sub>:** Observación en la unidad experimental.

- $\mu$ : Es el efecto medio (media poblacional).
- $\tau_i$ : Es el efecto del tratamiento i.
- $\beta_j$ : Es el efecto del bloque j.
- $\epsilon_{ij}$ : Valor aleatorio, error experimental de la u.e. i, j.
- **t**: número de tratamientos
- **n**: número de repeticiones por tratamientos

Es importante mencionar que, en un experimento factorial los tratamientos surgen de la combinación de los niveles de un factor con los niveles de los otros factores. A continuación, se muestra la descripción de los tratamientos del experimento.

### 3.3.3.2. Tratamientos

**Tabla 2**

*Bloques y tratamientos del experimento*

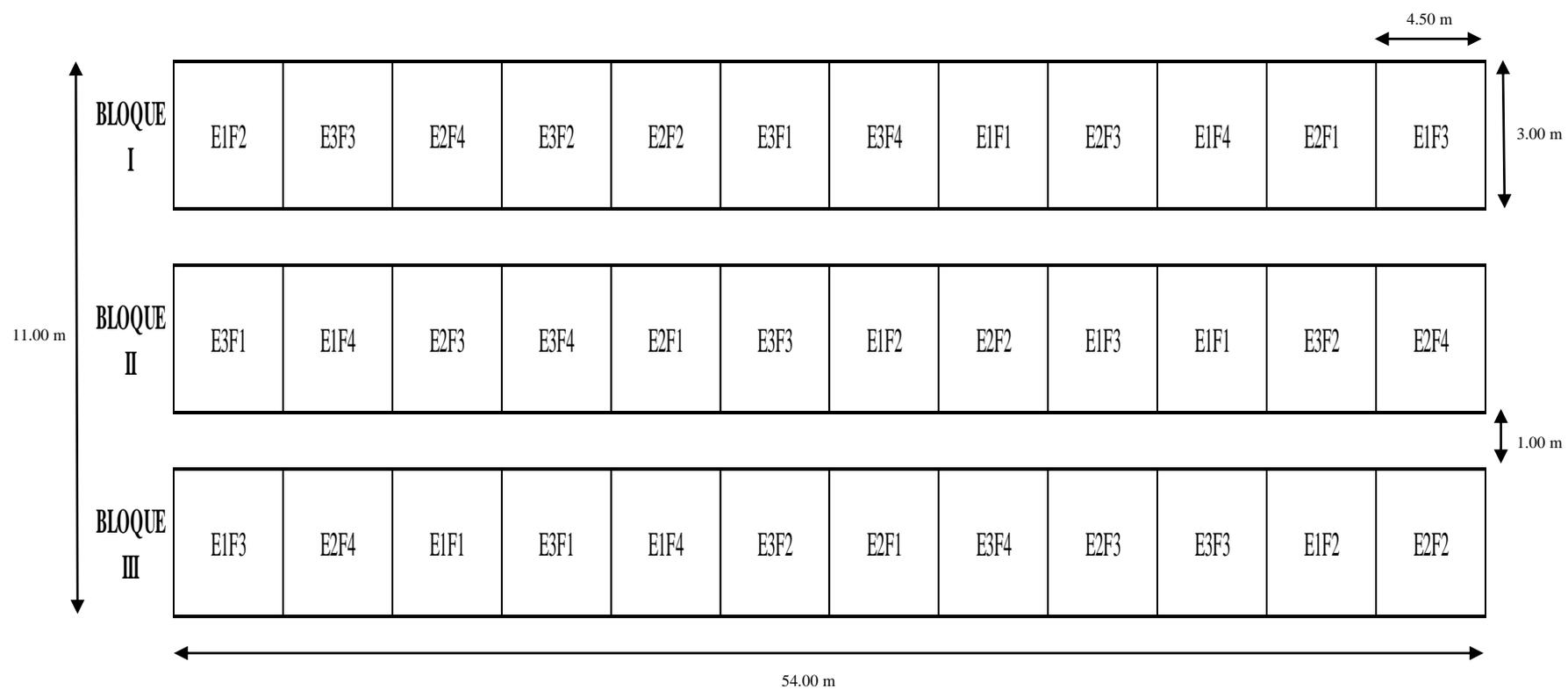
Bloque	Tratamiento	Descripción
I	T1: E1F3	Ñuña Pava + fertilización mixta
	T2: E2F1	Ñuña Negra grande + fertilización química
	T3: E1F4	Ñuña Pava + sin fertilización
	T4: E2F3	Ñuña Negra grande + fertilización mixta
	T5: E1F1	Ñuña Pava + fertilización química
	T6: E3F4	Ñuña Colorada + sin fertilización
	T7: E3F1	Ñuña Colorada + fertilización química
	T8: E2F2	Ñuña Negra grande + fertilización orgánica
	T9: E3F2	Ñuña Colorada + fertilización orgánica
	T10: E2F4	Ñuña Negra grande + sin fertilización
	T11: E3F3	Ñuña Colorada + fertilización mixta
	T12: E1F2	Ñuña Pava + fertilización orgánica

II	T13: E3F1	Ñuña Colorada + fertilización química
	T14: E1F4	Ñuña Pava + sin fertilización
	T15: E2F3	Ñuña Negra grande + fertilización mixta
	T16: E3F4	Ñuña Colorada + sin fertilización
	T17: E2F1	Ñuña Negra grande + fertilización química
	T18: E3F3	Ñuña Colorada + fertilización mixta
	T19: E1F2	Ñuña Pava + fertilización orgánica
	T20: E2F2	Ñuña Negra grande + fertilización orgánica
	T21: E1F3	Ñuña Pava + fertilización mixta
	T22: E1F1	Ñuña Pava + fertilización química
	T23: E3F2	Ñuña Colorada + fertilización orgánica
	T24: E2F4	Ñuña Negra grande + sin fertilización
III	T25: E2F2	Ñuña Negra grande + fertilización orgánica
	T26: E1F2	Ñuña Pava + fertilización orgánica
	T27: E3F3	Ñuña Colorada + fertilización mixta
	T28: E2F3	Ñuña Negra grande + fertilización mixta
	T29: E3F4	Ñuña Colorada + sin fertilización
	T30: E2F1	Ñuña Negra grande + fertilización química
	T31: E3F2	Ñuña Colorada + fertilización orgánica
	T32: E1F4	Ñuña Pava + sin fertilización
	T33: E3F1	Ñuña Colorada + fertilización química
	T34: E1F1	Ñuña Pava + fertilización química
	T35: E2F4	Ñuña Negra grande + sin fertilización
	T36: E1F3	Ñuña Pava + fertilización mixta

### 3.3.3.3. Distribución de tratamientos

**Figura 3**

*Distribución de tratamientos en el campo experimental.*



### **3.3.4. Conducción del experimento**

**3.3.4.1. Análisis de suelo:** Antes de la siembra se tomó una muestra de suelo, del campo donde se realizó el experimento, la misma que se remitió al laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - INIA.

**3.3.4.2. Limpieza y preparación del terreno:** Se realizó con tractor, arando el suelo a una profundidad de 40 cm, luego se realizó una cruz y finalmente se pasó rastra para un adecuado mullido del suelo.

**3.3.4.3. Trazado y delimitación de parcelas:** En campo, utilizando estacas, cal, wincha y cordel, se realizó el trazado y delimitación de tratamientos y bloques. Entre bloques se ubicaron calles de 1 m de ancho; cada parcela de los tratamientos tuvo una dimensión de 3.0 m de ancho y 4.5 m de largo.

**3.3.4.4. Trazado de surcos:** Esta labor se realizó utilizando el tractor (surcador), y una wincha. El distanciamiento entre surcos fue de 0.9 m y se realizó el día anterior a la siembra.

**3.3.4.5. Selección de semilla:** Antes de la siembra se realizó una selección de granos, eliminando los deformes, picados y agrietados. Luego se contó por cada tratamiento 70 semillas previamente desinfectadas para posteriormente ser depositadas en sobres de papel rotulados con la identificación de cada tratamiento. Se utilizó semillas de frijol tipo ñuña de los ecotipos: Pava, Negra grande y Colorada; las cuales se adquirieron de la Colección de germoplasma de Ñuña de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca.

**3.3.4.6. Desinfección de semilla:** Las semillas fueron humedecidas en agua, luego se les esparció un insecticida en polvo (Tifón 2.5% PS); a continuación, se las dejó secar por una hora e inmediatamente se realizó la siembra.

**3.3.4.7. Siembra:** En el fondo del surco se distribuyó la semilla a razón de 2 semillas por golpe y a una distancia de 0.50 m. Para finalizar esta labor se realizó el tapado de la semilla con una capa delgada de tierra de 5 cm de espesor.

**3.3.4.8. Colocación de postes, alambre y rafia:** Se colocaron postes de 2.50 m de alto, luego se procedió a colocar alambre de amarre N° 16 en la parte distal de los postes sujetado con clavos y finalmente en el alambre se colocó rafia a 0.40 m de distancia entre cada porción de rafia, para facilitar el guiado de la ñuña.

**3.3.4.9. Fertilización:** Para los tres tipos de fertilización, se colocaron los fertilizantes en golpes a 15 cm de distancia de las plántulas, en el fondo del surco, a los 25 días después de la siembra.

**3.3.4.10. Deshierbo:** Se realizaron dos deshierbos a los 28 y 80 días de instalado el experimento. Esta labor consistió básicamente en eliminar todos los arvenses que hayan emergido en el experimento. Se realizó en forma manual con ayuda de una lampa teniendo cuidado de no afectar a las plantas de ñuña.

**3.3.4.11. Riegos:** Se realizó cuando la humedad del suelo lo exigió. Los primeros meses gracias a las constantes lluvias no fue necesario realizar riegos, sin embargo, a partir del tercer mes se regó dos veces a la semana.

**3.3.4.12. Control de plagas y enfermedades:** Antes de llevar a cabo esta labor, se realizó una evaluación previa. Y la aplicación de productos se dio en base a los resultados de la evaluación del cultivo y a las recomendaciones de la ficha técnica del producto. El insecticida en polvo aplicado fue Tifón 2.5% PS, el cual posee como ingrediente activo a Chlorpyrifos.

**3.3.4.13. Guiado:** Esta labor se realizó cada vez que fue necesario, con el fin de que las plantas tengan una mejor iluminación, menos competencia entre órganos y las guías mejor distribuidas. Para esta labor se utilizó rafia, que se sujetó en un alambre colocado sobre postes de madera a una altura de 2.50 m.

**3.3.4.14. Cosecha:** Se realizó de forma manual cuando las vainas de la ñuña tenían cerca del 20 por ciento de humedad. Esta labor consistió básicamente en arrancar las vainas de la planta y luego se las puso a secar hasta que el contenido de humedad del grano fue del 14 por ciento.

**3.3.4.15. Trilla o desgrane:** Se realizó en vivero, de manera manual con la ayuda de un garrote y también mediante el “pisoteo”. Las vainas fueron golpeadas hasta que permitió la salida de los granos; posteriormente se secaron por dos días bajo el sol.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la técnica de análisis de varianza correspondiente a un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Cuando se encontraron diferencias significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ), se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan con la finalidad de conocer qué tratamientos presentan diferencias significativas. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT versión 2017.1.2, cuyos reportes e interpretación se muestran a continuación.

#### 4.1. Efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes agronómicos

##### 4.1.1. Días a la emergencia

**Tabla 3**

*Análisis de varianza del número días a la emergencia de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	5.17	2	2.58	1.16	0.3171
Ecotipo	995.17	2	497.58	223.97	<0.0001
Fuente de fertilización	32.67	3	10.89	4.90	0.0033
Ecotipo x F. de fertilización	24.83	6	4.14	1.86	0.0953
Error	208.83	94	2.22		
Total	1266.67	107			

$$CV = 8.88\%$$

Según la tabla 3, que muestra los resultados del análisis de varianza, se concluye que el número de días a la emergencia no presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0953 > 0.05$ ). Con ello, se infiere que la hipótesis nula se acepta, lo que indica que todos los tratamientos son iguales o idénticos y, por ende, se demuestra que la variable días a la emergencia no es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los

diferentes ecotipos de ñuña. A su vez, es importante resaltar que, entre ecotipos y fuentes de fertilización si existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0033<0.05$ ).

**Tabla 4**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la emergencia entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Ecotipo	Medias	N		
E1	19.67	36	A	
E2	18.08	36		B
E3	12.58	36		C

En la tabla 4, se muestra la comparación de medias según la prueba del rango múltiple de Duncan, donde indica que el Ecotipo 3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos días en germinar (12.58 días), seguido por el Ecotipo 2 (Ñuña Negra grande) que demoró 18.08 días y finalmente el que demoró más en germinar fue el Ecotipo 1 (Ñuña Pava) con 19.67 días.

**Tabla 5**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la emergencia entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Fuente de fertilización	Medias	n		
F1	17.44	27	A	
F3	17.11	27	A	B
F2	16.56	27		B C
F4	16	27		C

En la tabla 5, se muestra la comparación entre fuentes de fertilización, donde las fuentes que tuvieron menos demora fueron la F4 (Sin Fertilización) y F2 (Fertilización Orgánica), con 16 y 16.56 días respectivamente, y la que demoró más fue la F1

(Fertilización Química) con 17.44 días. Estos resultados encontrados son consistentes con estudios similares que indican que la fertilización química puede retrasar la emergencia, en parte debido a la liberación rápida de nutrientes que no siempre se sincroniza bien con las etapas iniciales de germinación, mientras que los fertilizantes orgánicos proporcionan una liberación de nutrientes más lenta y sostenida, lo que puede ser más adecuado para un crecimiento inicial saludable en frijoles (Jian y Zou, 2024).

Según la revisión de literatura, no se conoce de la existencia de estudios anteriores con referencia a la variable días a la emergencia en relación a los tres ecotipos estudiados en esta investigación. Sin embargo, se ha comparado con otras investigaciones, en las cuales se han estudiado diferentes cultivares, tal como González (2014) en su estudio realizado en Ayacucho muestra resultados que difieren ligeramente a los reportados en esta investigación, puesto que se observaron tiempos de emergencia en los cultivares CFA-029, CFA-011 y CFA-028 entre 8 y 11 días. Estas diferencias pueden atribuirse a las variaciones en las condiciones agroecológicas entre Ayacucho y Cajamarca, particularmente la altitud, temperatura y humedad, las cuales influyen en el comportamiento fisiológico de la semilla. Además, el uso de diferentes fuentes de fertilización y ecotipos en mi estudio pudo haber contribuido a estas variaciones. La fertilización orgánica, que favorece un entorno más estable para el desarrollo temprano de las plántulas, podría haber sido clave en la emergencia más rápida de la ñuña Colorada, mientras que la fertilización química, como se ha visto en otros estudios, tiende a retrasar la germinación debido a su liberación rápida de nutrientes (Jian y Zou, 2024).

Cabe mencionar que, Aliaga (2022) apoya los resultados de este estudio, puesto que en su investigación indica que los factores ambientales como la disponibilidad de agua y los tratamientos de fertilización afectan de manera significativa en la germinación del frijol ñuña. Estos factores podrían explicar las variaciones en los días a la emergencia en este estudio. Además, las diferencias entre los ecotipos pueden estar influenciadas por su capacidad de adaptación a las condiciones específicas del suelo y el clima de Cajamarca, así como la fuente de fertilización aplicada.

A su vez, los resultados obtenidos en el presente estudio, donde la interacción entre los ecotipos de frijol ñuña y las diferentes fuentes de fertilización no mostró diferencias significativas en los días a la emergencia, coinciden con los resultados

reportados por Rojas (2010), puesto que sus resultados mostraron que la emergencia de los diferentes cultivares no presentó diferencias significativas relacionadas con las condiciones de cultivo, lo que es coherente con los resultados obtenidos en esta investigación. En ambos estudios, los factores relacionados con las condiciones agroecológicas parecen tener un mayor impacto sobre la emergencia, lo que podría explicar por qué las diferencias entre fuentes de fertilización no fueron evidentes. Esto sugiere que, al menos para esta variable, las respuestas agronómicas del frijol ñuña son más uniformes y menos influenciadas por las distintas fuentes de fertilización.

#### 4.1.2. Días a la floración

**Tabla 6**

*Análisis de varianza del número días a la floración de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	2.67	2	1.33	4.27	0.0167
Ecotipo	418.67	2	209.33	670.82	<0.0001
Fuente de fertilización	4.00	3	1.33	4.27	0.0071
Ecotipo x F. de fertilización	8.00	6	1.33	4.27	0.0008
Error	29.33	94	0.31		
Total	462.67	107			

$$CV = 0.55\%$$

En la tabla 6, que muestra los resultados del análisis de varianza, se concluye que el número de días a la floración presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0008<0.05$ ). Con ello, se infiere que la hipótesis nula se rechaza, lo que indica que no todos los tratamientos son iguales, sino que existe al menos uno diferente. Debido a esto, se demuestra que la variable días a la floración si es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Cabe mencionar que, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0167<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0071<0.05$ ).

**Tabla 7**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Bloque	Medias	n	
III	101.33	36	A
II	101.33	36	A
I	101	36	B

En la tabla 7, se observa el test de Duncan, donde señala que entre bloques existen diferencias significativas, lo que demuestra que existen factores externos que influyeron en la variabilidad de los datos. Estas diferencias pueden deberse principalmente a factores abióticos, razón por la cual se justifica la utilización del diseño experimental DBCA. Los bloques II y III son estadísticamente diferentes al bloque I, puesto que los primeros poseen medias de 101.33, los cuales difieren a 101.

**Tabla 8**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E2	104	36	A
E1	100	36	B
E3	99.67	36	C

En la tabla 8, se muestra la comparación entre ecotipos, en donde indica que el E3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos días en florecer (99.67 días), seguido por el E1 (Ñuña Pava) con 100 días y finalmente el E2 (Ñuña Negra grande) que demoró 104 días.

**Tabla 9**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Fuente de fertilización	Medias	n		
F3	101.33	27	A	
F4	101.33	27	A	
F1	101.33	27	A	
F2	100.89	27	B	

En la tabla 9, en la cual se muestra la comparación entre fuentes de fertilización, la fuente que tuvo menos demora en la floración fue la F2 (Fertilización Orgánica), con 100.89 días, y las fuentes que tuvieron más demora en la floración fueron F1, F4 y F3 con 101.33 días (constituyendo un subconjunto).

**Tabla 10**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número días a la floración entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05					
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n		
E2	F1	104	9	A	
E2	F2	104	9	A	
E2	F3	104	9	A	
E2	F4	104	9	A	
E3	F1	100	9	B	
E3	F3	100	9	B	
E3	F4	100	9	B	
E1	F1	100	9	B	
E1	F3	100	9	B	
E1	F4	100	9	B	
E1	F2	100	9	B	
E3	F2	98.67	9	C	

La tabla 10 indica que en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento E3F2 (Ñuña Colorada con fertilización orgánica) es el que demoró menos días en florecer (98.67 días).

Quispe (2017) en su investigación realizada en Cusco muestra resultados diferentes a los encontrados en esta investigación, puesto que menciona que el frijol común alcanza la floración entre los 27 y 33 días. Esta gran diferencia en los días a la floración puede deberse a varios factores, como la variación en las condiciones climáticas, altitud, y el tipo de manejo agronómico entre los sitios de estudio, así como la diversidad genética entre los ecotipos de frijol ñuña y el frijol común. Por el contrario, Cuadros (2016) reporta un mayor número de días para llegar a la floración en los tratamientos con inoculación de *Rhizobium* (125.56 días) y fertilización NPK (126.67 días) en algunos cultivares de ñuña. Estos resultados son mayores a los encontrados en esta investigación, puesto que la utilización de *Rhizobium* y fertilizantes químicos podría haber contribuido a un ciclo más largo, debido a la mejora en la disponibilidad de nutrientes y su efecto en el crecimiento vegetativo de las plantas.

Con respecto a los resultados obtenidos en la comparación entre fuentes de fertilización y la interacción de los ecotipos con las fuentes, estos concuerdan con Flores (2020), quien reportó que la aplicación de fertilizantes orgánicos aceleró el tiempo de los procesos fenológicos del frijol como la floración. Esto podría deberse a que los fertilizantes orgánicos mejoran la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes de forma más gradual, favoreciendo el desarrollo radicular y la absorción eficiente de agua y nutrientes, lo que acelera el crecimiento de las plantas y su transición a la floración.

Santa Cruz y Vásquez (2021) en su investigación realizada en INIA, determinaron que la ñuña Colorada es la que demora menos días en florecer en comparación a la ñuña Negra y Pava. Esto coincide con los obtenidos en esta investigación. Sin embargo, es importante resaltar que el número de días que obtuvieron no son totalmente iguales en términos de número exacto, pero sí son cercanos y comparables con los de esta investigación. Esta variación pudo deberse a la influencia de las fuentes de fertilización en los diferentes ecotipos estudiados.

### 4.1.3. Susceptibilidad a roya

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de la susceptibilidad a roya de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.04	2	0.02	7.87	0.0007
Ecotipo	0.13	2	0.07	23.18	<0.0001
Fuente de fertilización	0.07	3	0.02	8.47	<0.0001
Ecotipo x F. de fertilización	0.11	6	0.02	6.61	<0.0001
Error	0.27	94	0.0028		
Total	0.62	107			

$$CV = 24.90\%$$

Según la tabla 11, que muestra los resultados del análisis de varianza, se concluye que la susceptibilidad a roya presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0001<0.05$ ), lo que indica que la variable susceptibilidad a roya si es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Cabe mencionar que, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0007<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ).

**Tabla 12**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Bloque	Medias	n	
I	0.14	36	A
II	0.12	36	A
III	0.09	36	B

En la tabla 12, se observa la prueba de rango múltiple de Duncan, donde señala que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo los bloques I y II

estadísticamente diferentes al bloque III, ya que poseen medias de 14% y 12%, los cuales difieren a 9%.

**Tabla 13**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E2	0.17	36	A
E3	0.10	36	B
E1	0.09	36	B

En la tabla 13, se aprecia la comparación entre ecotipos, en la cual se evidencia que el E2 (Ñuña Negra grande) es el más susceptible a roya (17%) y, el E3 (Ñuña Colorada) y E1 (Ñuña Pava) son los menos susceptibles a roya (10% y 9% respectivamente).

**Tabla 14**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Fuente de fertilización	Medias	n	
F3	0.14	27	A
F1	0.13	27	A
F2	0.13	27	A
F4	0.07	27	B

En la tabla 14, se muestra la comparación entre fuentes de fertilización, la cual indica que las fuentes que tuvieron mayor susceptibilidad a roya fueron la F3 (Fertilización Mixta), F1 (Fertilización Química) y F2 (Fertilización Orgánica) con 14%, 13% y 13% respectivamente; y la fuente que tuvo menor susceptibilidad a roya fue la F4 (Sin fertilización), con 7%. Estos últimos resultados podrían relacionarse con un desequilibrio nutricional provocado por el uso combinado de fertilizantes orgánicos y

químicos, lo cual puede afectar la resistencia de la planta. En un estudio realizado en Lima, se observó que la dosificación de nutrientes puede influir en la respuesta de distintas variedades de frijol, y un exceso de nitrógeno puede hacerlas más vulnerables a ciertas enfermedades fúngicas, como la roya, debido al mayor desarrollo vegetativo que puede favorecer el ambiente para patógenos (Yánac, 2018).

**Tabla 15**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a roya entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05						
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n			
E2	F2	0.22	9	A		
E2	F3	0.22	9	A		
E2	F1	0.16	9		B	
E1	F1	0.15	9		B	
E3	F3	0.13	9		B	C D
E3	F4	0.10	9			C D
E1	F2	0.09	9			C D
E3	F1	0.08	9			C D
E1	F3	0.08	9			C D
E3	F2	0.08	9			C D
E2	F4	0.08	9			C D
E1	F4	0.05	9			D

En la tabla 15, se muestra la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, donde indica que los tratamientos E2F2 (Ñuña Negra grande con fertilización orgánica) y E2F3 (Ñuña Negra grande con fertilización mixta) constituyen un subconjunto, es decir son homogéneos; los mismos que a su vez muestran mayor susceptibilidad a roya (22%). Mientras que, el tratamiento E1F4 (Ñuña Pava sin fertilización), es el que muestra menor susceptibilidad a roya (5%).

Gamarra (2021), observó una mayor incidencia de roya en variedades de frijol con fertilización mixta en comparación con los tratamientos sin fertilización. Este resultado es similar a los obtenidos en este estudio y este comportamiento podría atribuirse a que

la combinación de nutrientes en fertilización mixta fomenta condiciones más favorables para el desarrollo del hongo responsable de la roya.

#### 4.1.4. Susceptibilidad a antracnosis

**Tabla 16**

*Análisis de varianza de la susceptibilidad a antracnosis de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.20	2	0.10	27.87	<0.0001
Ecotipo	0.20	2	0.10	27.87	<0.0001
Fuente de fertilización	0.20	3	0.07	18.60	<0.0001
Ecotipo x F. de fertilización	0.07	6	0.01	3.39	0.0046
Error	0.33	94	0.0035		
Total	0.99	107			

$$CV = 25.23\%$$

Según la tabla 16, que muestra los resultados del análisis de varianza, se concluye que la susceptibilidad a antracnosis presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0046<0.05$ ), lo que indica que la variable susceptibilidad a antracnosis si es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Cabe mencionar que, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0001<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ).

**Tabla 17**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Bloque	Medias	n		
I	0.29	36	A	
II	0.23	36		B
III	0.18	36		C

En la tabla 17, se observa el Test de Duncan, donde señala que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo el bloque I, II y III estadísticamente diferentes entre sí, ya que poseen medias de 29%, 23% y 18% respectivamente.

**Tabla 18**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Ecotipo	Medias	n		
E3	0.29	36	A	
E1	0.23	36		B
E2	0.18	36		C

En la tabla 18, se muestra la comparación entre ecotipos, donde indica que el E3 (Ñuña Colorada) es el más susceptible a antracnosis (29%), mientras que, el E2 (Ñuña Negra grande) es el menos susceptible a antracnosis (18%).

**Tabla 19**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Fuente de fertilización	Medias	n		
F1	0.30	27	A	
F3	0.24	27		B
F4	0.22	27		B
F2	0.18	27		C

En la tabla 19, se observa la comparación entre fuentes de fertilización, la cual indica que la fuente que tuvo mayor susceptibilidad a antracnosis fue la F1 (Fertilización Química), con 30% y la fuente que tuvo menor susceptibilidad a antracnosis fue la F2 (Fertilización Orgánica), con 18%. Esto puede estar relacionado con el impacto que cada tipo de fertilización tiene en la composición del suelo y en la salud del cultivo.

**Tabla 20**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a antracnosis entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n	
E3	F1	0.37	9	A
E3	F3	0.30	9	B
E3	F4	0.28	9	B C
E2	F1	0.28	9	B C
E1	F1	0.25	9	B C D
E1	F3	0.25	9	B C D
E1	F4	0.23	9	C D
E3	F2	0.20	9	D E
E1	F2	0.20	9	D E
E2	F3	0.17	9	E F
E2	F2	0.15	9	E F
E2	F4	0.13	9	F

La tabla 20 nos muestra la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, donde nos indica que el tratamiento E3F1 (Ñuña Colorada con fertilización química) es el que mostró mayor susceptibilidad a antracnosis (37%) y los tratamientos E2F3, E2F2 y E2F4 son los que muestran menor susceptibilidad a antracnosis (constituyendo un subconjunto), con 17%, 15% y 13% respectivamente.

Cansinas (2022), menciona que la fertilización química, aunque efectiva para incrementar la disponibilidad de nutrientes de manera rápida, puede reducir la diversidad microbiana del suelo, debilitando su resistencia natural contra patógenos como los hongos causantes de antracnosis. En cambio, la fertilización orgánica promueve un entorno de suelo más saludable, fomentando organismos benéficos y aumentando la capacidad de la planta para resistir enfermedades. Lo mencionado anteriormente concuerda con los resultados de esta investigación. A su vez, este mismo autor encontró que cuatro variedades de frijol en condiciones de manejo orgánico experimentan una incidencia menor de enfermedades en comparación con los que utilizan altos niveles de fertilización química debido a su influencia sobre el entorno microbiano del suelo y el vigor de las

plantas. Estos resultados son similares a los encontrados en esta investigación, ya que se confirma que los sistemas de fertilización con menor impacto en la biodiversidad del suelo, como los que usan fertilización orgánica, contribuyen a una mayor tolerancia del frijol a enfermedades comunes como la antracnosis.

#### 4.1.5. Susceptibilidad a oídium

**Tabla 21**

*Análisis de varianza de la susceptibilidad a oídium de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	0.01	0.43	0.6544
Ecotipo	0.74	2	0.37	30.27	<0.0001
Fuente de fertilización	0.0017	3	0.00056	0.05	0.9871
Ecotipo x F. de fertilización	0.49	6	0.08	6.74	<0.0001
Error	1.15	94	0.01		
Total	2.40	107			

$$CV = 21.87\%$$

A partir de la tabla 21, se concluye que la susceptibilidad a oídium presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0001<0.05$ ), lo que indica que la variable susceptibilidad a oídium si es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Cabe mencionar que entre ecotipos también existen diferencias significativas ( $p=0.0001<0.05$ ), mientras que entre bloques y fuentes de fertilización no existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.6544>0.05$ ) y ( $p=0.9871>0.05$ ).

A su vez, es importante resaltar que, de manera general la enfermedad provocada por *Oidium* sp. fue la que atacó con mayor severidad a todo el campo experimental de ñuña. Estos resultados son similares a los encontrados por Wang et al. (2022), quien identificó que la enfermedad conocida como mildiú polvoso incentivada por *Erysiphe vignae*, que es el patógeno *Oidium* en su fase perfecta provoca infecciones graves en frijol común en diversas regiones, debilitando la planta y causando defoliación y muerte de

tejidos infectados, especialmente bajo condiciones climáticas favorables para el hongo. Este patógeno se esparce rápidamente con viento y humedad, factores que pueden ser frecuentes en áreas con microclimas como los de Cajamarca, lugar donde se realizó la experimentación, el cual se caracteriza por tener temperaturas moderadas y presencia de humedad, factores que contribuyeron a que las esporas germinen y se dispersen de forma efectiva. Por estas razones, este patógeno fue el que provocó más daños al cultivo de frijol ñuña.

**Tabla 22**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a oídium entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E2	0.60	36	A
E3	0.53	36	B
E1	0.40	36	C

En la tabla 22, se muestra la comparación entre ecotipos, en donde se deduce que el E2 (Ñuña Negra grande) es el más susceptible a oídium (60%) y el E1 (Ñuña Pava) es el menos susceptible a oídium (40%).

**Tabla 23**

*Prueba del rango múltiple de Duncan de la susceptibilidad a oídium entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05					
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n		
E2	F2	0.67	9	A	
E2	F1	0.65	9	A	
E3	F4	0.63	9	A	B
E2	F3	0.60	9	A	B C
E3	F3	0.53	9		B C D
E3	F2	0.52	9		C D E
E2	F4	0.47	9		D E F
E1	F1	0.45	9		D E F
E3	F1	0.42	9		E F G
E1	F4	0.40	9		E F G
E1	F3	0.40	9		F G
E1	F2	0.33	9		G

A partir de la tabla 23, se infiere que el tratamiento E2F2 (Ñuña Negra grande con fertilización orgánica) es el que mostró mayor susceptibilidad a oídium (67%), junto con E2F1, E3F4 y E2F3, formando un subconjunto (estos tratamientos no son significativamente diferentes). A su vez, los tratamientos E3F1, E1F4, E1F3 y E1F2 son los que muestran menor susceptibilidad a oídium (constituyendo un subconjunto), sin embargo, el tratamiento que mostró la menor susceptibilidad fue el E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica), con 33%.

Reis et al. (2023) observó una alta susceptibilidad de frijol común a enfermedades como el oídio, al emplear fertilización orgánica y mixta. Su estudio mostró que el uso de fertilizantes orgánicos puede proporcionar nutrientes sostenibles, pero a menudo tiene una relación con una mayor vulnerabilidad a ciertos patógenos debido a la alta materia orgánica y al posible incremento de humedad en el suelo, factores que favorecen la germinación y propagación de hongos como el *Oidium* sp. Esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, los mismos que podrían deberse a que una interacción entre la fertilización orgánica o mixta y el ambiente aumenta la predisposición del frijol al patógeno.

Investigaciones encontradas sobre ecotipos o cultivares específicos de frijol muestran variaciones significativas en la susceptibilidad a *Oidium* debido a factores genéticos y fisiológicos que los hacen más o menos propensos a desarrollar esta enfermedad. Tal es el caso del estudio realizado por Gamarra et al. (2018), en el cual se encontró que en la región andina los cultivares de frijol con menor grosor de hoja y más compactos en su arquitectura presentaron mayor susceptibilidad a enfermedades fúngicas como el *Oídium*, al retener más humedad y facilitar el desarrollo del hongo. Esta investigación concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, lo que sugiere que características morfofisiológicas propias del ecotipo pueden influir en la predisposición a *Oídium*.

#### 4.1.6. Días a la madurez fisiológica

**Tabla 24**

*Análisis de varianza del número de días a la madurez fisiológica de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	68.17	2	34.08	3.33	0.0400
Ecotipo	2036.17	2	1018.08	99.50	<0.0001
Fuente de fertilización	112.92	3	37.64	3.68	0.0148
Ecotipo x F. de fertilización	113.83	6	18.97	1.85	0.0969
Error	961.83	94	10.23		
Total	3292.92	107			

$$CV = 1.55\%$$

Según la tabla 24, se concluye que el número de días a la madurez fisiológica no presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0969>0.05$ ). Esto demuestra que la variable días a la madurez fisiológica no es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Sin embargo, cabe mencionar que, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización sí existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0400<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0148<0.05$ ).

**Tabla 25**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Bloque	Medias	n		
III	207.75	36	A	
I	206.50	36	A	B
II	205.83	36		B

A partir de la tabla 25, se infiere que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo el bloque III estadísticamente diferente al bloque II, ya que posee media de 207.75, el cual difiere a 205.83.

**Tabla 26**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Ecotipo	Medias	n		
E2	211.00	36	A	
E1	208.33	36		B
E3	200.75	36		C

Según la tabla 26, el E3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos días en llegar a la madurez fisiológica (200.75 días), seguido por el E1 (Ñuña Pava) que demoró 208.33 días y finalmente el que demoró más en llegar a la madurez fisiológica fue el E2 (Ñuña Negra grande) con 211 días.

**Tabla 27**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de días a la madurez fisiológica entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Fuente de fertilización	Medias	n	
F4	207.56	27	A
F2	207.44	27	A
F1	206.78	27	A
F3	205.00	27	B

A partir de la tabla 27, se concluye que la fuente que tuvo menos demora fue la F3 (Fertilización Mixta), con 205 días, y las fuentes que tuvieron más demora fueron F1, F2 y F4 (constituyendo un subconjunto), siendo la F4 (Sin Fertilización) la que tuvo más demora a la madurez fisiológica, con 207.56 días.

Un estudio realizado por Palomino (2014) en la región de Ayacucho, en donde evaluó el rendimiento de cultivares de frijol en condiciones de ceja de selva, observó que la madurez fisiológica para las variedades de frijol fluctuó entre 80 y 91 días después de la siembra. Estos resultados son diferentes a los encontrados en esta investigación, lo que puede atribuirse a la altitud y el microclima, ya que la ceja de selva de Ayacucho y las condiciones de la sierra en Cajamarca presentan diferencias en temperatura y humedad que impactan la fisiología del cultivo. Sin embargo, ambos estudios resaltan cómo las variaciones en los días a la madurez fisiológica pueden estar influenciadas por las condiciones ambientales y de fertilización específicas de cada ubicación.

Aliaga (2022) en su investigación realizada en Cajamarca, en la cual sometió a distintas accesiones de frijol ñuña a estrés hídrico en invernadero, presenta resultados comparables con los obtenidos en esta investigación, si bien son mayores a los encontrados en este estudio, son cercanos. En tal investigación, el frijol ñuña alcanzó la madurez fisiológica en aproximadamente 234 días, lo cual fue un proceso más prolongado que en condiciones normales debido al déficit de riego. Esta diferencia de días en comparación con los resultados de esta investigación puede atribuirse a las condiciones ambientales, especialmente al estrés hídrico, que tiende a retrasar el desarrollo del cultivo.

Yánac (2018) reportó que las variedades de frijol con mayor dosis de fertilización nitrogenada lograron la madurez fisiológica en menor tiempo en comparación con aquellas con menor o nula fertilización. Estos resultados son similares a los encontrados en esta investigación, los mismos que sugieren que una fertilización adecuada, especialmente combinada o con fuentes orgánicas, puede acelerar el tiempo hasta la madurez fisiológica, optimizando así el ciclo de cultivo en condiciones específicas.

## 4.2. Efecto de tres fuentes de fertilización en los componentes de rendimiento

### 4.2.1. Número de vainas por planta

**Tabla 28**

*Análisis de varianza del número de vainas por planta de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	130.61	2	65.30	1.63	0.2008
Ecotipo	596.39	2	298.19	7.46	0.0010
Fuente de fertilización	1737.25	3	579.08	14.48	<0.0001
Ecotipo x F. de fertilización	1088.97	6	181.49	4.54	0.0004
Error	3758.97	94	39.99		
Total	7312.18	107			

$$CV = 25.07\%$$

A partir de la tabla 28, se concluye que el número de vainas por planta presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0004<0.05$ ). Esto demuestra que la variable número de vainas por planta es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. A su vez, cabe mencionar que entre ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, puesto que ( $p=0.0010<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ). Mientras que, entre bloques no existen diferencias significativas ( $p=0.2008>0.05$ ). Por lo mencionado anteriormente, fue necesario realizar una prueba Post ANVA o Post Hoc para observar entre qué tratamientos existen diferencias significativas.

**Tabla 29**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E3	27.74	36	A
E2	25.83	36	A
E1	22.09	36	B

Según la tabla 29, se deduce que el E3 (Ñuña Colorada) y el E2 (Ñuña Negra grande) son los ecotipos que poseen mayor número de vainas por planta (27.74 y 25.83 respectivamente) constituyendo un subconjunto, mientras que el E1 (Ñuña Pava) es el que posee menor número (22.09).

**Tabla 30**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Fuente de fertilización	Medias	n	
F1	30.50	27	A
F3	27.60	27	A
F2	22.22	27	B
F4	20.55	27	B

La tabla 30 nos indica que la fuente que tuvo mayor número de vainas por planta fue la F1 (Fertilización Química), con 30.50 y la fuente que tuvo menor número fue la F4 (Sin fertilización), con 20.55 vainas/planta. Cabe resaltar que, la F1 y F3 son estadísticamente iguales, y a su vez estadísticamente diferentes a F2 y F4.

**Tabla 31**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05						
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n			
E2	F3	34.11	9	A		
E3	F1	32.86	9	A	B	
E3	F2	30.11	9	A	B	
E1	F1	29.55	9	A	B	
E2	F1	29.10	9	A	B	
E3	F3	26.76	9		B	C
E1	F3	21.94	9			C D
E3	F4	21.25	9			C D
E1	F4	20.72	9			C D
E2	F2	20.43	9			C D
E2	F4	19.68	9			D
E1	F2	16.14	9			D

A partir de la tabla 31, se concluye que los tratamientos E2F3, E3F1, E3F2, E1F1 y E2F1 (constituyen un subconjunto) son los que poseen mayor número de vainas por planta, siendo el E2F3 (Ñuña Negra grande con fertilización mixta) el que posee más número de vainas por planta (34.11) que los demás tratamientos. Mientras que, el tratamiento E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica), es el que posee menor número de vainas por planta (16.14).

Santa Cruz y Vásquez (2021) determinaron que la ñuña Colorada es la que posee mayor número de vainas por planta, seguido por la ñuña Negra y finalmente la ñuña Pava. Esto coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. Sin embargo, es importante resaltar que el número de vainas por planta que obtuvieron no son totalmente iguales en términos de número exacto, pero sí son cercanos y comparables con los de esta investigación. Esta variación pudo deberse a la influencia de las fuentes de fertilización en los diferentes ecotipos estudiados, así como la susceptibilidad de los mismos a las enfermedades que se presentaron durante la experimentación.

Cansinas (2022) en su estudio señaló que las plantas de frijol fertilizadas presentan mayor número de vainas respecto a aquellas que no recibieron fertilización. Estos resultados coinciden con los obtenidos en esta investigación, lo cual respalda la importancia de que la fertilización promueve un mejor desarrollo de las plantas y aumenta el rendimiento de vainas.

Quispe (2017) observó que el tratamiento químico (80-120-100 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) produjo el mayor rendimiento en número de vainas a comparación de los demás tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación y esta similitud sugiere que la fertilización química proporciona nutrientes esenciales en cantidades y formas directamente disponibles para las plantas, favoreciendo un mayor desarrollo de órganos reproductivos como las vainas.

#### 4.2.2. Número de granos por vaina

**Tabla 32**

*Análisis de varianza del número de granos por vaina de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	0.0033	3.36	0.0391
Ecotipo	24.20	2	12.10	12187.27	<0.0001
Fuente de fertilización	0.01	3	0.0031	3.08	0.0313
Ecotipo x F. de fertilización	0.02	6	0.0031	3.08	0.0085
Error	0.09	94	0.00099		
Total	24.33	107			

$$CV = 0.56\%$$

Según la tabla 32, se concluye que el número de granos por vaina presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0085<0.05$ ). Esto demuestra que la variable número de granos por vaina es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. A su vez, cabe mencionar que, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización también

existen diferencias significativas, ya que ( $p=0.0391<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0313<0.05$ ).

**Tabla 33**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Bloque	Medias	n	
II	5.66	36	A
I	5.66	36	A
III	5.64	36	B

A partir de la tabla 33, se infiere que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo el bloque III estadísticamente diferente a los bloques II y I, ya que posee media de 5.64, el cual difiere a 5.66. Cabe mencionar que, los bloques II y I son estadísticamente iguales.

**Tabla 34**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E3	5.99	36	A
E2	5.98	36	A
E1	4.98	36	B

Según la tabla 34, el E3 (Ñuña Colorada) y E2 (Ñuña Negra grande) son los que poseen mayor número de granos por vaina (5.99 y 5.98 respectivamente), mientras que, el E1 (Ñuña Pava) es el que posee menor número (4.98).

**Tabla 35**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Fuente de fertilización	Medias	N		
F4	5.67	27	A	
F1	5.66	27	A	B
F3	5.64	27		B
F2	5.64	27		B

En base a la tabla 35, se deduce que las fuentes que tuvieron mayor número de granos por vaina fueron la F4 (Sin Fertilización) y F1 (Fertilización Química), constituyendo un subconjunto, con 5.67 y 5.66 respectivamente; y las fuentes que tuvieron menor número fueron la F2 y F3, con 5.64 granos/vaina.

**Tabla 36**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05					
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	N		
E2	F2	6.00	9	A	
E2	F4	6.00	9	A	
E3	F1	6.00	9	A	B
E3	F3	6.00	9	A	B
E3	F4	6.00	9	A	B
E3	F2	5.97	9	A	B
E2	F3	5.97	9	A	B
E2	F1	5.97	9		B
E1	F1	5.00	9		C
E1	F4	5.00	9		C
E1	F2	4.97	9		D
E1	F3	4.97	9		D

De acuerdo con la tabla 36, los tratamientos E2F2, E2F4, E3F1, E3F3, E3F4, E3F2 y E2F3 (constituyen un subconjunto) son los que poseen mayor número de granos por vaina (6 y 5.97). Mientras que, los tratamientos E1F3 (Ñuña Pava con fertilización mixta) y E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica), son los que poseen el menor número de granos por vaina (4.97).

Santa Cruz y Vásquez (2021) reportaron que la ñuña Colorada y la ñuña Negra grande son las que poseen mayor número de granos por vaina, y la que posee menor número a comparación de las otras dos es la ñuña Pava. Esto coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. A su vez, es importante resaltar que el número de granos por vaina que obtuvieron en cada ecotipo son similares y comparables con los de esta investigación. Esto podría deberse a que el número de semillas o granos por vaina es parte de la genética propia de la planta y es muy difícil que varíe si se trata de los mismos ecotipos.

Quispe (2017) evaluó la influencia de fuentes de fertilización en algunas variables de rendimiento. Se reportó que el número de granos por vaina osciló entre 5.4 y 6.6 en los diferentes tipos de fertilización. Esto coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, los cuales indican que a pesar del tipo de fertilización aplicada esta variable puede alcanzar rendimientos similares, puesto que en esta investigación esta variable alcanzó resultados similares tanto con la aplicación de fertilización química como sin fertilización y la variación que se dio entre la interacción de los ecotipos con la fuente pudo deberse a que cada ecotipo posee características genéticas distintas.

Yánac (2018) realizó un trabajo en el que encontró que el número de granos por vaina también presenta poca variabilidad, situándose entre 5.6 y 5.8, en diferentes variedades de frijol y de fertilización. Esto a su vez, refuerza la idea de que el potencial genético y las condiciones ambientales pueden influir más significativamente en esta variable que el tipo de fertilización en sí.

### 4.2.3. Peso de 100 semillas

**Tabla 37**

*Análisis de varianza del peso de 100 semillas de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	224.01	2	112.01	6.46	0.0024
Ecotipo	38965.24	2	19482.62	1122.94	<0.0001
Fuente de fertilización	24.84	3	8.28	0.48	0.6989
Ecotipo x F. de fertilización	96.92	6	16.15	0.93	0.4766
Error	1630.87	94	17.35		
Total	40941.87	107			

$$CV = 5.20\%$$

A partir de la tabla 37, se concluye que el peso de 100 semillas no presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.4766>0.05$ ). Esto demuestra que la variable peso de 100 semillas no es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. Sin embargo, cabe mencionar que entre bloques y ecotipos sí existen diferencias significativas, ya que ( $p=0.0024<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ), mientras que entre fuentes de fertilización tampoco existen diferencias significativas ( $p=0.6989>0.05$ ).

**Tabla 38**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de 100 semillas entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Bloque	Medias	n	
I	81.67	36	A
II	80.48	36	A
III	78.20	36	B

En función a la tabla 38, se deduce que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo el bloque III estadísticamente diferente a los bloques I y II, ya que

posee media de 78.20, el cual difiere a 81.67 y 80.48. Cabe mencionar que, los bloques I y II son estadísticamente iguales.

**Tabla 39**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de 100 semillas entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	N	
E2	105.96	36	A
E1	73.55	36	B
E3	60.84	36	C

Tomando en cuenta la tabla 39, el E2 (Ñuña Negra grande) es el que posee el mayor peso de 100 semillas (105.96 gramos), seguido por el E1 (Ñuña Pava) con 73.55 gramos y finalmente el que posee menor peso fue el E3 (Ñuña Colorada) con 60.84 gramos.

Santa Cruz y Vásquez (2021) determinaron que la ñuña Negra grande es la que posee mayor peso de 100 semillas, seguido por la ñuña Pava y finalmente la ñuña Colorada, que posee menor peso a comparación de las otras dos. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación. A su vez, es importante mencionar que el peso de 100 semillas que obtuvieron en cada ecotipo coincide y son comparables con los de esta investigación. Esto podría deberse a los factores genéticos predominantes de cada ecotipo sobre las influencias del manejo agronómico.

Rojas (2010) en su estudio en Ayacucho, encontró que características como el peso de las semillas en distintos cultivares de frijol ñuña están más relacionadas con las particularidades genéticas de cada cultivar que con los factores externos, como la fertilización. Estos resultados son similares a los encontrados en esta investigación, puesto que se destaca que el tamaño y peso de las semillas pueden estar determinados por las condiciones agroecológicas específicas más que por la disponibilidad de nutrientes.

Asimismo, Cruz et al. (2019) al estudiar la fertilización foliar en frijol castilla, demuestran que los efectos de la fertilización pueden ser más evidentes en variables relacionadas con la producción total, pero no necesariamente en el peso de estas. Estos resultados coinciden con los de esta investigación, lo cual podría estar relacionado a la influencia de factores como la estabilidad genética del cultivo.

#### 4.2.4. Peso de semillas por planta

**Tabla 40**

*Análisis de varianza del peso de semillas por planta de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	736.79	2	368.40	2.67	0.0742
Ecotipo	4646.41	2	2323.20	16.87	<0.0001
Fuente de fertilización	8254.07	3	2751.36	19.97	<0.0001
Ecotipo x F. de fertilización	5986.84	6	997.81	7.24	<0.0001
Error	12948.61	94	137.75		
Total	32572.73	107			

$$CV = 24.68\%$$

Según la tabla 40, se concluye que el peso de semillas por planta presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0001<0.05$ ). Esto demuestra que la variable peso de semillas por planta es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. A su vez, cabe mencionar que entre ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, ya que ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ). Mientras que, entre bloques no existieron diferencias ( $p=0.0742>0.05$ ).

**Tabla 41**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	N	
E2	56.13	36	A
E1	46.38	36	B
E3	40.19	36	C

De la tabla 41, se infiere que el E2 (Ñuña Negra grande) es el que posee el mayor peso de semillas por planta (56.13 gramos), seguido por el E1 (Ñuña Pava) con 46.38 gramos y finalmente el E3 (Ñuña Colorada) es el que posee menor peso (40.19 gramos).

**Tabla 42**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Fuente de fertilización	Medias	n	
F1	58.08	27	A
F3	54.17	27	A
F2	40.57	27	B
F4	37.44	27	B

En base a la tabla 42, se deduce que las fuentes que tuvieron mayor peso de semillas por planta fueron la F1 (Fertilización Química) y F3 (Fertilización Mixta), constituyendo un subconjunto, con 58.08 y 54.17 gramos respectivamente; y las fuentes que tuvieron menor peso fueron la F2 (Fertilización Orgánica) y F4 (Sin Fertilización) con 40.57 y 37.44 gramos respectivamente.

**Tabla 43**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del peso de semillas por planta entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05					
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n		
E2	F3	76.22	9	A	
E2	F1	69.02	9	A	B
E1	F1	62.14	9		B
E1	F4	43.59	9		C
E1	F3	43.47	9		C
E3	F1	43.08	9		C
E2	F2	43.08	9		C
E3	F3	42.81	9		C
E3	F2	42.33	9		C
E1	F2	36.30	9		C
E2	F4	36.18	9		C
E3	F4	32.54	9		C

De acuerdo con la tabla 43, los tratamientos E2F3 (Ñuña Negra grande con fertilización mixta) y E2F1 (Ñuña Negra grande con fertilización química), son homogéneos, por lo tanto, constituyen un subconjunto y son los que poseen mayor peso de semillas por planta, con 76.22 y 69.02 gramos respectivamente. Mientras que, el tratamiento E3F4 (Ñuña Colorada sin fertilización) es el que posee menor peso de semillas por planta con 32.54 gramos.

Santa Cruz y Vásquez (2021), si bien no analizaron el peso de semillas por planta de los ecotipos estudiados en su investigación, sí determinaron que la ñuña Negra grande es la que posee mayor peso en términos de grano, seguido por la ñuña Pava y finalmente la ñuña Colorada. La ñuña Negra grande se caracteriza por tener los granos o semillas de mayor tamaño a comparación de la ñuña Pava y Colorada, por ende, su peso también será mayor. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación y podría deberse a las características específicas y/o potencial genético que posee cada ecotipo estudiado.

Por su parte, Yánac (2018) encontró que los mayores rendimientos en términos de peso de semillas fueron en los que se aplicaron más alta dosis de fertilización química (100-80-60 Kg ha<sup>-1</sup> de NPK) en todas las variedades de frijol común evaluadas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en esta investigación, en donde se obtuvo mayor peso de semillas por planta con la fertilización química. Esto resalta cómo las fuentes químicas, al suministrar nutrientes directamente disponibles, favorecen un mayor rendimiento en comparación con las orgánicas o la ausencia de fertilización, que suelen liberar nutrientes más lentamente y en cantidades limitadas.

#### 4.2.5. Rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup>

**Tabla 44**

*Análisis de varianza del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> de los 3 ecotipos de ñuña bajo las diferentes fuentes de fertilización.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1068815.70	2	534407.85	5.57	0.0052
Ecotipo	8252498.55	2	4126249.27	43.04	<0.0001
Fuente de fertilización	4891372.70	3	1630457.57	17.01	<0.0001
Ecotipo x F. de fertilización	3522837.53	6	587139.59	6.12	<0.0001
Error	9011469.02	94	95866.69		
Total	26746993.49	107			

$$CV = 21.59\%$$

A partir de la tabla 44, se concluye que el rendimiento de grano seco presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos del ecotipo con la fuente de fertilización ( $p=0.0001<0.05$ ). Esto demuestra que la variable rendimiento de grano seco es repercutida por las fuentes de fertilización aplicadas a los diferentes ecotipos. A su vez, entre bloques, ecotipos y fuentes de fertilización también existen diferencias significativas, pues ( $p=0.0052<0.05$ ), ( $p=0.0001<0.05$ ) y ( $p=0.0001<0.05$ ).

**Tabla 45**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre bloques.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Bloque	Medias	n	
II	1574.57	36	A
III	1368.16	36	B
I	1359.21	36	B

En función a la tabla 45, se deduce que entre bloques sí existen diferencias significativas, siendo el bloque II estadísticamente diferente a los bloques III y I, ya que posee media de 1574.57, el cual difiere a 1368.16 y 1359.21. Cabe resaltar que, los bloques III y I son estadísticamente iguales.

**Tabla 46**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre los 3 ecotipos de ñuña.*

Test Duncan Alfa = 0.05			
Ecotipo	Medias	n	
E2	1642.74	36	A
E3	1615.84	36	A
E1	1043.36	36	B

Según la tabla 46, el E2 (Ñuña Negra grande) y E3 (Ñuña Colorada) son los que poseen el mayor rendimiento de grano seco (1642.74 y 1615.84 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente) y el E1 (Ñuña Pava) es el que posee menor rendimiento (1043.36 Kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabla 47**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05				
Fuente de fertilización	Medias	n		
F1	1710.97	27	A	
F3	1511.31	27		B
F2	1390.40	27		B
F4	1123.24	27		C

De acuerdo con la tabla 47, la fuente que tuvo mayor rendimiento de grano seco fue la F1 (Fertilización Química) con 1710.97 Kg ha<sup>-1</sup>; y la fuente que tuvo menor rendimiento fue la F4 (Sin fertilización) con 1123.24 Kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 48**

*Prueba del rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> entre la interacción de los 3 ecotipos y las 4 fuentes de fertilización.*

Test Duncan Alfa = 0.05					
Ecotipo	Fuente de fertilización	Medias	n		
E2	F1	2075.21	9	A	
E3	F2	1905.08	9	A	B
E2	F3	1872.74	9	A	B
E3	F3	1698.91	9		B C
E3	F1	1610.61	9		B C
E1	F1	1447.1	9		C D
E2	F2	1424.13	9		C D
E3	F4	1248.77	9		D E
E2	F4	1198.87	9		D E F
E1	F3	962.27	9		E F G
E1	F4	922.09	9		F G
E1	F2	841.98	9		G

Según la tabla 48, los tratamientos E2F1, E3F2 y E2F3 son homogéneos (subconjunto) y son los que poseen mayor rendimiento de grano seco. Siendo el

tratamiento E2F1 (Ñuña Negra grande con fertilización química) el que posee el mayor rendimiento, con 2075.21 Kg ha<sup>-1</sup>. Mientras que, el tratamiento E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica) es el que posee el menor rendimiento.

Santa Cruz y Vásquez (2021) reportaron que la ñuña Colorada es la que posee mayor rendimiento (1150 Kg ha<sup>-1</sup>), seguido por la ñuña Pava (919 Kg ha<sup>-1</sup>) y finalmente la ñuña Negra grande (635 Kg ha<sup>-1</sup>). Estos resultados son diferentes a los obtenidos en esta investigación y ello podría deberse a la influencia de las condiciones climáticas, así como de las fuentes de fertilización aplicadas, puesto que en esta investigación la que posee mayor rendimiento que las demás es la ñuña Negra grande. Además, es de suma importancia mencionar que, los rendimientos obtenidos en todos los ecotipos con la influencia de las fuentes de fertilización son altos y mucho mayores que los obtenidos en la investigación de los autores mencionados. Esto quiere decir que los ecotipos estudiados han respondido de manera positiva arrojando altos rendimientos en términos de grano seco gracias a las fuentes de fertilización aplicadas (química, orgánica y mixta).

Quispe (2017) determinó que el tratamiento químico 80 - 120 - 100 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) con 2064 Kg ha<sup>-1</sup> ocupó el primer lugar en la variable rendimiento a comparación de la fertilización orgánica y testigo. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación, en donde también se obtuvo que la fuente de fertilización química fue la que alcanzó mayor rendimiento a comparación de la mixta, orgánica y sin fertilización. Esto puede fundamentarse en la eficacia de los fertilizantes químicos para suplir rápidamente las necesidades nutricionales del cultivo.

Cansinas (2022) en su investigación en Santa Ana encontró que la variedad de frijol Red King, bajo un sistema de monocultivo y con un nivel alto de fertilización química, alcanzó el mayor rendimiento a comparación de los demás tratamientos, con 1744.13 Kg ha<sup>-1</sup>. Estos resultados coinciden con los encontrados en esta investigación, puesto que en ambos estudios se destaca a la fertilización química como el tipo de fuente que más favorece significativamente el rendimiento en grano seco debido a su disponibilidad inmediata de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales incrementan el desarrollo vegetativo y productivo de la planta. Asimismo, es importante resaltar que las condiciones agroecológicas y la genética de los ecotipos pueden influir en la respuesta positiva al uso de fertilizantes.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- En el componente de días a la emergencia, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, no se presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos; en relación a los ecotipos, el E3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos días en germinar (12.58 días); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F4 (Sin Fertilización) con 16 días.
- En el componente de días a la floración, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento E3F2 (Ñuña Colorada con fertilización orgánica) fue el que demoró menos en florecer (98.67 días); en relación a los ecotipos, el E3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos días en florecer (99.67 días); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F2 (Fertilización Orgánica) con 100.89 días.
- En el componente de susceptibilidad a roya, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento E1F4 (Ñuña Pava sin fertilización) fue el que mostró menor susceptibilidad (5%); en relación a los ecotipos, el E1 (Ñuña Pava) es el menos susceptible a roya (9%); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo menor susceptibilidad fue la F4 (Sin Fertilización) con 7%.
- En el componente de susceptibilidad a antracnosis, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento E2F4 (Ñuña Negra grande sin fertilización) fue el que mostró menor susceptibilidad (13%); en relación a los ecotipos, el E2 (Ñuña Negra grande) es el menos susceptible a antracnosis (18%); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo menor susceptibilidad fue la F2 (Fertilización Orgánica) con 18%.
- En el componente de susceptibilidad a oídium, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento E1F2 (Ñuña Pava con fertilización orgánica) fue el que mostró menor susceptibilidad (33%); en relación a los ecotipos, el E1 (Ñuña Pava) es el menos susceptible a oídium (40%); y en relación a las fuentes de fertilización, no se presentó diferencias estadísticas significativas.

- En el componente de días a la madurez fisiológica, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, no se presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos; en relación a los ecotipos, el E3 (Ñuña Colorada) es el que demoró menos en llegar a madurez fisiológica (200.75 días); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F3 (Fertilización Mixta) con 205 días.
- En el componente de número de vainas por planta, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento que tuvo mejor efecto fue el E2F3 (Ñuña Negra grande con fertilización mixta) con 34.11 vainas por planta; en relación a los ecotipos, el E3 (Ñuña Colorada) es el que posee mayor número de vainas por planta (27.74); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F1 (Fertilización Química) con 30.50 vainas por planta.
- En el componente de número de granos por vaina, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento que tuvo mejor efecto fue el E2F2 (Ñuña Negra grande con fertilización orgánica) con 6 granos por vaina; en relación a los ecotipos, el E3 (Ñuña Colorada) es el que posee mayor número de granos por vaina (5.99); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F4 (Sin Fertilización) con 5.67 granos por vaina.
- En el componente de peso de 100 semillas, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, no se presentó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos; en relación a los ecotipos, el E2 (Ñuña Negra grande) es el que posee mayor peso de 100 semillas (105.96 gramos); y en relación a las fuentes de fertilización, tampoco se presentaron diferencias significativas.
- En el componente de peso de semillas por planta, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento que tuvo mejor efecto fue el E2F3 (Ñuña Negra grande con fertilización mixta) con 76.22 gramos; en relación a los ecotipos, el E2 (Ñuña Negra grande) es el que posee mayor peso de semillas por planta (56.13 gramos); y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F1 (Fertilización Química) con 58.08 gramos.
- En el componente de rendimiento de grano seco, en la interacción del ecotipo con la fuente de fertilización, el tratamiento que tuvo mejor efecto fue el E2F1 (Ñuña Negra grande con fertilización química) con 2075.21 Kg ha<sup>-1</sup>; en relación a los ecotipos, el E2 (Ñuña Negra grande) alcanzó el mayor rendimiento con 1642.74

Kg ha<sup>-1</sup>; y en relación a las fuentes de fertilización, la que tuvo mejor efecto fue la F1 (Fertilización Química) con 1710.97 Kg ha<sup>-1</sup>.

## **5.2. Recomendaciones**

- Seguir realizando investigaciones con diferentes dosis y momentos de aplicación de la fertilización mixta.
- Estudiar la respuesta de diferentes ecotipos de ñuña a la fertilización química, orgánica y mixta.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrorural. (s.f.). *Guano de las islas*. Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. Ministerio de Agricultura y Riego. <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf>
- Alcarraz, M. y Alcarraz, N. (2019). *Rendimiento en dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con tres tipos de abono en la provincia de Andahuaylas – Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4630>
- Aliaga, L. (2022). *Respuesta fisiológica y rendimiento de accesiones de Phaseolus vulgaris L. cultivar "ñuña" sometidas a estrés hídrico en condiciones de invernadero en Cajamarca – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú. 103 p. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5190/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20BIBLIOTECA-%20ALIAGA%20ZURITA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Álvarez, E. (2018). *Cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria [CENTA].
- Austin, C. (2021). *Genotipo NIH, National Human Genome Research Institute*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Genotipo>
- Bertsch, F. (2009). *Fertilización en cultivo de frijol. Manual de recomendaciones técnicas*. Compilado por Juan Carlos Hernández Fonseca. INTA. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9533.pdf>
- Camarena, M., Cerrate, V. y Huaranga, J. (1990). El fríjol reventón “numia, ñuña o apa”. *Revista del INIA*. Año 2, N° 7. Lima, Perú. 14 p.
- Camarena, F., Huaranga, A. y Chiappe, L. (1991). *Programa de investigación y proyección Social en Leguminosas de Grano y Oleaginosas*. UNALM el cultivo del fríjol. 23 p.

- Cansinas, O. (2022). *Rendimiento y comportamiento de cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo dos sistemas de cultivo y tres niveles de fertilización, frente al ataque de plagas, Santa Ana - La Convención* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7008>
- Carrasco, R. (2014). *Efecto de fertilización foliar en el rendimiento de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones agroecológicas de la localidad del valle pampas del distrito de Ocros, provincia Huamanga – Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica, Perú. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/af2bb4d4-99c7-4b7c-b60c-0c06267a9cca>
- Centro Internacional de la Papa. (2017). *Tipos de fertilización*. <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/17/tipos-de-fertilizacion/>
- CIAT. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común*. Cali, Colombia. 10 p.
- Chung, T., Wong, T., Wei, C., Huang, Y. y Lin, Y. (1998). Tannins and human health a review. *Critical Reviews in Food Science and nutrition*, 38(6), 421-464. <https://doi.org/10.1080/10408699891274273>
- Chuquillanqui, L. (1995). *Determinación de los niveles de sustitución de harina de trigo por frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.) en la elaboración de panes* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 137 p.
- Coffey, D., Uebersax, M., Hosfield, G. y Brunner, J. (1985). Evaluation of the hemagglutinating activity of the low-temperature cooked kidney bean. *Journal of Food Science*, 50(1), 78-87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb13281.x>
- Cruz, D., Arias, L., Espinoza, F., Ramírez, J., Maguiña, J., y Espinoza, E. (2019). Fertilización foliar de fósforo con sus diferentes dosis; para el rendimiento del cultivo de frijol castilla (*Vigna unguiculata L.*) en la provincia de Barranca. *Aporte Santiaguino*, 11(2), 335–346. <https://doi.org/10.32911/as.2018.v11.n2.586>
- Cuadros, M. (2016). *Evaluación del rendimiento en grano de cinco cultivares de ÑUÑA (Phaseolus vulgaris L.) por efecto de la fijación biológica del nitrógeno en simbiosis con Rhizobium phaseoli* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4871>

- FAO. (2018). *Nuestras Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*.  
<http://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Flores, K. (2020). *Efecto de la aplicación de diferentes dosis de fertilizante orgánico foliar sobre el rendimiento del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Yurimaguas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De La Amazonia Peruana]. Loreto, Perú.  
[https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7397/Keiko\\_Tesis\\_Titulo\\_2020.pdf?sequence=1](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7397/Keiko_Tesis_Titulo_2020.pdf?sequence=1)
- Gallegos, L. (1988). *Caracterización fenotípica de 22 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) tipo ñuña en la Costa Central* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 133 p.
- Gamarra, L., Sánchez, P., y Romero, M. (2018). *Evaluación de la susceptibilidad a enfermedades fúngicas en variedades de Phaseolus vulgaris en la región andina*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Gamarra, M., Puma, J. y Arana, J. (1996). "*Q'osco Poroto INIA- primera variedad de frijol reventón para los Valles Interandinos de la Sierra - Cuzco*". Boletín técnico.
- Gamarra, M., Puma, U., Arana, J., Ortiz, J. y Vidal, A. (1997). *Q'osqo Poroto INIA, primera variedad de frijol reventón, poroto Ñuña o numia para los valles interandinos de la Sierra*. Boletín divulgativo 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Proyecto regional de fríjol para la zona Andina (INIA-PROFIZA). 17 p.
- Gamarra, M. (2021). Desarrollo de una nueva variedad de frijol arbustivo, clase comercial poroto, para expandido denominado INIA-Huayna. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 1(4), 18-29.
- González, M. y Rojas, M. (2014). La relevancia evolutiva de los ecotipos. *Revista Elementos*, 21(95), 49-54.
- Hernández, L. y Batista, J. (2013). Efectos del rhizobium en el rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la CCS Sabino Pupo del Municipio Manati. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. <http://caribeña.eumed.net/cultivo-frijol>

- Hoover, R. y Sosulski, F. (1985). Studies on the Functional Characteristics and Digestibility of Starches from *Phaseolus vulgaris* Biotypes. *Starch-Stärke*, 37(6), 181–191. <https://doi.org/10.1002/star.19850370602>
- Huamán, J. (2022). *Evaluación del rendimiento de ñuña (Phaseolus vulgaris L.) cultivar Pava en dos tipos de espaldera en Llacanora – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú.
- Huaytalla, G. (1993). *Selección por resistencia a la Ascochyta (Phoma exigua) y otras características agronómicas en poblaciones segregantes F4 y F5 en cruces en el género Phaseolus sp.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 20 p.
- Jian, Y. y Zou, Y. (2024). A comprehensive study on the impact of chemical fertilizer reduction and organic manure application on soil fertility and apple orchard productivity. *Agronomy*, 14(7), 1398.
- Kadam, S., Smithard, R., Eyre, M. y Armstrong, D. (1987). Effects of heat treatments of antinutritional factors and quality of proteins in winged beans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 39, 267-275. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740390310>
- Laing, D. (1979). *Adaptación del Frijol Común*. V Curso Internacional de Adiestramiento Post Graduados en Investigación para la producción de Frijol, Cali, Colombia. 36 p.
- Llique, N. (1993). *Efecto del medio ambiente en el contenido de proteínas y capacidad reventón del frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.), en el Departamento de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú. 81 p.
- Ma, Y. y Bliss, F. (1978). Tannin content and inheritance in common bean. *Crop Science*, 18(2), 201-204. <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800020001>
- Marmolejo, K. (2018). *Variabilidad genética del frijol común tipo ñuña (Phaseolus vulgaris L.) en las localidades de Carhuaz y Chiquián, Ancash* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 131 p.
- Martínez, N. (1986). *Utilización del Frijol Ñuña (Phaseolus vulgaris L.) en la elaboración de Confites y su Evaluación Biológica en Ratas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 140 p.

- Meléndez, A. (1965). *Ensayos comparativos de 4 variedades de frijol reventón en Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. 64 p.
- Melo, I. y Ligarreto, G. (2010). Contenido de taninos en el grano y características agronómicas en cultivares de frijol común "tipo reventón". *Agronomía Colombiana*, 28(2), 147-154. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652010000200003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000200003&lng=en&tlng=es).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.
- MINAGRI. (2016). *Leguminosas de grano: Semillas nutritivas para un futuro sostenible* (1<sup>ra</sup> ed.). Lima, Perú. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- Montenegro, F. (2011). *Efecto del fertilizante inorgánico Sulpomag y los aditivos orgánicos Caseína Hidrolizada y Agua de coco como sustitutos parciales en el medio de cultivo MS (1962) utilizado en la propagación clonal de Musa sp. var. Cavendish (banano, AAA) in vitro* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Lambayeque, Perú. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/767>
- Montenegro, W. y Parajón, J. (2004). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral), sobre el crecimiento y rendimiento de cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) variedad DOR-364, La Compañía San Marcos Carazo Primera, 2002* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/1936/>
- National Academy Press. (1997). *Lost Crops of The Incas* (2<sup>da</sup> ed.). Washington D. C. 415 p.
- National Research Council. (1989). *Lost crops of the Incas*. National Academy Press.
- Otálora, J., Ligarreto, G. y Romero, A. (2006). Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. *Agronomía Colombiana*, 24(1), 7-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180316238002>

- Palomino, A. (2014). *Rendimiento de tres cultivares de frijol, en condiciones de ceja de selva – Ayacucho* [tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ\\_cfc92f1b4596736d8e93eeab16fab6a7](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_cfc92f1b4596736d8e93eeab16fab6a7)
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2022). *Hábitos de crecimiento*.  
[https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm#:~:text=d\)%20H%C3%A1bito%20de%20crecimiento%20indeterminado,que%20le%20sirvan%20como%20soporte](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm#:~:text=d)%20H%C3%A1bito%20de%20crecimiento%20indeterminado,que%20le%20sirvan%20como%20soporte).
- Quimics Palmau. (s.f.). *Fosfato Di Amónico*. Barcelona.  
<https://quimicsdalmauonline.com/producto/fosfato-diamonico/>
- Quispe, J. (2017). *Evaluación de fertilización química y orgánica en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Macamango – La Convención* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.  
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/1900/253T20170679.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reis, D., Teixeira, G., Teixeira, I. y Ribeiro, B. (2023). Organomineral Fertilization Associated with Inoculation of *Rhizobium tropici* and Co-Inoculation of *Azospirillum brasilense* in Common Bean. *Sustainability*, 15(24), 16631.  
<https://doi.org/10.3390/su152416631>
- Rico, I., Sánchez, E., Soto, J., Antillón, R., Salas, N., Ojeda, D. y Flores, M. (2020). Manejo de fertilización en frijol ‘Pinto Centauro’ y su impacto en el rendimiento, calidad nutricional e índice de rentabilidad. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(3), 207-222. DOI: 10.5154/r.rchsh.2020.03.005
- Ríos, M. y Quirós, J. (2002). *El Frijol (Phaseolus vulgaris L.): Cultivo, beneficio y variedades*. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá, Colombia. 5-8 p.
- Rojas, G. (2010). *Caracterización y evaluación de 10 cultivares de frijol ñuña (Phaseolus vulgaris L.), en Canaán INIA a 2720 m.s.n.m., Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.  
<https://repositorio.unsch.edu.pe/items/e7bea5b7-5451-475a-958c-edfe4dbbf41a>

- Sánchez, J. (2021). *Producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Red Kidney con dos niveles de fertilización inorgánica y tres distanciamientos en Santa Ana – La Convención – Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.  
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5656>
- Sánchez, L. (1995). *Caracterización Agromorfológica de 15 Cultivares de Ñuña (Phaseolus vulgaris L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú. 93 p.
- Santa Cruz, A. y Vásquez, J. (2021). *Catálogo de ñuña (Phaseolus vulgaris L.) del Banco de Germoplasma del INIA*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1404>
- Santa Cruz, A. y Vásquez, J. (2022). *Manual de manejo agronómico de ñuña*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/2031>
- Sierra, C. (2010). *La urea: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada*. Biblioteca de INIA. Gobierno de Chile.  
<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/63c021d5-850c-46fd-9fce-5f0ac44e74fa/content>
- Simpson, G. (2019). *Plant systematics* (3<sup>rd</sup> ed.). Elsevier.
- Singh, S., Gepts, P. y Debouck, D. (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 45, 379-396. <https://doi.org/10.1007/BF02887079>
- Spaeth, S., Debouck, D., Tohme, J. y Van Beem, J. (1989). Microstructure of nunas: andean popping beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Microstructure*, 8(2), 263-269.  
<https://digitalcommons.usu.edu/foodmicrostructure/vol8/iss2/13>
- Tohme, J., Toro, O., Vargas, J. y Debouck, D. (1995). Variability in Andean Nuña Common Beans (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 49(1), 78-95.  
<https://doi.org/10.1007/BF02862280>
- Toro, O., Tohme, J. y Debouck, D. (1990). *Wild bean (Phaseolus vulgaris L.): description and distribution*. CIAT, Cali, Colombia.

- Turesson, G. (1931). The geographical distribution of the alpine ecotype of some eurasiatic plants. *Hereditas*, 15(3), 329-46.
- Urzúa, H., Rodríguez, J. y Silva, H. (1992). *Nutrición nitrogenada en frejol (Phaseolus vulgaris) en la zona centro sur de Chile: P.U.C. Chile. Res. XVI RELAR:5*
- Valladolid, CH. (1993). El cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú. *Serie Manual, N° 17*. 93 p.
- Valladolid, A. (2001). *El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la costa del Perú*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/860>
- Valle, O. (2013). *Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, primera, 2010* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/2178/>
- Valverde, F. (1998). *Fertilización del cultivo de papa*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3260/1/iniapscCD54.pdf>
- Van Beem, J., Kornegay, J., y Lareo, L. (1992). Nutritive value of the ñuña popping bean. *Economic Botany*, 46(2), 164-170. <https://www.jstor.org/stable/4255422>
- Vargas, J. (2013). Manual de manejo de cultivo de frejol, Bolivia. 5-8 p.
- Vilchez, A. (2015). *Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) var. Molinero PLV 1-3 con fertilización fosfo-potásica y cepas de Rhizobium sp. en La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/2090>
- Voysest, V. (2000). *Mejoramiento Genético del fríjol Phaseolus vulgaris L. Centro Internacional de Agricultura Tropical*. Cali, Colombia. Publicación CIAT. N° 321.
- Wang, Z., Zhang, S., y Zhu, Z. (2022). Identification of causal agent inciting powdery mildew on common bean and screening of resistance cultivars. *Plants*, 11(7), 874. <https://doi.org/10.3390/plants11070874>
- Yadegari, M. (2014). Inoculation of beans (*Phaseolus vulgaris*) seeds with *Rhizobium phaseoli* and plant growth promoting *Rhizobacteria*. *Adv. Environ. Biol.*, 8, 419-424.

- Yánac, M. (2018). *Evaluación de la influencia de la fertilización nitrogenada sobre la incidencia de roya en diferentes variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la región de La Molina, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/e7185dc7-4b42-4d56-b7fe-53f4823d2a26>
- Zamudio, F., Chacon, I. y Guerra, F. (2002). *Importancia de la fuente de semilla en el mejoramiento genético forestal*. En Estrategia de mejoramiento del género Populus en Chile. Universidad de Talca. Chile. 152 p.
- Zimmerer, C. (1986). "La Ñuña". En V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, Code Puno, INIPACIPA XV. Puno - Perú.

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### ANEXO 1: Cálculos de fertilización química, orgánica y mixta

##### 7.1. Cálculos de fertilización

**Tabla 49**

*Requerimiento de nutrientes para ñuña según el análisis de suelo.*

SEGÚN ANÁLISIS DE SUELO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>REQUERIMIENTO</b>	60	45	35

**Tabla 50**

*Ley de cada fertilizante para cálculos de fertilización.*

LEY	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>UREA</b>	46		
<b>GUANO DE ISLA</b>	10	10	2
<b>FOSFATO DIAMÓNICO</b>	18	46	0
<b>SULPOMAG</b>			22

##### 7.1.1. Fuente química

**Tabla 51**

*Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización química.*

FUENTE NUTRICIONAL	CANTIDAD	UM/HA
<b>FOSFATO DIAMÓNICO</b>	97.83	Kilos
<b>UREA</b>	92.15	Kilos
<b>SULPOMAG</b>	159.09	Kilos

### 7.1.1.1. Fosfato diamónico (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

100 kg de FDA ----- 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

x ----- 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**x = 97.83 kg de Fosfato diamónico/ha**

Si los sacos de Fosfato diamónico son de 50 kg, se necesitarían 2 sacos.

97.83 kg de FDA ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup> (área experimental)

**x = 1.19 kg de Fosfato diamónico/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.13 kg de Fosfato diamónico**.

#### 7.1.1.1.1. Cálculo del Nitrógeno que proviene del Fosfato diamónico:

100 kg de FDA ----- 18 kg N

97.83 kg de FDA ----- x

**x = 17.61 kg Nitrógeno**

#### Requerimiento neto de Nitrógeno:

RN = 60 kg – 17.61 kg

**RN = 42.39 kg de Nitrógeno**

### 7.1.1.2. Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )

100 kg de Urea ----- 46 kg N

x ----- 42.39 kg N

**x = 92.15 kg de Urea/ha**

Si los sacos de Urea son de 50 kg, se necesitarían 2 sacos.

92.15 kg de Urea ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup> (área experimental)

**x = 1.12 kg de Urea/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.12 kg de Urea**.

### 7.1.1.3. Sulpomag

100 kg de Sulpomag ----- 22 kg K<sub>2</sub>O

x ----- 35 kg K<sub>2</sub>O

**x = 159.09 kg de Sulpomag/ha**

159.09 kg de Sulpomag ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup> (área experimental)

**x = 1.93 kg de Sulpomag /121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.21 kg de Sulpomag**.

**Tabla 52**

*Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización química.*

FUENTE NUTRICIONAL	CANTIDAD (KG HA <sup>-1</sup> )	ÁREA EXPERIMENTAL (KG)	ÁREA DE PARCELA (KG)
FOSFATO DIAMÓNICO	97.83	1.19	0.13
UREA	92.15	1.12	0.12
SULPOMAG	159.09	1.93	0.21
		<b>4.24</b>	<b>0.46</b>

### 7.1.2. Fuente orgánica

**Tabla 53**

*Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización orgánica.*

FUENTE NUTRICIONAL	CANTIDAD	UM/HA
GUANO DE ISLA	600	Kilos
SULPOMAG	104.5	Kilos

#### 7.1.2.1. Guano de isla

100 kg de Guano de isla ----- 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

600 kg de Guano de isla ----- x

**x = 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha**

El requerimiento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es cubierto.

100 kg de Guano de isla ----- 10 kg N

x ----- 60 kg N

**x = 600 kg de Guano de isla/ha**

600 kg de Guano de isla ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup>

$$x = 7.29 \text{ kg de Guano de isla}/121.5 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.81 kg de Guano de isla**.

100 kg de Guano de isla ----- 2 kg K<sub>2</sub>O

600 kg de Guano de isla ----- x

$$x = 12 \text{ kg de K}_2\text{O}/\text{ha}$$

**Requerimiento neto de K<sub>2</sub>O:**

$$\text{RN} = 35 \text{ kg} - 12 \text{ kg}$$

$$\text{RN} = 23 \text{ kg de K}_2\text{O}$$

#### **7.1.2.2. Sulpomag (Certificado para uso o producción orgánica)**

100 kg de Sulpomag ----- 22 kg K<sub>2</sub>O

x ----- 23 kg K<sub>2</sub>O

$$x = 104.55 \text{ kg de Sulpomag}/\text{ha}$$

104.55 kg de Sulpomag ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup>

$$x = 1.27 \text{ kg de Sulpomag}/121.5 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.14 kg de Sulpomag**.

**Tabla 54**

*Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización orgánica.*

<b>FUENTE NUTRICIONAL</b>	<b>CANTIDAD (KG HA<sup>-1</sup>)</b>	<b>ÁREA EXPERIMENTAL (KG)</b>	<b>ÁREA DE PARCELA (KG)</b>
<b>GUANO DE ISLA</b>	600	7.29	0.81
<b>SULPOMAG</b>	104.55	1.27	0.14
		<b>8.56</b>	<b>0.95</b>

### 7.1.3. Fuente mixta

**Tabla 55**

*Cantidad de fertilizantes en Kg ha<sup>-1</sup> para la fertilización mixta.*

<b>FUENTE NUTRICIONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UM/HA</b>
<b>GUANO DE ISLA</b>	250	Kilos
<b>FOSFATO DIAMÓNICO</b>	43.5	Kilos
<b>SULPOMAG</b>	136.4	Kilos
<b>UREA</b>	59	Kilos

La fertilización mixta fue fraccionada.

#### 7.1.3.1. Guano de isla

100 kg de Guano de isla ----- 10 kg N

x ----- 25 kg N

**x = 250 kg de Guano de isla/ha**

100 kg de Guano de isla ----- 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

250 kg de Guano de isla ----- x

**x = 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha**

100 kg de Guano de isla ----- 2 kg K<sub>2</sub>O

250 kg de Guano de isla ----- x

**x = 5 kg de K<sub>2</sub>O/ha**

250 kg de Guano de isla ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup>

**x = 3.04 kg de Guano de isla/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.34 kg de Guano de isla**.

### **7.1.3.2. Fosfato diamónico (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)**

45 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (que se necesita) – 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (que fue cubierto por el guano de isla) =  
20 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (falta cubrir)

100 kg de FDA ----- 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

x ----- 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**x = 43.48 kg de Fosfato diamónico/ha**

43.48 kg de FDA ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup> (área experimental)

**x = 0.53 kg de Fosfato diamónico/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.06 kg de Fosfato diamónico**.

60 kg de N (que se necesita) – 25 kg de N (que fue cubierto por el guano de isla) = **35 kg de N (falta cubrir)**

100 kg de FDA ----- 18 kg N

43.48 kg de FDA ----- x

**x = 7.83 kg de Nitrógeno (cubre el Fosfato diamónico)**

### 7.1.3.3. Urea (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O)

25 kg de N (cubierto por el guano de isla) + 7.83 kg de N (cubierto por el fosfato diamónico) = 32.83 kg de N (cubierto por el guano de isla y fosfato diamónico)

60 kg de N (que se necesita) – 32.83 kg de N (cubierto por el guano de isla y fosfato diamónico) = **27.17 kg de N (falta cubrir)**

100 kg de Urea ----- 46 kg N

x ----- 27.17 kg N

**x = 59.07 kg de Urea/ha**

59.07 kg de Urea ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup> (área experimental)

**x = 0.71 kg de Urea/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.08 kg de Urea**.

#### 7.1.3.4. Sulpomag

35 kg de K<sub>2</sub>O (que se necesita) – 5 kg de K<sub>2</sub>O (cubierto por el guano de isla) = **30 kg de K<sub>2</sub>O (falta cubrir)**

100 kg de Sulpomag ----- 22 kg K<sub>2</sub>O

x ----- 30 kg K<sub>2</sub>O

**x = 136.36 kg de Sulpomag/ha**

136.36 kg de Sulpomag ----- 10 000 m<sup>2</sup>

x ----- 121.5 m<sup>2</sup>

**x = 1.66 kg de Sulpomag/121.5 m<sup>2</sup>**

Por lo tanto, para 13.5 m<sup>2</sup> que es el área de la parcela se necesitaría **0.18 kg de Sulpomag**.

#### Tabla 56

*Cantidad de fertilizantes a utilizar en el área experimental y de parcela para la fertilización mixta.*

FUENTE NUTRICIONAL	CANTIDAD (KG HA <sup>-1</sup> )	ÁREA EXPERIMENTAL (KG)	ÁREA DE PARCELA (KG)
GUANO DE ISLA	250	3.04	0.34
FOSFATO DIAMÓNICO	43.5	0.53	0.06
UREA	59	0.71	0.08
SULPOMAG	136.4	1.66	0.18
		<b>5.94</b>	<b>0.66</b>

**ANEXO 2:** Resultados de análisis de suelo emitido por el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - INIA.

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 121016.22/SU/BAÑOS DEL INCA

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	RECURSOS GENÉTICOS
Propietario / Productor	RECURSOS GENÉTICOS
Dirección del cliente	JR VIRACOCCHA 300 - BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA
Solicitado por	Cliente
Muestreado por	Cliente
Número de muestra(s)	01 muestras
Producto declarado	Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	Bolsas de plástico o serifa
Referencia del muestreo	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	COCHAMARCA / PEDRO GALVEZ / SAN MARCOS / CAJAMARCA
Fecha(s) de muestreo	24/11/2022 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	25/11/2022
Lugar de ensayo	LABSAF Baños del Inca
Fecha(s) de análisis	28/11/2022
Cotización del servicio	0324.23-01
Fecha de emisión	20/12/2022

---

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM						
Código de Laboratorio	SU-00-EE10-22					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	1 24/11/2022					
Hora de inicio de Muestreo (h)	--					
Condición de la muestra	--					
Código/identificación de la Muestra por el Cliente	Lota 03					
Ensayo	Unidad	LC		Resultados		
pH	unif. pH	0.1	7.0			
Aluminio	mg/100 g	--	--			
Materia Orgánica	%	0.1	1.5			
Fósforo	ppm	--	36.16			
Potasio	ppm	--	210			
<b>Análisis de Textura</b>						
Arena	%	--	89			
Limo	%	--	12			
Arcilla	%	--	19			
<b>Clase Textural</b>			<b>FRANCO ARENOSO</b>			

---

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	ISO 9045, Rev 4, 2004 Soil and water pH
Aluminio	Norma Oficial Mexicana NOM-017-RECNAT-2000 Segunda Edición (1 de Diciembre 2002) Item 7.3 29.48-33.2000 Determinación de Aluminio intercambiable en suelo
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-017-RECNAT-2000 Segunda Edición (1 de Diciembre 2002) Item 7.1 9.45-01.2000 Determinación de la textura del suelo por el método de Casagrande
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-017-RECNAT-2000 Segunda Edición (1 de Diciembre 2002) Item 7.1 9.45-07.2000 Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-017-RECNAT-2000 Segunda Edición (1 de Diciembre 2002) Item 7.1 10.15-07.2000 Determinación de fósforo
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-017-RECNAT-2000 Segunda Edición (1 de Diciembre 2002) Item 7.2 6.45-19.2000 Determinación de Potasio
Parámetros físicos	Cálculos

---

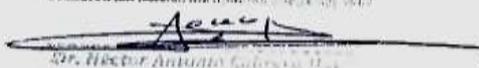
**IV. CONSIDERACIONES**

- Estado en las que ingreso la Muestras. Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente en la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medición de pH realizada a 25 °C
- (\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

---

**V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO**

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: M<sup>sc</sup>. Mariela Cervantes Perilla - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca

  
**M. Hector Antonio Galvez**  
 DIRECTOR

FIN DE INFORME DE ENSAYO

**Interpretación:** Según los resultados del análisis de suelo, se puede concluir lo siguiente:

- **pH:** 7.0, nos indica que posee un valor neutro.
- **Materia orgánica:** 1.5%, nos indica un porcentaje bajo.

## INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de sal inerte sódica. Fuera asimilación de algunos nutrientes

### MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.5 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

### FÓSFORO

Clasificación	mg/kg de P
Bajo	<5.5
Medio	6.5 - 11
Alto	>11

### CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Medio	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy ligeramente salino	110 - 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Sólo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CIC (Cmol/Kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	< 5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

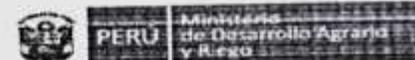
Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g



### SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



### RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente			CAL	ESTIERCOL
		N2	P2O5	K2O	Tn/ha	Tn/ha
SU1299-EEBI-22	ÑUÑA	80	45	35		4,5

#### PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra		Programa de Fertilización	Siembra	Aporque
Urea		N2		
Fosfato Diamonico		P2O5		
Sulfato de Potasio		K2O		

Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque		Fuente	N2	P2O5	K2O	Azúfre
Urea		Urea				
Fosfato Diamonico		Fosfato Diamonico				
Sulfato de Potasio		Sulfato de Potasio				

Fuente	Kg/Ha
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

#### PLAN DE ABONO ORGANICO

Abonamiento Kg/ria - Siembra



COMENTARIOS:

---



---



---



---

### ANEXO 3: Panel fotográfico

**Figura 4**

*Sacado de muestra para análisis de suelo.*



**Figura 5**

*Preparación de etiquetas para identificación de cada tratamiento y bloque.*



## Figura 6

*Selección y conteo de semilla.*



## Figura 7

*Preparación de fertilizantes para cada tratamiento.*



## Figura 8

*Parcela de experimentación después de la preparación del terreno.*



## Figura 9

*Siembra y etiquetado de cada tratamiento.*



**Figura 10**

*Colocación de postes.*



**Figura 11**

*Evaluación de emergencia.*



**Figura 12**

*Aplicación de fertilizantes por tratamiento.*



**Figura 13**

*Fumigación de insecticida Tifón 2.5% PS.*



**Figura 14**

*Evaluación de crecimiento y rameado.*



**Figura 15**

*Rameado en alambre.*



**Figura 16**

*Floración.*



**Figura 17**

*Evaluaciones de crecimiento.*



**Figura 18**

*Formación de vainas.*



**Figura 19**

*Evaluación de enfermedades y síntomas de antracnosis.*



**Figura 20**

*Síntomas de roya y oídium.*



**Figura 21**

*Evaluación antes de la cosecha.*



**Figura 22**

*Cosecha.*



**Figura 23**

*Trilla o desgrane.*



**Figura 24**

*Separación de los granos por surco, tratamiento y bloque en bolsas.*



**Figura 25**

*Peso de semillas.*

