



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN DOS ACCESIONES DE CULTIVO DE LENTEJA (*Lens culinaris Medik*), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica

AUTORES:

Jessica Estefanía Arévalo Morocho

Willian Aníbal Carrillo Aucatoma

DIRECTORA:

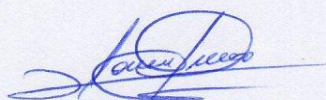
Ing. Sonia Fierro Borja Mg

Guaranda – Ecuador

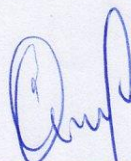
2022

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA FERTILIZACIÓN
QUÍMICA Y ORGÁNICA EN DOS ACCESIONES DE CULTIVO DE
LENTEJA (*Lens culinaris Medik*), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL
LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

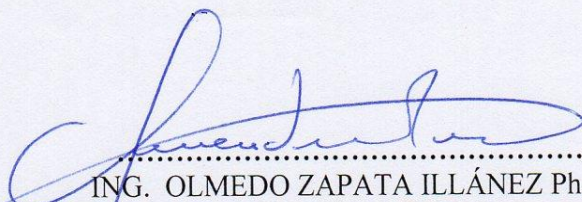
REVISADO Y APROBADO POR:



.....
ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.
DIRECTORA



.....
ING. JOSÉ SÁNCHEZ MORALES Mg.
BIOMETRISTA



.....
ING. OLMEDO ZAPATA ILLÁÑEZ Ph.D
REDACCIÓN TÉCNICA



CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Nosotros, Jessica Estefanía Arévalo Morocho, con CI: 0250048402 y Willian Aníbal Carrillo Aucatoma con CI: 0202489423 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente reportados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Jessica Arévalo
0250048402

Willian Carrillo
0202489423

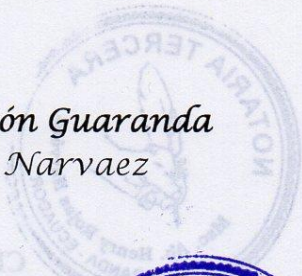
Ing. Sonia Fierro Borja Mg.
0201084712
DIRECTORA

Ing. José Sánchez Morales Mg.
180153798-4
BIOMETRISTA

Ing. Olmedo Zapata Illanez Ph.D
0200574515
REDACCIÓN TÉCNICA



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
 Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
 Notario



No. ESCRITURA	20220201003P01234
---------------	-------------------

DECLARACION JURAMENTADA
OTORGADA POR:
 JESSICA ESTEFANIA AREVALO MOROCHO
 WILLIAN ANIBAL CARRILLO AUCATOMA
 FACTURA: 001-002-000010200
 DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecinueve de julio de dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores JESSICA ESTEFANIA AREVALO MOROCHO, soltera, domiciliada en la parroquia San Pablo de Atenas, cantón San Miguel, provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número 0980736930, correo electrónico jessyare394@gmail.com; y, el señor WILLIAN ANIBAL CARRILLO AUCATOMA, soltero, domiciliado en el sector Laguacoto Bajo de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0997002386, correo electrónico wilian73carrillo@gmail.com, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneos para contratar y obligarse a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: **DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TITULACIÓN DENOMINADO "COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN DOS ACCESIONES DE CULTIVO DE LENTEJA (*Lens culinaris Medik*), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR."** previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por los autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquella se afirma y se ratifica de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

JESSICA ESTEFANIA AREVALO MOROCHO
 C.C.

02500 4840 2

WILLIAN ANIBAL CARRILLO AUCATOMA
 C.C.



MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
 02146 348-3

Notario Tercero del Cantón - Guaranda

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado a mis queridos padres, por brindarme siempre su apoyo incondicional, con gran esfuerzo, sacrificio y abnegación, me apoyaron día a día a seguir adelante en mis estudios para alcanzar una más de mis metas.

A Dios por haberme dado la vida, energía y fuerza para poder culminar con esta etapa de mi vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino.

Jessica Arévalo

Con amor y respeto dedico este trabajo a mis padres, quienes estuvieron conmigo, apoyándome en los momentos de alegría y tristeza con sus sabios consejos. A Dios por haberme brindado salud y permitido llegar a cumplir una meta más en la vida.

A mi hermano Diego Carrillo, ya que a pesar de la distancia siempre me ha apoyado y me ha sabido brindar todo su apoyo para poder cumplir con este escalón de mi vida académica.

Willian Carrillo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por darnos salud y vida, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestras mentes y guiarnos a lo largo de nuestra existencia, la cual fue nuestro apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Nuestra gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, a las autoridades, docentes que, con sus palabras y conocimientos, nos brindaron una formación académica de excelencia para alcanzar nuestra meta.

De manera especial a nuestra tutora Ing. Sonia Fierro por habernos guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Dejamos constancia el sincero agradecimiento al Ing. José Sánchez en el área de Biometría, por el apoyo desde el inicio hasta culminar este trabajo de investigación y al Dr. Olmedo Zapata por su asesoría en la redacción técnica del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
I INTRODUCCIÓN.....	1
II PROBLEMA.....	3
III MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Cultivo de lenteja.....	4
3.1.1 Origen.....	4
3.2 Clasificación taxonómica.....	4
3.3 Descripción morfológica de la planta.....	4
3.3.1 Raíz.....	4
3.3.2 Tallo.....	5
3.3.3 Hojas.....	5
3.3.4 Flores.....	5
3.3.5 Fruto.....	5
3.3.6 Semillas.....	5
3.4 Características del desarrollo de la lenteja.....	6
3.5 Variedades.....	7
3.5.1 Variedad de lenteja precoz INIAP 406.....	7
3.5.2 Características.....	7
3.6 Condiciones edafoclimáticos.....	10
3.6.1 Clima.....	10
3.6.2 Suelo.....	10
3.7 Practicas agronómicas.....	11
3.7.1 Preparación del suelo.....	11
3.7.2 Siembra.....	11
3.7.3 Germinación y emergencia.....	11
3.7.4 Densidad de siembra.....	12
3.7.5 Época de siembra.....	12
3.7.6 Método de siembra.....	12
3.7.7 Profundidad de siembra.....	13
3.7.8 Fertilización.....	13
3.7.9 Fertilización orgánica.....	13

3.7.10	Abono orgánico Bocashi.....	14
3.7.11	Condiciones para la elaboración.....	15
3.7.12	Ingredientes del abono orgánico fermentado.....	16
3.7.13	Elaboración del abono orgánico fermentado (Bocashi).....	16
3.7.14	Funciones del bocashi.....	17
3.7.15	Dosis a utilizar.....	17
3.7.16	Beneficios del uso del bocashi.....	18
3.8	Comparación entres fertilizantes químicos y orgánicos.....	18
3.8.1	Qué es mejor el abono orgánico o el abono químico.....	19
3.9	Fertilizantes químicos.....	19
3.9.1	Clasificación de los fertilizantes.....	20
3.9.2	Fuentes y formas de aplicación de los fertilizantes.....	21
3.10	Abono químico 18-46-0.....	23
3.10.1	Características.....	23
3.10.2	Forma de aplicación.....	24
3.10.3	Dosificación.....	24
3.11	Abono químico Muriato de potasio.....	25
3.11.1	Características.....	26
3.11.2	Comportamiento en el suelo.....	26
3.12	Abono químico Sulpomag.....	26
3.12.1	Importancia para las plantas.....	27
3.12.2	Control de malezas.....	27
3.12.3	Riego.....	28
3.13	Enfermedades.....	28
3.13.1	Antracnosis.....	28
3.13.2	<i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Fusarium sp. Lentis</i>	29
3.13.3	<i>Ascochyta fabae</i>	29
3.14	Plagas.....	30
3.14.1	Pulgones (<i>Aphys craccivora</i>).....	30
3.14.2	Gorgojos (<i>Bruchus lentis</i> y <i>Bruchus sinaticornis</i>).....	30
3.15	Cosecha.....	31
3.15.1	Requerimientos de post cosecha.....	32

3.16	Transporte.....	32
3.17	Almacenado.....	33
IV	MARCO METODOLÓGICO.....	34
4.1	Materiales.....	34
4.1.1	Ubicación de la Investigación.....	34
4.1.2	Situación geográfica y climática.....	34
4.1.3	Zona de vida.....	34
4.1.4	Material experimental.....	35
4.1.5	Materiales de campo.....	35
4.1.6	Materiales de oficina.....	35
4.2	Métodos.....	36
4.2.1	Factores en estudio.....	36
4.2.2	Tratamientos.....	36
4.2.3	Procedimiento.....	37
4.2.4	Tipos de análisis.....	37
4.3	Métodos de evaluación y datos tomados.....	38
4.3.1	Porcentaje de germinación en bandejas (PGB).....	38
4.3.2	Días a emergencia en el campo (DEC).....	38
4.3.3	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).....	38
4.3.4	Altura de planta (AP).....	38
4.3.5	Diámetro del tallo (DT).....	39
4.3.6	Días a la floración (DF).....	39
4.3.7	Color de las hojas (CH).....	39
4.3.8	Color de la flor (DF).....	39
4.3.9	Días a la formación de vainas (DFV).....	39
4.3.10	Número de ramas primarias por planta (NRPP).....	40
4.3.11	Longitud de vainas (LV).....	40
4.3.12	Número de vainas por planta (NVP).....	40
4.3.13	Número de granos por vaina (NGV).....	40
4.3.14	Días a la cosecha en seco (DCS).....	40
4.3.15	Color de la semilla (CS).....	40
4.3.16	Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	41

4.3.17	Peso de 100 granos secos (PGS).....	41
4.3.18	Rendimiento de grano seco por planta (RGSP).....	41
4.3.19	Rendimiento en Kg por parcela (R – Kg/p).....	41
4.3.20	Rendimiento en kg/ha (RKg/ha).....	41
4.3.21	Incidencia de plagas y enfermedades (IPE).....	42
4.4	Manejo del experimento.....	42
4.4.1	Fase de campo.....	42
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
5.1	Porcentaje de germinación en bandeja (PGB).....	45
5.2	Caracteres morfológicos: Color de hojas (CH). Color de flor (CF). Color de la semilla (CS) e Incidencia de plagas y enfermedades.....	46
5.3	Variables agronómicas del Factor A (Accesiones de lenteja): Días a la emergencia en el campo (DEC). Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).....	47
5.4	Variables agronómicas del Factor B (Fertilización): Días a la emergencia en el campo (DEC). Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco por planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).....	57

5.5	Variables agronómicas (AxB): Días a la emergencia en el campo (DEC). Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco por planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).....	66
5.6	Análisis de correlación y regresión lineal.....	78
5.7	Análisis de relación beneficio/costo (RB/C).....	80
VI	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	82
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
7.1	Conclusiones.....	83
7.2	Recomendaciones.....	84
	BIBLIOGRAFÍA.....	85
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
N° 1	Resultados promedios de germinación en bandeja (Accesiones de lenteja) en Laguacoto III; 2022	45
N° 2	Resultados de tratamientos (AxB) en las variables morfológicas: Color de hojas (CH). Color de flor (CF). Color de la semilla (CS) e Incidencia de plagas y enfermedades (IPE); en Laguacoto III, 2022.	46
N° 3	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A en las variables: DEC; PEC; AP; DT; DF; DFV; NRPP, LV; NVP; NGV, DCS; PGS; RGSP y RKg/ha; en Laguacoto III, 2022.	47
N° 4	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B en las variables: DEC; PEC; AP; DT; DF; DFV; NRPP, LV; NVP; NGV, DCS; PGS; RGSP y RKg/ha; en Laguacoto III. 2022.	57
N° 5	Resultados promedios y prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Tratamientos (AxB) en las variables: DEC; PEC; AP en cm; DT en mm; DF; DFV; NRPP, LV en cm; NVP; NGV, DCS; PGS en gr; RGSP en g y RKg/ha; en Laguacoto III. 2022.	66
N° 6	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes del rendimiento - Xs), que tuvieron una significancia estadística sobre el rendimiento (variable dependiente - Y).	78
N° 7	Relación total de Beneficio/Costo en los tratamientos	80

ÍNDICE GRÁFICOS

GRÁFICOS		PAG.
N° 1	Accesiones de Lenteja en la variable días a la emergencia en el campo Laguacoto III, 2022	48
N° 2	Accesiones de Lenteja en la variable Porcentaje de emergencia en el campo. Laguacoto III, 2022	49
N° 3	Accesiones de Lenteja en la variable Altura de planta tomadas después de la primera y segunda aplicación de la fertilización. Laguacoto III, 2022	50
N° 4	Accesiones de Lenteja, en la variable diámetro de tallo en cm. Laguacoto III, 2022	51
N° 5	Accesiones de Lenteja, en las variables Días a la floración (DF); Días a la formación de Vainas (DFV) y Días a la cosecha en seco (DCS). Laguacoto III, 2022	52
N° 6	Accesiones de Lenteja, en las variables Número de ramas primarias por planta (NRPP) y Número de granos por vaina (NGV). Laguacoto III, 2022	53
N° 7	Accesiones de Lenteja, en las variables; Número de vainas planta (NVP) y Longitud de vainas en cm (LV). Laguacoto III, 2022	54
N° 8	Accesiones de Lenteja, en las variables; Rendimiento grano seco/planta y Peso de cien granos secos/PGS; Laguacoto III, 2022	55
N° 9	Accesiones de Lenteja, en la variable; Rendimiento en kg/ha (RKg/Ha); Laguacoto III, 2022	56
N° 10	Tipos de fertilización en las variables días a la emergencia y Porcentaje de emergencia en el campo. Laguacoto III, 2022	58
N° 11	Tipos de fertilización en la variable Altura de planta después de la primera y segunda aplicación. Laguacoto III, 2022	59
N° 12	Tipos de fertilización en las variables Diámetro de tallo y Longitud de vainas. Laguacoto III, 2022	60

N° 13	Tipos de fertilización en las variables Días a la floración (DF); Días a la formación de Vainas (DFV) y Días a la cosecha en seco (DCS). Laguacoto III, 2022	61
N° 14	Tipos de fertilización en las variables Número de ramas primarias planta (NRPP). Número de vainas planta (NVP) y Número de granos vainas (NGV). Laguacoto III, 2023	62
N° 15	Tipos de fertilización en las variables. Peso de cien granos secos (PGS) y Rendimiento de grano seco por planta (RGSP). Laguacoto III, 2022	63
N° 16	Tipos de fertilización en la variable Rendimiento en kg/ha (RKg/ha). Laguacoto III, 2022	65
N° 17	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en las Variables Días a la Emergencia en el campo y Porcentaje de Emergencia. Laguacoto III, 2022	68
N° 18	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en la Variable Altura de planta después de la primera y segunda aplicación de fertilizantes. Laguacoto III, 2022	69
N° 19	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en las Variables Longitud de vainas y Diámetro de tallo. Laguacoto III, 2022	70
N° 20	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en las Variables Días a la floración; Días a la formación de vainas y Días a la cosecha en seco. Laguacoto III, 2022	72
N° 21	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en las Variables Número de vainas por planta; Número de ramas primarias por planta y Número de granos por planta. Laguacoto III, 2022	74
N° 22	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en las Variables Peso de 100 granos secos y Rendimiento de grano seco por planta. Laguacoto III, 2022	75
N° 23	Accesiones de lenteja por Tipos de Fertilización en la Variable Rendimiento en kg/ha. Laguacoto III, 2022	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS

- N° 1 Ubicación de la investigación
- N° 2 Análisis de suelo
- N° 3 Base de datos
- N° 4 Análisis económico
- N° 5 Fotografías del ensayo
- N° 6 Glosario de términos

RESUMEN Y SUMMARY

Resumen

La lenteja (*Lens culinaris*), es una leguminosa, en Ecuador las principales provincias que se dedican al cultivo de lenteja son; Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar. En la provincia Bolívar; el promedio nacional que es de 600 a 1.200 kg/ha. Los objetivos planteados en esta investigación fueron: i) Evaluar la eficiencia de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lenteja. .ii) Determinar cuál de las dos fertilizaciones es la más eficiente en las accesiones. iii) Establecer la relación beneficio/costo de la fertilización química y orgánica. La presente investigación se desarrolló en el sector Laguacoto III. El material experimental a utilizar fue; dos accesiones de lenteja; A1: INIAP 406 y A2: Lenteja local y fertilización: B1: Químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) en una relación 1-1-1 y B2: Orgánico ((Bocashy). Se utilizó un tipo de diseño: Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3x3 repeticiones. Los análisis funcionales realizados fueron: Prueba de Tukey al 5 % para comparar los promedios de los factores A; B e interacciones A x B. Análisis de correlación y regresión lineal y Análisis de la relación beneficio/costo. Los principales resultados obtenidos fueron: El rendimiento promedio más alto de lenteja se evaluó en el B1: químico con 2327.37 Kg/ha con el 14% de humedad. En la interacción de factores el tratamiento con el valor promedio mayor de rendimiento se registró en el T4: A2B1 (lenteja local + químico:18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 2346.29 Kg/ha con 14% de humedad. Económicamente la mejor alternativa fue la variedad lenteja local sin fertilización (T6) con el beneficio más alto de \$1850.41 USD; y la relación beneficio/costo más elevado: RB/C de 2,28; con una RI/C de 1,28 USD.

Palabras clave: Lenteja; Fertilización; Comparación; Eficiencia.

Summary

The lentil (*Lens culinaris*), is a legume, in Ecuador the main provinces that are dedicated to the cultivation of lentils are; Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo and Bolivar. In the Bolívar province; the national average is 600 to 1,200 kg/ha. The objectives of this research were: i) Evaluate the efficiency of chemical and organic fertilization in lentil cultivation. .ii) Determine which of the two fertilizations is the most efficient in the accessions. iii) Establish the benefit/cost ratio of chemical and organic fertilization. The present investigation was developed in the Laguacoto III sector. The experimental material to be used was; two lentil accessions; A1: INIAP 406 and A2: Local lentil and fertilization: B1: Chemical (18-46-00 + Sulpomag + Potassium muriate) in a 1-1-1 ratio and B2: Organic ((Bocashy). A type of design: Complete Blocks at Random (DBCA) in factorial arrangement 2x3x3 repetitions. The functional analyzes performed were: Tukey's test at 5% to compare the averages of factors A, B and interactions A x B. Correlation and linear regression analysis and Analysis of the benefit/cost relationship. The main results obtained were: The highest average yield of lentil was evaluated in B1: chemical with 2327.37 Kg/ha with 14% humidity In the interaction of factors, the treatment with the value higher average yield was recorded in T4: A2B1 (local lentil + chemical: 18-46-00 + Sulpomag + potassium muriate) with 2346.29 Kg/ha with 14% humidity Economically the best alternative was the local lentil variety without fertilization (T6) with the highest benefit of \$1850.41 USD; and the Highest benefit/cost ratio: RB/C of 2.28; with an RI/C of \$1.28.

Keywords: Lentil; Fertilization; Comparison; Efficiency.

I INTRODUCCIÓN

La lenteja (*Lens culinaris*), es una leguminosa que se cultiva, por sus semillas, para la alimentación humana. Son muy digestibles y posee un alto contenido de calcio; también por su contenido de hierro, contribuyen en el contenido la hemoglobina de la sangre. Una alternativa para incrementar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores, por lo que se requiere de variedades y/o líneas que nos proporcionen mayor productividad (Basantes, V. 2017).

A nivel mundial la lenteja es una leguminosa de grano tradicionalmente cultivada en los secanos costero e interior de la zona central y centro sur de Chile. Su superficie de siembra superó las 50.000 ha, cuando una alta producción se exportaba principalmente a mercados sudamericanos. Esta superficie se ha reducido sostenidamente durante los últimos años para representar cerca de 1.300 ha en la actualidad. Como principales responsables de esta menor superficie aparece la importación de lenteja desde Canadá, la escasa incorporación de tecnología suficiente para aumentar su competitividad (Tapia, J. 2017).

En Ecuador las principales provincias que se dedican al cultivo de lenteja que produce en la sierra, especialmente en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar. En la provincia Bolívar, el cultivo de la lenteja es usual y ocupa un lugar básico en la economía del agricultor. Las condiciones climáticas son ideales para el aprovechamiento de esta leguminosa, para los agricultores de la zona que no tiene conocimiento de las técnicas más adecuadas, es así que apenas logra cosechar cantidades muy bajas (542 kg/ha), con relación al promedio nacional que es de 600 a 1.200 kg/ha (Valverde, F. 2018).

Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. Con los fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Todo esto promoverá el bienestar de su pueblo, de su comunidad y de su país. La fertilización o abonamiento de este cultivo constituye un factor importante de manejo, orientado a obtener una adecuada nutrición como

fundamento para alcanzar los máximos rendimientos comerciales por unidad de superficie (Rojas, G. 2018).

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Cerrato, E. 2017).

Los abonos químicos son una solución rápida y eficaz a corto plazo pero que envenenan a las personas y al medio ambiente. Los abonos orgánicos por su lado, proporcionan todos los nutrientes que la planta necesita sin contaminar (Armas, X. 2017).

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

- Evaluar la eficiencia de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lenteja.
- Determinar cuál de las dos fertilizaciones es la más eficiente en las accesiones.
- Establecer la relación beneficio/ costo de la fertilización química y orgánica.

II PROBLEMA

En la provincia Bolívar, debido a la falta de conocimiento sobre el manejo del cultivo de lenteja ha existido una reducción en la producción del mismo, limitando significativamente el área destinada a su implementación. La simplificación de los sistemas productivos orientados principalmente hacia el monocultivo de rubros como el maíz y el fréjol, han desplazado a esta potencial diversificación, incidiendo negativamente sobre procesos de pérdida genética de materiales locales y variedades generadas en su momento por la Institución INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias agrícola de nuestro país.

La superficie dedicada a este cultivo se ha reducido drásticamente, debido a factores que han influido en la baja productividad como deficiente manejo agronómico, fitosanitario, ausencia de variedades mejoradas y el desconocimiento de la fertilización química y orgánica, trayendo como consecuencia para los productores pocos ingresos, menos utilidad en el cultivo y a causa de la misma los agricultores optan por migrar a centros poblados o fuera del país.

La problemática en sí de la provincia Bolívar, está relacionado a la falta de implementación de tecnología y su correspondiente transferencia en elementos o componentes de manejo agronómico del cultivo de lenteja, que incluyan desde luego proceso de fertilización, que generan la deficiencia química y orgánica en el desarrollo del cultivo.

Con la presente investigación se pretende obtener un documento de cómo realizar la comparación de la eficiencia en la fertilización química y orgánica en el cultivo de dos accesiones de lenteja, para tener mayor conocimiento de la importancia de una adecuada fertilización, para incrementar los rendimientos y mejorar la calidad de vida de los agricultores, considerándose este insumo como vital en la producción de los cultivos en una forma rentable, eficiente y responsable con el ambiente.

III MARCO TEÓRICO

3.1 Cultivo de lenteja

3.1.1 Origen

La lenteja ha sido cultivada desde tiempos muy antiguos en el cercano Oriente, Asia subtropical y el Mediterráneo. Se dice que es originaria de Egipto, del centro y sur de Europa, Etiopía, Afganistán y la India. Esta leguminosa es utilizada principalmente para la alimentación humana por tener alrededor del 25% de proteínas y un alto contenido en hierro, pero también ha sido utilizada como forraje en estado verde y seco (Morales, E. 2018).

3.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1: Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Lens</i>
Especie	<i>Culinaris</i>

Fuente: (Basantes, V. 2017)

3.3 Descripción morfológica de la planta

3.3.1 Raíz

Las plantas de lenteja que posean semillas pequeñas, su sistema radicular es superficial y se adapta al terreno, en cambio aquellas plantas con semillas grandes

el sistema radicular es más profundo y se adapta a suelos pesados (Basantes, E. 2017).

3.3.2 Tallo

Su tallo es delgado y erecto. Llega a alcanzar una altura aproximada de 20 a 50 cm y en algunas ocasiones algo más alto, pero nunca sobrepasa los 70 cm (Alvarez, M. 2019).

3.3.3 Hojas

Las hojas están formadas por un raquis de 50 mm de longitud en donde se insertan más de 15 foliolos. Son hojas paripinnadas con presencia de zarcillos en las hojas superiores. Los foliolos son ovalados y aplanados (Alonso, F. 2018).

3.3.4 Flores

Las flores se encuentran insertadas en unos pedúnculos florales en un número de una a tres. Las flores son de pequeños tamaños con dos tipos de coloraciones blanca o azul (Bascur, G. 2019).

3.3.5 Fruto

Los frutos son de forma romboidea, con un tamaño de 7 a 20 mm donde se encuentra en el interior la semilla o semillas (como máximo dos) (Prieto, G. 2019).

3.3.6 Semillas

Hay dos formas de semillas dependiendo del tamaño del fruto, las del fruto grande y las de fruto pequeño:

- **Fruto grande:** El fruto presenta un tamaño de 15 a 20 mm y sus semillas de 7 a 8 mm. Las características de la planta son típicas de una herbácea y alcanza una altura de 25 a 75 cm pertenece a la raza con macrosperma. Las flores que provienen de este tipo de planta tienen coloraciones blancas.

- **Fruto pequeño:** El fruto alcanza un tamaño inferior al fruto anterior de 7 a 15 mm y sus semillas también son más pequeñas de 3 a 7 mm y tienen forma aplanada. El tamaño de la planta alcanza una altura de 35 cm como máximo y sus flores son de color azulado. Estas plantas son de tipo raza microsperma (Infoagro, 2017).

Nombres de tipo de semillas:

1. **Armuña:** Es de color verde clarillo con un tamaño de 8 a 10 mm en diámetro.
2. **Pardina:** De color pardo y tamaño de 4 a 6 mm.
3. **Verdina:** De color verde a verde amarillento y con puntaciones color negro.
4. **Lentejón:** Pertenece al género de plantas con raza macrosperma, de color verde amarillento y con algunas tonalidades descoloradas de tamaño grande entre a 7 y 9 mm.

La germinación de la semilla de lenteja es hipogea, en la que los cotiledones no emergen de la superficie del terreno de cultivo, por lo que en la mayoría de los casos ocurre que las plantas mueran por congelación al producirse heladas, por aplicaciones de insecticidas, etc. Para su germinación necesita una temperatura de 15 a 21°C (Bascur, G. 2019).

3.4 Características del desarrollo de la lenteja

La lenteja es una planta anual y herbácea (30 a 70 cm) con tallo débil, corto y ramificado. Las hojas son imparipinnadas con zarcillos y folíolos pequeños, ovales y alargados. Las flores están en racimos axilares de color azul blanquecino. El fruto está en forma de legumbre con 1-3 semillas que son las lentejas. La raíz es ramificada, profunda, desarrolla nódulos fijadores de nitrógeno. La lenteja es un cultivo de secano, de tal forma que, el agua necesaria para su crecimiento vegetativo es compensada con la humedad residual de la atmósfera o procedente del ciclo anterior de lluvias (Basantes, E. 2017).

3.5 Variedades

3.5.1 Variedad de lenteja precoz INIAP 406

La variedad de lenteja precoz INIAP-406 se obtuvo del Banco de Germoplasma del INIAP con el Número E-141; luego de ser evaluada en varios países de áreas secas, fue seleccionada la línea "precoz" originaria de Argentina que posteriormente se denominó, variedad INIAP-406. Tiene un ciclo vegetativo de 140 días en altitudes que van de 2000 a 2800 msnm, con una producción de 1000 kg/ha (Tapia, F. 2021).

La densidad de siembra varía de acuerdo al método de siembra, pero se ubica entre 60 y 90 kg/ha de semilla. Esta variedad presenta las siguientes características: hábito de crecimiento semi erecta, color de la flor blanca con estrías lilas, altura de planta 30-35 cm, Número de semillas por vaina 1-2, tamaño de grano mediano, calibre del grano 5-6 mm, color del grano crema amarillento, forma del grano redondo, peso de 100 semillas 6,8 g, 18 por ciento de proteína. Se recomienda la siembra en hileras separadas entre sí a 25 y 40 cm. Esta dependerá de la facilidad de riego y de la calidad del suelo para el riego (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. 2016).

3.5.2 Características

Las plantas suelen alcanzar una altura de 20 a 50 cm, dependiendo de la variedad y puede desarrollar entre 15 a 18 nudos. En cada nudo reproductivo fija 1 a 2 flores. Cada vaina fija de 1 a 2 semillas (Peñaloza, E. 2018).

Su sistema radicular puede ser superficial o profundo dependiendo de la variedad y del tamaño de las semillas, las plantas con semillas pequeñas tienen un sistema radicular superficial que se adapta al terreno; en contrapartida plantas con semillas grandes tienen un sistema radicular más profundo que se adapta a suelos pesados (arcillosos, arcillo-arenosos y franco-arcillosos).

Las hojas son compuestas (paripinadas) con 7 a 8 folíolos, presentan zarcillos (órganos que facilitan la sujeción de la planta) y están divididas en folíolos (unidades que forman las hojas), ovalados y planos. Las flores están reunidas en

grupos de tres, son de pequeño tamaño y de coloraciones blancas o azules (INIAP. 2016).

Los frutos tienen forma de vaina y contienen como máximo 2 semillas las cuales son pequeñas, redondas y aplanadas. Éstas constituyen la parte comestible y presentan dos formas dependiendo del tamaño del fruto: grande o pequeño. Las plantas con fruto grande tienen flores blancas; en cambio las plantas con fruto pequeño presentan flores azules, alcanzan menor altura y tienen semillas más pequeñas (Basantes, E. 2017).

Entre las especies silvestres de lentejas hemos de considerar las siguientes:

Lens culinaris: Especie de la cual deriva la lenteja cultivada. Está dividida en cuatro subespecies:

- ***Lens culinaris ssp.***
- ***Lens culinaris ssp.*** Orientalis.
- ***Lens culinaris ssp.*** Tomentosus
- ***Lens culinaris ssp.*** Odemensis

La especie cultivada (***Lens culinaris***) tiene dos grupos:

- **El grupo Micro esperma** o grupo de lentejas verdes: Se producen normalmente en el sur de Europa, norte de África y América. Constituyen plantas con un porte más elevado con vainas más alargadas y las semillas son más grandes, más aplanadas y contienen en general cotiledones de color amarillo.
- **El grupo Macro esperma** está formado por las lentejas de color rojo: Son plantas más pequeñas que presentan semillas menores en tamaño y redondas. Los cotiledones pueden variar de amarillo a negro. Este grupo de lentejas se encuentra en Asia, Etiopía y Afganistán (Infoagro. 2017).

Existen muchas variedades de lentejas cultivadas. Entre todas ellas podríamos mencionar las siguientes según su forma y tamaño:

Pequeñas y redondeadas:

- **Lenteja Beluga:** Es una lenteja negra brillante muy pequeña que debe su nombre a la semejanza que tiene con el caviar. Se utiliza principalmente para ensaladas y sopas y tiene un tiempo de cocción de unos 20 minutos a fuego lento. Dentro de las lentejas es la que tiene una mayor proporción de proteínas (Saltos, C. 2017).
- **Lenteja Pardina:** Se le denomina lenteja parda, es una lenteja pequeña que no se deshace cuando se cuece, es rica en hidratos, es marrón terroso o marrón-rojizo con el interior amarillo. Especialmente adecuada para combinar con pasta y ensalada o para platos de tipo mediterráneo. Debe cocerse a fuego lento y tiene un tiempo de cocción de unos 30 minutos (Pares, M. 2019).
- **Lenteja de Puy:** También llamada " verde de Puy", procede de la región francesa del Puy. Se dice que es la lenteja preferida por los grandes chefs tanto por su sabor como por su capacidad para mantenerse entera al guisarla. Es la preferida en Europa y se sirve en los grandes restaurantes. Se utiliza mucho con sopas a las finas hierbas, en caldos y en ensaladas. Es de color verde azulada y un poco más pequeña que la verdina. Necesita unos 30 minutos de cocción a fuego lento (López, D. 2018).
- **Lenteja Verdina:** Lenteja de tamaño pequeño y color verde. Es la lenteja más utilizada en Sudamérica.
- **Lenteja Urad Dal:** Es una lenteja procedente de la India. Tiene un tamaño de medio centímetro y un color blanco marfil. Su contenido en proteínas es muy elevado lo que se aprovechó en este país para sustituir a la carne (Infoagro. 2017).

Grandes:

- **Lenteja Reina:** Es una de las lentejas de mayor tamaño. Es amarilla y de forma aplanada.

- **Lenteja de Armuña:** Llamada Rubia de Armuña por su color amarillo y por la zona donde se cultiva que le da el nombre de la denominación de origen (Salamanca en España). Es una lenteja muy grande y se considera una de las más sabrosas del mundo (Cedeño, M. 2017).

Deshollejadas:

- **Lenteja Crimson:** Originaria de Turquía, es una lenteja rojiza muy adecuada para hacer purés. Su tiempo de cocción son unos 10 minutos.
- **Lenteja Red Chief:** Conocida también como lenteja egipcia. Puede comerse deshollejada. En la India se las conoce como Masoor dal. Son consumidas en abundancia en Pakistán (Infoagro. 2017).

3.6 Condiciones edafoclimáticas

3.6.1 Clima

El cultivo de la lenteja se adapta a diversidad de clima debido a la variabilidad genética existente en la planta de lenteja. Es un cultivo de invierno y se adapta bien a climas frescos. Normalmente su siembra se realiza a finales de otoño o en otros lugares a finales de invierno, pero siempre aprovechando el periodo de lluvias. El terreno conviene que esté lo más húmedo posible para efectuar las siembras. Se realizan dos tipos de siembras durante la época de otoño que corresponden a la lenteja de tipo macrosperma y otra en invierno y corresponden a las de tipo microsperma. La lenteja es un cultivo que se adapta bien a las diferentes condiciones agroclimáticas. Requiere una temperatura que oscile entre los 6 a 28°C y unas precipitaciones anuales de 260 a 850 mm. Se adaptan muy bien a las diferentes altitudes desde zonas que comprenden los 100 metros a las de 3.100 metros. Le perjudica bastante las nieves y los rocíos (Infoagro, 2017).

3.6.2 Suelo

El cultivo de la lenteja requiere un suelo con un pH comprendido entre 5.5 a 9. Es un cultivo muy sensible a la salinidad, por ello suelos con presencia de sal puede

ser un obstáculo para el rendimiento en la producción de lenteja. Tolera la sequía bastante y no los suelos encharcadizos y mal drenados. Requiere suelos profundos, frescos, ricos en materia orgánica y suelto. En suelos arcillosos el cultivo de lenteja se hace más manejable para la recolección mecanizada. Los suelos pedregosos y profundos facilitan la infiltración del agua en el suelo (Tapia, F. 2021).

3.7 Prácticas agronómicas

3.7.1 Preparación del suelo

Una adecuada preparación del suelo permitirá asegurar la germinación y mantener el terreno libre de malezas durante los primeros días del cultivo. El suelo debe quedar suelto y nivelado para evitar acumulación de agua. La preparación del suelo puede consistir en un paso de arado y un paso de rastra posterior, para eliminar los terrones. La preparación del terreno se lleva a cabo transcurridas las primeras lluvias con arado de disco a una profundidad de 20 a 30 cm. Posteriormente se hace un pase de grada de discos a una profundidad de 15 cm. La siembra mecanizada se realiza en el mes de octubre empleándose una dosis de 120 - 130 Kg/ha (INIAP. 2016).

3.7.2 Siembra

La lenteja es una semilla que puede llegar a conservarse hasta 4 o 5 años y su periodo de dormancia es relativamente corto. La siembra se realiza a una profundidad de 4 o 5 cm y las semillas de pequeño tamaño se debe sembrar a menor profundidad. La densidad de siembra depende de las condiciones climáticas y del genotipo de la planta, no obstante, se realiza una siembra de 100 - 200 plantas /m². En densidades más condensadas el rendimiento en producción es más elevado. Se permite una distancia entre líneas de 12 - 14 cm (Villacis, C. 2016).

3.7.3 Germinación y emergencia

Una vez sembrada, la semilla absorbe humedad y se activan los procesos germinativos. Esto puede ocurrir en un amplio rango de temperaturas, situándose el óptimo alrededor de 15 a 20 °C. Temperaturas del suelo inferiores reducen la

velocidad de este proceso, prolongando el período de siembra a emergencia, como ocurre en siembras de invierno. La situación opuesta sucede en primavera, donde la mayor temperatura del suelo favorece la germinación de la semilla y una rápida emergencia de las plántulas (Reinoso, V. 2016).

La germinación de la lenteja es hipogea, lo que significa que los cotiledones permanecen enterrados en el suelo una vez que la plántula ha emergido. Puesto que la zona de inserción de los cotiledones constituye puntos de crecimiento, este hábito de germinación le confiere a la especie una gran ventaja, permitiéndole recuperarse de eventuales daños heladas, babosas, aves, entre otros que comprometan, incluso su parte aérea produciendo nuevos brotes (Peñaloza, E. 2018).

3.7.4 Densidad de siembra

La cantidad de semilla a utilizar por hectárea depende de la fertilidad de la tierra y de la humedad de la misma. Cuanto más fértil sea la tierra, se empleará mayor número de kilogramos de semilla en la siembra. Como cifra media, la densidad óptima de siembra se alcanzará utilizando entre 70 y 80 kg de semilla por hectárea (Alonso, F. 2021).

3.7.5 Época de siembra

La época de siembra de la lenteja está determinada por el tipo de suelo (textura, topografía), y por las condiciones climáticas que caracterizan a una zona en particular, principalmente temperatura y precipitaciones. En función de estos aspectos se han establecido las épocas de siembra óptimas para las principales áreas agroecológicas (Álvarez, M. 2019).

3.7.6 Método de siembra

Una buena distribución de plantas se logra con siembras en hileras, ya sea a chorro continuo, o mateadas. En este último caso, se debe depositar entre 8-10 semillas por golpe, distanciados a 30-35 cm. Entre hileras, la distancia de siembra debe mantenerse alrededor de 35 cm en ambos casos. Distancias de siembra superiores son aconsejables sólo cuando se desea introducir cultivadores para el control de

malezas, ya que el rendimiento del cultivo normalmente se reduce. Distancias entre hileras inferiores, en tanto, pueden traducirse en aumentos importantes de rendimiento en áreas con un período de crecimiento corto (80-100 días desde siembra a floración), aunque su éxito está condicionado al uso de herbicidas, y a suelos con baja infestación de malezas de hoja ancha (Peñaloza, E. 2018).

3.7.7 Profundidad de siembra

En siembras realizadas en época normal, la profundidad a la que se deposita la semilla debe ser tal que asegure que ésta no quede descubierta y susceptible a un eventual año de pájaros, o a la deshidratación. De acuerdo con nuestros resultados, 4 a 6 cm se estima como una profundidad adecuada. En siembras tardías, o en condiciones de escasa humedad en el suelo, la semilla se debe depositar alrededor de 8 cm de profundidad. Siembras a mayor profundidad pueden provocar reducciones importantes en la población de plantas, sobre todo en siembras tempranas, o en suelos con altos contenidos de humedad (Toledo, P. 2017).

3.7.8 Fertilización

La fertilización se realiza de acuerdo al análisis de suelo, pero por lo general en las zonas donde no se lo puede realizar y de acuerdo a las exigencias del cultivo se recomienda aplicar a la siembra 4 sacos/ha de 18 - 46 - 0 ; que corresponde a 36 y 92 kg/ha de N-P₂O₅, respectivamente (Rojas, G. 2018).

3.7.9 Fertilización orgánica

Los fertilizantes orgánicos, los nutrientes contenidos en ellos son originarios del mismo suelo agrícola; estos abonos son menos solubles, ponen los nutrientes a disposición de las plantas de manera gradual. El abonado orgánico, mejora las propiedades físicas del suelo aportándole una textura esponjosa y cantidad de materia orgánica eficaz para el desarrollo de las plantas (Ledesma, J. 2017).

Los suelos bajos en contenido de fósforo se recomiendan un abonado rico en este elemento para obtener respuestas productivas bastantes buenas en la producción (Zapata, G. 2017).

El abonado fosfórico facilita el crecimiento y desarrollo de las raíces permitiendo a éstas llegar hasta zonas profundas para extraer el agua. El abonado potásico se suministra en una cantidad de 27 ppm. y en caso de haber aplicado potasio con anterioridad en otras cosechas, no hace falta añadirlo de nuevo. Otros elementos que deben ser asimilados por la planta de lenteja son el azufre (S), cinc (Zn) ya que éste último incrementa la altura de la planta (Infoagro. 2017).

3.7.10 Abono orgánico Bocashi

Es un bio fertilizante de origen japonés, del que deriva su nombre “bo-ca-shi”, que significa fermentación. En la antigüedad los japoneses utilizaban sus propios excrementos para elaborarlo y abonar sus arrozales. Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal, el cual es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida (Mosquera, B. 2016).

El principal uso que se le da al bocashi es para el mejoramiento del suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica.

Ventajas del bocashi

- No se forman gases tóxicos, ni malos olores.
- El volumen que se produce se adapta a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos y causantes de enfermedades.
- El producto se elabora en un período relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días).
- El producto se utiliza inmediatamente después de preparado.
- Bajo costo de producción (Ramírez, X. 2017).

En el proceso de elaboración del bocashi hay dos etapas bien definidas:

- a.) La fermentación de los componentes del abono cuando la temperatura puede alcanzar hasta 70 -75° C por el incremento de la actividad microbiana.
- b.) La temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética y pasa a un proceso de estabilización. Solamente sobresalen los materiales que presentan mayor dificultad para degradarse a corto plazo para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, FAO. 2018).

3.7.11 Condiciones para la elaboración

Varias son las características principales en la elaboración del bocashi para que tenga el éxito esperado y son:

- 1. Temperatura:** Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de preparado el abono debe presentar temperaturas superiores a 50°C.
- 2. La humedad:** Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica. Tanto el exceso de humedad como su ausencia son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad; la humedad óptima para lograrla mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso (García, S. 2017).
- 3. La aireación:** La presencia del oxígeno dentro de la mezcla es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si, en caso de exceso de humedad, los microporos presentan un estado anaeróbico se perjudica la aeración y, consecuentemente, se obtiene un producto de mala calidad (Jiménez, J. 2027).
- 4. El tamaño:** La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono es favorable para aumentar la superficie de la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede

llevar a una compactación lo que favorecerá al desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas se puede agregar a la mezcla paja o carbón vegetal (FAO. 2018).

3.7.12 Ingredientes del abono orgánico fermentado

La composición del bocashi puede variar considerablemente y se ajusta a las condiciones y materiales existentes en la comunidad o a las que posee cada productor; es decir, no existe una receta o fórmula fija para su elaboración. Lo más importante es el entusiasmo, la creatividad y la disponibilidad de tiempo por parte del fabricante. Entre los ingredientes que pueden formar parte de la composición del abono orgánico fermentado son los siguientes:

- Gallinaza
- Cascarilla de arroz
- Tierra negra
- Carbón molido o ceniza
- Abono orgánico
- Cal
- Melaza
- Levadura
- Agua (según la prueba del puñado) (FAO. 2018).

3.7.13 Elaboración del abono orgánico fermentado (Bocashi)

Después de decidir la cantidad de abono orgánico fermentado a fabricar y disponer de los ingredientes necesarios se debe realizar los siguientes pasos:

- Coloque los materiales ordenadamente en capas tipo pastel alternadamente, éstos no tienen un orden específico.
- La mezcla de los ingredientes se hace en seco en forma desordenada.
- Los ingredientes se subdividen en partes iguales, obteniendo dos o tres montones para facilitar su mezcla.

- Se hecha la levadura y melaza.
- Se humedecen y mezclan los materiales de manera homogénea (mantener humedad 60-65 %).
- Se extiende la mezcla en la superficie destinada a la elaboración del abono.
- Los materiales no deben sobrepasar los 50 cm de altura para facilitar la acción del aire.
- Se cubren los materiales durante las primeras 24 horas.
- Con un termómetro se mide la temperatura del abono, a partir del segundo día de su fabricación. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50 °C.
- A partir del segundo día, comenzar la mezcla del abono una vez en la mañana y otra en la tarde hasta la finalización del proceso (Mosquera, B. 2016).

3.7.14 Funciones del bocashi

Su función es engorda el suelo y los microorganismos disponibles ponen a disposición los minerales para que lo utilicen las plantas o por medio de la erosión. Los nutrientes son asimilados por las plantas y puestos a disposición de las plantas, con lo que estimula el crecimiento de sus raíces y follaje (Ortega, P. 2017).

3.7.15 Dosis a utilizar

En terrenos con proceso de fertilización orgánica se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado de terreno. La aplicación debe realizarse 15 días antes de la siembra, al trasplante o en el desarrollo del cultivo. En terrenos donde nunca se ha aplicado bocashi, las dosis serán mayores (10 libras por metro cuadrado aproximadamente). Para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros), será necesaria una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado. Para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros), será necesaria una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del cultivo, en dosis de 2 libras por metro cuadrado. Para cultivos de ciclo largo (frutales), se aplica una libra por postura al momento de la siembra y tres aplicaciones de 1 libra por año, esta dosis se utilizará durante el período de

crecimiento. En árboles productivos se harán aplicaciones de 2 libras, tres veces por año (Mosquera, B. 2016).

3.7.16 Beneficios del uso del bocashi

- Reducción de costos de producción, ya que el precio de los fertilizantes sintéticos es alto en el mercado comparado con el costo del bocashi, permitiendo mejorar de esa manera la rentabilidad de los cultivos.
- Reducción sustancial de productos sintéticos, disminuyendo el riesgo de contaminación de suelo, aire y agua.
- Se contribuye a la conservación del suelo, existe mayor captación de agua lluvia, disminuye el calor ambiental y se protege la biodiversidad, con lo que se colabora en la protección del medio ambiente.
- Se reduce la acidez de los suelos al dejar de usar sulfato de amonio y sustituirlo por el bocashi.
- Si la técnica es aplicada dentro del sistema de agricultura orgánica (sin utilizar productos agroquímicos), se pueden lograr mejores precios de los productos en el mercado (FAO. 2018).

3.8 Comparación entres fertilizantes químicos y orgánicos

Los abonos químicos son una solución rápida y eficaz a corto plazo pero que envenenan a las personas y al medio ambiente. Los abonos orgánicos por su lado, proporcionan todos los nutrientes que la planta necesita sin contaminar (Cedeño, P. 2017).

Para poder crecer y sobrevivir, las plantas necesitan luz, agua, dióxido de carbono, macronutrientes (potasio, calcio, fósforo) y micronutrientes (hierro, zinc, manganeso). Las plantas necesitan de todos estos elementos para crecer sanas y no sufrir. Por eso los abonos naturales que elijamos deben ser completos y tener cada uno de ellos. Los abonos químicos carecen de algunos de estos elementos tan

necesarios para las plantas, además acidifican la tierra por la gran cantidad de nitrógeno que poseen y destruyen los microorganismos (Paredes, D. 2017).

Por su lado los abonos orgánicos proporcionan todo lo que la planta necesita, mejorar el suelo, favorecen las descompensaciones de pH, mejoran la capacidad para absorber agua y requieren un menor gasto energético. Algunos de los mejores abonos orgánicos son los siguientes: Compost, estiércol, humus de lombriz, guano, harina de huesos, harina de sangre, algas marinas, cenizas, posos de café, pelo, orina, cáscaras de huevo y compost, el mejor de los abonos (Benavidez, M. 2017).

3.8.1 Qué es mejor el abono orgánico o el abono químico

Aunque en muchas ocasiones se crean situaciones de confrontación entre unos tipos y otros lo cierto es que la utilización de abonos químicos, abonos orgánicos o la aplicación combinada de ambos dependerá de las necesidades de la planta, las características específicas del suelo o sustrato, la extensión y tipo de producción del cultivo, y el punto de desarrollo (antes de la siembra, durante el desarrollo, etc.) (Ortiz, L. 2018).

3.9 Fertilizantes químicos

Los fertilizantes son productos inorgánicos obtenidos mediante procesos químicos que ayudan al enriquecimiento del suelo, necesarios para el crecimiento de las plantas y para conseguir rendimiento en la producción de las cosechas (Cubero, D. & Viera, M. 2018).

Los fertilizantes o abonos en la agricultura son productos cuya finalidad es la de proporcionar nutrientes a las plantas. Los productos fertilizantes son muy usados en la agricultura y jardinería gracias al aporte de nutrientes que proporcionan al cultivo en cuestión, la adición de estos productos supone un mejor y fácil crecimiento en las plantas, aumento de rendimientos y mejora en la calidad de los cultivos (Probelte, M. 2019).

Para que las plantas nazcan y se desarrollen con normalidad es preciso que el suelo tenga una estructura adecuada. No solo basta con que reciban luz solar y agua, sino

que, para realizar de forma completa la fotosíntesis, necesitan nutrientes (Hernández, L. 2017).

3.9.1 Clasificación de los fertilizantes

Abono o fertilizante: Es cualquier sustancia orgánica, inorgánica, natural o sintética que aporta a las plantas uno o varios elementos nutritivos.

Los fertilizantes se clasifican de acuerdo a tres criterios:

- **Por su aplicación**

1. Fertilizantes de suelo, se los aplica directamente al suelo una vez realizado el análisis químico.
2. Fertilizantes foliares, se los aplica al follaje y son un complemento para los fertilizantes de suelo.

- **Por su procedencia**

1. Fertilizantes inorgánicos, son compuestos químicos-sintéticos y/o minerales.
2. Abonos orgánicos, son aquellos que provienen de la transformación de residuos vegetales o animales.

- **Por su composición**

1. Fertilizantes simples, cuando contienen un solo nutriente o elemento químico.
2. Fertilizantes compuestos, cuando contienen más de dos nutrientes (Cubero, D. & Viera, M. 2018).

Los elementos químicos que conforman los fertilizantes comúnmente se los agrupa en:

- **Macronutrientes**

Son requeridos por las plantas en cantidades mayores y se dividen en dos grupos: primarios y secundarios. En los primarios se encuentran: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Entre los secundarios están: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

- **Micronutrientes**

Son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero necesarias para su desarrollo: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl) (Hernández, L. 2017).

3.9.2 Fuentes y formas de aplicación de los fertilizantes

Estos, muchas veces no se encuentran en la tierra de forma natural, por lo que es preciso utilizar abonos que aporten:

- **Nitrógeno:** Es el responsable del crecimiento de las hojas y de la asimilación de la clorofila, lo que les confiere el color verde. Para un mejor aprovechamiento, el nitrógeno debe ser aplicado en forma fraccionada, la mitad a la siembra a chorro continuo al fondo del surco (cubrir el fertilizante con una capa delgada de tierra para evitar el contacto con la semilla) y la otra mitad a los 45 a 60 días después de la siembra cuando las plantas tienen de 15 a 20 cm de altura (aplicar el fertilizante a un costado de la planta a unos 10 cm de distancia), coincidiendo con el medio aporque (Fermagri, S.A. 2021).

Las fuentes de nitrógeno se presentan en el cuadro según (Fermagri, S.A. 2021):

Fuente	Contenido de N (%)	Fuente	Contenido de N (%)
Sulfato de amonio	21	Nitrato de calcio	15.5
Amoniaco anhidro	82	Nitrato de sodio	16
Nitrato de amonio	34	Nitrato de potasio	13
Urea	46	Fosfato monoamónico (MAP)	10
Solución de nitrato de amonio-urea	28 a 32	Fosfato diamónico (DAP)	18
Fosfato nítrico	20	Nitrato cálcico-amónico	26

- **Potasio:** Ayuda a la planta a desarrollar tallos fuertes y es esencial para su correcto crecimiento. También es útil a la hora de combatir enfermedades. Se debe aplicar a la siembra a chorro continuo al fondo del surco y cubrir con una capa delgada de tierra. En suelos arenosos o franco arenosos con alto potencial de pérdida de K por lixiviación, se recomienda fraccionar la aplicación, la mitad a la siembra y la otra mitad al medio aporque en banda lateral a 10 cm de las plantas (Rojas, G. 2018).

Las fuentes de potasio se muestran en el cuadro según (Rojas, G. 2018):

Fuente	Contenido de nutrientes (%)				
	K ₂ O	Mg	S	N	Cl
Cloruro de potasio*	60	0	0	0	45
Sulfato de potasio	50	0	18	0	0
Sulpomag	22	11	22	0	0
Fertisamag	19	11	15	0	0
Nitrato de potasio	44	0	0	13	0

- **Fósforo:** Permite a las plantas formar nuevas raíces, producir semillas, frutos y flores. Se recomienda aplicar el fósforo al momento de la siembra a chorro

continuo y al fondo del surco para favorecer el crecimiento de las raíces (Sevilla, N. 2021).

Las fuentes de fósforo se presentan en el cuadro según (Sevilla, N. 2021):

Fuente	Contenido de P₂O₅ (%)
Superfosfato simple o normal (SFS)	20
Superfosfato triple (SFT)	46
Fosfato monoamónico (MAP) ^a	30 ó 52
Fosfato diamónico (DAP) ^b	46

3.10 Abono químico 18 - 46 - 0

Abono muy concentrado en fosfato que conviene para cualquier tipo de cultivo. Asegura la nutrición en fósforo durante todo el ciclo de crecimiento y desarrollo de la planta. También proporciona una dosis inicial de nitrógeno (forma amoniacal) y una ligera dosis de azufre. Se puede aplicar como abonado de fondo, o bien antes o durante la siembra. Cuando se disuelve en el suelo, alcaliniza temporalmente el pH de la solución del suelo alrededor del gránulo. El azufre que contiene también contribuye a una mejor absorción del nitrógeno y fósforo por las raíces de las plantas (Cedeño, N. 2021).

Fertilizante para aplicación directa al suelo. Puede utilizarse como materia prima para otros fertilizantes. Es recomendable tener en cuenta la prescripción de un Ingeniero Agrónomo basada en un adecuado y oportuno análisis de suelo o tejido foliar (Veloz M. & Martínez R. 2018).

3.10.1 Características

Concentración: 18% N + 46% P₂O₅

Presentación: 50 kg / Origen: Rusia

Fertilizante granulado con un elevado contenido de fósforo en forma de fosfato y nitrógeno en su forma amoniacal.

DAP provee una adecuada fuente de fósforo y nitrógeno, indispensables para el desarrollo de las plantas en etapas iniciales y de desarrollo. Excelentes propiedades físicas que facilitan la preparación de mezclas nutricionales, para su uso de forma manual o mecanizada (Agropal. 2021).

La transformación del amonio a nitrato por parte de las bacterias del suelo, acidifican temporalmente el entorno de la solución facilitando la liberación y absorción del fosforo por parte de la planta (Fermagri, S.A. 2021).

3.10.2 Forma de aplicación

Se aplica homogéneamente sobre la superficie del suelo y, si es posible, enterrado con una labor para situarlos cerca de las raíces, para facilitar la absorción del fósforo. Evitar el contacto con la semilla, pues en función del suelo puede producirse volatilización de amoníaco que puede dañarla.

Se recomienda que la aplicación de todos los abonos complejos NPK se realice:

- Poco antes de la siembra en el caso de cultivos herbáceos.
- Al menos un mes antes de la brotación en el caso de cultivos arbóreos, es decir, con antelación suficiente a que la planta necesite los nutrientes que aportamos.
- Aplicación en sementera.
- Aplicar en suelos ricos en potasio, neutros o básicos (Hernández, L. 2017).

3.10.3 Dosificación

Las dosis que se recomiendan, en función de la producción esperada, son orientativas, pudiendo ajustarse a la vista de los resultados de los análisis de suelo que nos muestra el siguiente cuadro de dosificación (Hernández, L. 2017).

CULTIVOS	Producción Kg / ha	Dosis Kg/ha (18-46-0)	Época de aplicación
Cereales	Hasta 3.000	150	En fondo (sementera)
	3.000 – 4.000	150 – 225	
	4.000 – 5.000	225 – 300	
	Más de 5.000	> 300	
Maíz	Según producción	200 – 450	En fondo (sementera)
	Si se localiza	100 – 150	
Patata de consumo	Según producción	350 – 450	En fondo (sementera)
Lenteja	Según producción	100– 192	

3.11 Abono químico Muriato de potasio

El Cloruro de potasio o Muriato de potasio (KCl) es una fuente natural de potasio de alta concentración (60%) y muy buena solubilidad lo que permite su utilización en una amplia gama de cultivos, para ser utilizado en fertilización de base o cobertera, para suplir requerimiento del cultivo o para corregir deficiencias de potasio. Es un fertilizante de fuente natural de potasio de alta concentración y muy buena solubilidad lo que permite su utilización en una amplia gama de cultivos. Se utiliza en fertilización de base o cobertera para suplir requerimiento del cultivo o para corregir deficiencias de potasio (Sociedad Química y Minera de Chile, SQM. 2021).

El rol del potasio se relaciona directamente con la calidad y la producción. El potasio está involucrado en más de 50 actividades o funciones dentro de las plantas, transformándolo en un elemento esencial para lograr una buena nutrición en los cultivos (Probelte, M. 2019).

El Potasio interviene en la apertura y cierre de las estomas en la planta, permitiendo un equilibrio hídrico en el interior regulando de manera eficiente procesos fisiológicos como la transpiración, además el cultivo se torna menos vulnerable al ataque de enfermedades. El Muriato de potasio (MOP) por su alta concentración de Potasio (60%) es la fuente de aporte de Potasio (K₂O) más económica para la

mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación de Cloro (Delcorp S.A. 2020).

3.11.1 Características

- Fertilizante potásico granular con alto contenido de potasio en forma de cloruro.
- El potasio promueve la fotosíntesis, mejora la asimilación del nitrógeno, la eficiencia del uso del agua, la calidad del fruto y da resistencia al ataque de plagas.
- Por su granulometría uniforme se facilita la elaboración de mezclas homogéneas para aplicaciones manuales o mecanizadas.
- Se recomienda su uso en áreas y épocas con niveles adecuados de precipitación o con disponibilidad de riego, que ayuden a lixiviar los excesos de cloro.
- Se debe alternar con otra fuente potásica en suelos con mal drenaje, suelos salinos y en cultivos sensibles al cloro (Tabaco, ornamentales y crucíferas) (Fermagri. 2021).

3.11.2 Comportamiento en el suelo

Fertilizante granulado de coloración roja, de 2 a 4 mm de tamaño para realizar o ser mezclado con otros fertilizantes granulados al momento de la aplicación. La Dosis varía de acuerdo al cultivo, suelo y/o recomendaciones de un técnico (Hernández, L. 2017).

3.12 Abono químico Sulpomag

Es un fertilizante que proporciona en forma efectiva azufre, magnesio y potasio, los cuales son nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal. Es un fertilizante libre de cloruros (Hernández, L. 2017).

El sulfato doble de potasio y magnesio o Sulpomag es un fertilizante de origen natural que se refina en procesos de lavado y refinado. Es una excelente fuente de

magnesio y de potasio en aquellos cultivos sensibles al agregado de cloruros, como el tabaco y algunos frutales. El potasio (K) es un nutriente esencial para las plantas, y junto al fósforo (P) y el nitrógeno (N) son los tres nutrientes primarios de todo cultivo. Se absorbe por raíces en forma iónica K^+ . En la planta no forma compuestos orgánicos. Es esencial para la síntesis de proteínas, ayuda a regular el balance hídrico e iónico. Mejora la resistencia a enfermedades de las plantas y ayuda a tolerar períodos de sequía. Mejora la calidad de frutos, entregando aroma, color, y tiempo en góndola. El magnesio (Mg) forma parte central de la molécula de clorofila, por lo cual es clave su participación en la fotosíntesis de todos los cultivos (Cedeño, N. 2021).

3.12.1 Importancia para las plantas

Es el fertilizante que aporta tres nutrientes: potasio, magnesio y azufre, todos en forma inmediatamente asimilable por la planta. A pesar que la mayoría de los suelos contienen miles de kilos de potasio, sólo una pequeña cantidad está disponible para la planta durante el ciclo de crecimiento, menos del 2 %. Es vital mantener niveles adecuados de potasio en el suelo porque este nutriente tiende a mantenerse en el sitio donde se coloca cuando se fertiliza. Al agregarse al suelo y disolverse, la sal se disociará en sus componentes, de los cuales el potasio y el magnesio serán retenidos en los sitios de intercambio con la arcilla y la materia orgánica. En cambio, los sulfatos serán absorbidos en la superficie disponible de las arcillas, o bien inmovilizados por los microorganismos del suelo, o eventualmente lixiviados a horizontes más profundos (Cubero, D. & Viera, M. 2018).

3.12.2 Control de malezas

Las lentejas sufren mucho la competencia de las malas hierbas, y las reducciones de cosecha pueden llegar a ser muy significativas. Manual: Una deshierba y un medio aporque. Herbicida: En preemergencia, aplicar Linurón (Afalón), Linurex o Lorax: 0.8-1 kg/ha en 400 l agua, en suelo húmedo (Basantes, E. 2017).

3.12.3 Riego

El cultivo de lenteja es de temporal o secano. No resiste el exceso de precipitación. En áreas con disponibilidad de riego, el volumen de entrada (gasto) del agua no debe ser abundante. El riego debe hacerse con énfasis en floración y llenado de vainas (Peñaloza, E. 2018).

La lenteja es un cultivo más tolerante a la sequía que al exceso de riego, requiere para su normal crecimiento un promedio de 200-250 mm de agua durante en el ciclo. La producción es sensible al exceso de agua y, asimismo un retraso en el suministro de este líquido en la época de floración, la cual es la más crítica en el crecimiento de la planta, puede ocasionar una importante reducción de la cosecha. Es una planta que se adapta bien a climas frescos, con temperaturas entre 6 y 28 °C y precipitaciones anuales moderadas. La lenteja tiene un buen comportamiento en clima templado frío, resiste perfectamente a las heladas invernales, en la primera fase de crecimiento, de germinación a floración, pero posterior a este período es sensible a las bajas temperaturas. Si bien es un cultivo de invierno, la nieve y el rocío la perjudican. Este tipo de legumbre requiere precaución en su cultivo porque deja al suelo sin cobertura en poco tiempo. Por eso requiere suelos profundos, francos, con buen nivel de fertilidad y drenaje, y ricos en materia orgánica ya que es sensible a las enfermedades de cuello y raíz (Servicio Nacional Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. 2019).

3.13 Enfermedades

3.13.1 Antracnosis

La antracnosis es un hongo que ataca principalmente a las vainas, los folíolos y los tallos. La enfermedad comienza con la aparición de numerosas manchas redondeadas (de aproximadamente 5mm) de color amarillo con bordes oscuros. A medida que pasa el tiempo se van extendiendo y juntando unas con otras hasta ocupar gran extensión. Lo peor de esta enfermedad es que se extiende en profundidad y puede llegar a causar daños en los guisantes si la vaina se ve afectada.

Suele aparecer cuando las temperaturas y la humedad son elevadas. Y puede llegar a causar la muerte de nuestras plantas (Ortero, P. 2017).

Algunos métodos de prevención:

- Buen drenaje del suelo.
- Rotación de cultivos.
- Limpiar los cultivos de malas hierbas.
- Aplicación de tomillo rojo.

3.13.2 *Fusarium oxysporum* y *Fusarium sp. Lentis*

Estas dos clases de hongos producen la marchitez vascular que hace que la planta muera. En plantas jóvenes y en floración los ataques son más intensos y cuando las temperaturas oscilan entre los 18 - 30° C unidas a un tipo de suelo con pH de 7.5 a 8. El producto más recomendado para combatir esta enfermedad es Benomilo, pero también resulta eficaz el empleo de técnicas culturales para disminuir la incidencia de este hongo como por ejemplo el empleo de rotación de cultivos, aumento de la cantidad de abonado de P₂O₅ y realización de siembras no muy profundas (Basantes, V. 2017).

Existen otros tipos de *Fusarium* asociados al cultivo de la lenteja como:

- *Fusarium avenaceum*.
- *Fusarium scripi*
- *Fusarium solani*.
- *Fusarium culmorum*

3.13.3 *Ascochyta fabae*

Es el hongo que causa la rabia o ascoquitosis de la lenteja. Produce daños muy considerables en el cultivo y se manifiesta en hojas, tallos y semillas. En las hojas se aprecian los síntomas por la aparición de manchas oscuras y circulares que aparecen en los bordes de las hojas y hacen que éstas caigan. Los síntomas en la semilla comienzan con el arrugamiento de la piel, manchas oscuras y finalmente la

aparición de micelio blanquecino del hongo. Se recomienda efectuar una desinfección de las semillas, para ello el empleo de fungicidas como Daconil, Calxin-m, Benlate (Basantes, E. 2017).

3.14 Plagas

Es clave este tipo de control debido a que existe un aumento representativo de los costos de producción además del desequilibrio de poblaciones naturales y benéficas que aportan de manera positiva al desarrollo de la planta (Ortero, P. 2017).

3.14.1 Pulgones (*Aphys craccivora*)

El pulgón que más ataca al cultivo de la lenteja se llama *Aphys craccivora* denominado pulgón negro que en estado juvenil es de color verde. Tiene un tamaño de 1.5 a 2.45 mm y se trata de un insecto que se propaga muy rápidamente. Se instala en hojas y tallos donde produce daños debido a que extraen la sabia de la planta (Basantes, E. 2017).

Los síntomas que se pueden apreciar son muy notables como la aparición de zonas secas en la planta que van progresando hasta secarla por completo. El pulgón puede poner en peligro la cosecha en el transcurso de muy poco tiempo (Infoagro, 2017).

3.14.2 Gorgojos (*Bruchus lentis* y *Bruchus sinaticornis*)

Dos especies de gorgojos afectan al cultivo de la lenteja denominados *Bruchus lentis* (color grisáceo y un tamaño de 3 mm) y *Bruchus sinaticornis*. Las hembras realizan sus puestas en las partes jóvenes de la planta en un número de 17 a 20 huevos y a los 15 días aproximadamente, el huevo eclosiona saliendo de él la larva, desplazándose hacia la vaina donde se encuentra el grano de lenteja aún verde para alimentarse de él. Las semillas atacadas por las larvas quedan desprovistas para el consumo, pues quedan agujereadas en toda su superficie. Las larvas de gorgojo realizan su ciclo biológico dentro de la semilla por lo que después de la recolección de esta es conveniente fumigar con Desgorgogil o Keycor productos formados por la composición de sulfuro y tetracloruro de carbono (Alonso, F. 2019).

3.15 Cosecha

Las vainas que contienen las semillas maduras se abren fácilmente con la temperatura produciéndose pérdida por desgrane; esto sucede especialmente después de las 9 a 10 de la mañana en las épocas de cosecha, por lo que el mayor cuidado debe tenerse en el sentido de efectuar la arranca sólo en las primeras horas del día; además no debe esperarse que las plantas avancen demasiado en su madurez, siendo suficiente el estado "huelán,", momento en que las vainas están más firmes. La cosecha de lenteja se inicia cuando las vainas han tomado un color amarillo-naranja, pero el follaje aún se mantiene verde (SENASA. 2019).

- **Arranque:** Se realiza manualmente y esta consiste en arrancar las vainas de la planta. Es recomendable iniciar las labores de la cosecha en la mañana.
- **Pre - secado:** Esta actividad se realiza al sol y en momentos en que no hay lluvia en la zona. Consiste en colocar las vainas de lenteja en el suelo y expuestas al sol hasta que estas se sequen.
- **Pelado o trillado:** Consiste es separar los granos de la vaina. Existen diferentes técnicas. El pelado se puede realizar a mano a unos 15 días después de la cosecha.

Pelado con palo, consiste en golpear las vainas hasta que los granos se separen de estas. Mecánica: existe maquinas trilladoras que separan la vaina del grano. Posteriormente se realiza una limpieza y clasificación. Se separan aquellos granos picados, manchado, piedras que puedan estar presentes (Alonso, F. 2021).

3.15.1 Requerimientos de post cosecha

Característica	Parámetro
Generalidades	Los granos de lenteja deben ser de la misma variedad, color y forma. Sanos, enteros, bien formados, libres de daño por insectos y/o enfermedades, exentas de olores y sabores extraños, sin presencia de humedad externa anormal.
Calibre	Calibre 1: Mayor o igual a 7.5 mm de diámetro Calibre 2: Menor que 7.5 mm de diámetro.
Humedad	15% Contenido máximo de humedad.

Una vez que se realiza la cosecha, el producto necesita ser preparado para su venta. Mientras menos se manipule, menos se deteriorará y se disminuirá los costos por pérdidas de calidad (Toledo, P. 2017).

Según Toledo, P (2017) en el siguiente cuadro se muestra las características y los parámetros del cultivo de la lenteja:

3.16 Transporte

Los granos son colocados en sacos para su fácil transporte y distribución. Durante el transporte se debe proteger el producto del sol, polvo, lluvia, u otras inclemencias climáticas. Para ello se recomienda que se usen camiones cerrados o con toldos (Basantes, V. 2017).

El transporte de las lentejas recolectadas se realiza en recipientes perfectamente adecuados e identificados, cajas o sacos en vehículos acondicionados al efecto. Los medios de transporte asegurarán la higiene y la integridad del producto, evitándose, además mediante la separación física pertinente, la mezcla entre las lentejas amparadas del resto de productos (Toledo, P. 2017).

3.17 Almacenado

Efectuada la trilla, la lenteja debe ser guardada en una bodega limpia, seca y con una ventilación adecuada. Los sacos deben ser colocados de tal forma, que permitan una cierta circulación de aire para evitar que la temperatura aumente dentro de la bodega. Si la lenteja ha sido cosechada con un grano que no estaba bien seco o que está mezclado con semillas verdes de malezas, se produce un recalentamiento de ellos favoreciendo el ataque de hongos que manchan el grano. Esta situación se conoce como azumagamiento y en este caso los sacos recalentados deben ser retirados de la bodega para proceder a su secado (FAO, 2019).

Esta labor se debe realizar lo antes posible, ya que el manchado de los granos avanza muy rápido y lo que es más importante, el grano que ha sido afectado por la acción de los hongos, permanece manchado afectando su aspecto y por lo tanto su calidad. Por esta razón, resulta muy importante para cosechar lenteja de buena calidad realizar las labores de arranque y trilla cuando el grano tenga la menor humedad posible y con una máquina muy bien regulada (Bascur, G. 2019).

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación de la Investigación

La presente investigación se desarrolló en el sector Laguacoto III.

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector:	Laguacoto III
Dirección:	km 1.5 Vía Guaranda-San Simón

4.1.2 Situación geográfica y climática

Altitud:	2622 msnm
Latitud:	01° 36' 52'' S
Longitud:	78° 59' 54'' W
Temperatura máxima:	21 °C
Temperatura mínima:	7 °C
Temperatura media anual:	14.4 °C
Precipitación media anual:	980 mm
Heliofania promedio anual:	900 horas/ luz/año
Humedad relativa promedio anual:	70 %
Velocidad promedio anual del viento:	6 m/s

Fuente: Laguacoto- INAMHI. (2021).

4.1.3 Zona de vida

El sitio según el sistema de clasificación de la zona de vida de Holdridge, L., corresponde a la formación de Bosque seco Montano Bajo. (bs-MB).

4.1.4 Material experimental

- Lenteja INIAP 406
- Lenteja local del Programa de Semillas de la UEB
- Fertilizantes:
- Química
- Orgánica

4.1.5 Materiales de campo

- Azadones
- Cámara digital
- Bomba de mochila
- Metro
- Estacas
- GPs
- Letreros de identificación
- Libreta de campo
- Machetes
- Piola
- Pie de rey
- Zaranda
- Fertilizantes químicos: 18-46-00 + Sulphomag + Muriato de potasio
- Fertilizantes orgánicos: Bocashi
- Insecticida: Cipermetrina, Bala 55

4.1.6 Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Flash memory
- Cuaderno de campo
- Esferos

- Lápiz
- Papel bond tamaño A4

4.2 Métodos

4.2.1 Factores en estudio

- **Factor A: Accesiones de Lenteja:**
 - A1: INIAP 406
 - A2: Lenteja local
- **Factor B: Fertilización**
 - B1: Químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) en una relación 1-1-1.
 - B2: Orgánico (Bocashy)
 - B3: Sin fertilización

4.2.2 Tratamientos

Combinación de los Factores A x B: $2 \times 3 = 6$ tratamientos según el siguiente detalle:

Tratamiento N°	Código	Descripción
T ₁	a ₁ b ₁	INIAP 406+Químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio)
T ₂	a ₁ b ₂	INIAP 406 + Orgánico
T ₃	a ₁ b ₃	INIAP 406 + Sin fertilización
T ₄	a ₂ b ₁	Lenteja local + Químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio)
T ₅	a ₂ b ₂	Lenteja local + Orgánico
T ₆	a ₂ b ₃	Lenteja local + Sin fertilización

4.2.3 Procedimiento

Tipo de diseño: Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3x3 repeticiones.

Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales/localidad	18
Superficie unidad experimental	4,80m ² (2.40 m x 2 m)
Área de bloque	28,8m ² (4,8m x 18m)
Área total del ensayo	(11,20m x 17,6m) 197,12 m ²
Área total de parcela	86,4 m ²
Número de surcos por parcela	6
Número de surcos por parcela neta	4
Distancia entre surcos	0.40 m
Largo de surco	2 m
Siembra	A chorro continuo
Área de camino	111,12 m
Camino entre parcela	0,80 m
Camino entre bloques	1m

4.2.4 Tipos de análisis

Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuentes de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 6 f^2$ bloques
Factor A: (Accesiones de lenteja) (a-1)	1	$f^2 e + 20 \Theta^2 A$
Factor B: (Fertilizantes) (b - 1)	2	$f^2 e + 6 \Theta^2 B$
Interacción A X B (a-1) (b- 1)	2	$f^2 e + 3 \Theta^2 A \times B$
Error Experimental (t - 1) (r-1)	10	$f^2 e$
Total (a*b*r)-1	17	

*Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

Análisis Estadístico Funcional

- Prueba de Tukey al 5 % para comparar los promedios de los factores A; B e interacciones A x B.
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis de la relación beneficio/ costo.

4.3 Métodos de evaluación y datos tomados

4.3.1 Porcentaje de germinación en bandejas (PGB)

Previa a la siembra se realizó la prueba de germinación en bandejas en el Laboratorio de Semillas de la UEB, a través de la técnica de hidratación de las 100 semillas, se procedió a contar cuantas de estas emiten las estructuras de radícula y gémula, proyectando su porcentaje en base al número de semillas ubicadas en la bandeja la cual se expresó en porcentaje.

4.3.2 Días a emergencia en el campo (DEC)

Dato que se tomó en los días transcurridos desde la siembra hasta el día de su germinación. Se consideró semillas germinadas cuando tuvieron sus 2 hojas verdaderas o cotiledones.

4.3.3 Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)

Se calculó después de la emergencia en campo, luego se contó las plantas emergidas en dos surcos elegidas al azar de la parcela neta, se tomó 4 muestras al azar de un largo de 0,20 m para llevar al área total el cálculo del número de plantas emergidas y se registró en porcentaje.

4.3.4 Altura de planta (AP)

Variable que se midió en 10 plantas al azar de la parcela neta, con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir desde el cuello radicular hasta el ápice de la planta de la rama principal, dato que se tomó después de los 7 días de la primera aplicación (fase de desarrollo) y segunda aplicación (formación de vainas) de los fertilizantes.

4.3.5 Diámetro del tallo (DT)

Dato que se tomó cuando el cultivo se encontró en la fase de floración y formación de vainas en 10 plantas al azar en la parcela neta, se midió en milímetros con la ayuda de un calibrador de Vernier.

4.3.6 Días a la floración (DF)

Variable que registró los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando se presentó más del 50% de floración en la parcela total, lo cual se obtuvo por observación directa.

4.3.7 Color de las hojas (CH)

Este dato se registró en las primeras fases de floración por observación directa mediante los siguientes descriptores:

- Verde
- Verde claro (Ladizinsky, A. 2021).

4.3.8 Color de la flor (DF)

Variable que se tomó por observación directa mediante la utilización del descriptor de colores:

- Blanco con venación azul
- Azul
- Azul pálido (Ladizinsky, A. 2021).

4.3.9 Días a la formación de vainas (DFV)

Dato donde se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando presentó más del 50% de la formación de vainas de la parcela total, lo cual se registró de forma visual.

4.3.10 Número de ramas primarias por planta (NRPP)

Esta variable se realizó contando el número de ramas primarias por planta en la etapa de formación de vainas, en la cual se tomó en cuenta 10 plantas de la parcela neta de cada una de los tratamientos.

4.3.11 Longitud de vainas (LV)

Dato que se tomó en la etapa de su madurez fisiológica, realizando la medición de longitud de las 10 vainas tomadas al azar de cada parcela neta, mediante la utilización de una escuadra, la cual se lo midió en centímetros desde la base del pedúnculo hasta la parte terminal de la vaina.

4.3.12 Número de vainas por planta (NVP)

Variable que se tomó después de que la planta alcanzó su madurez fisiológica y etapa de dehiscencia, con el conteo manual de las vainas de cada una de las 10 plantas elegidas al azar de la parcela neta.

4.3.13 Número de granos por vaina (NGV)

Dato que se registró después que llegó a su madurez fisiológica antes de la trilla, en la cual se contó el número de granos por vaina, eligiendo 20 vainas tomadas al azar en la parcela neta.

4.3.14 Días a la cosecha en seco (DCS)

Variable que se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, cuando el cultivo estuvo en la etapa de madurez fisiológica y etapa de dehiscencia.

4.3.15 Color de la semilla (CS)

Dato que se registró después de la cosecha según la escala diagramática de colores:

- Amarillento grisáceo
- Pardo más pintas negras (Ladizinsky, A. 2021).

4.3.16 Porcentaje de humedad del grano (PHG)

Esta variable se tomó luego de la cosecha en el laboratorio de la UEB, para aquello se utilizó un determinador portátil de humedad con una cantidad de 50 semillas y se expresó en porcentaje de una muestra de cada unidad experimental.

4.3.17 Peso de 100 granos secos (PGS)

Dato que se registró una vez cosechado, con la ayuda de una balanza de precisión en el laboratorio de la UEB, el cual se expresó en gramos, se pesó una muestra al azar de 100 granos secos de cada unidad experimental.

4.3.18 Rendimiento de grano seco por planta (RGSP)

Variable que se determinó pesando el total de los granos cosechados de cada planta, en las cuales se tomó en cuenta 10 plantas elegidas al azar dentro de la parcela neta, para dicho propósito se usó una balanza de precisión, cuyo peso fue expresado en gramos.

4.3.19 Rendimiento en Kg por parcela (R – Kg/p)

Una vez cosechada las lentejas de cada parcela cuando estas alcanzaron la madurez fisiológica que se determinó por su color, se procedió al pesaje en cada una de las unidades experimentales y tratamientos utilizando una balanza de precisión. El peso fue inferido a kilogramos por parcela.

4.3.20 Rendimiento en kg/ha (RKg/ha)

El rendimiento en kg/ha se obtuvo mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP * \left(\frac{10000m^2/ha}{ANC m^2/1} * \frac{100 - HC}{100 - HE} \right)$$

Dónde:

R= Rendimiento en kg/ha al 14% de humedad

ANC= Área neta cosechada en m²

HE= Humedad Estándar (14%)

PCP= Peso de Campo por Parcela en kg

HC= Humedad de cosecha en porcentaje (Monar, C. 2012).

4.3.21 Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)

Dato que se tomó visualmente en la etapa de desarrollo, prefloración, floración y llenado de las vainas en la parcela; no se realizó controles químicos, ya que no hubo incidencia.

4.4 Manejo del experimento

4.4.1 Fase de campo

- **Análisis físico químico del suelo**

Un mes antes de la siembra se tomó varias sub-muestras del suelo a una profundidad de 0,30 m, mismas que fueron secadas y mezcladas entre sí para luego enviarlas al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP - Estación Experimental Santa Catalina, para su respectivo análisis químico, con el fin de realizar un plan de fertilización apropiado para el cultivo.

- **Preparación de suelo y distribución de unidades experimentales**

Se utilizó Glifosato para el control de malezas en dosis de 2.5 l/ha y se aplicó 15 días antes de la siembra, se distribuyeron manualmente los restos de cosecha de la lenteja en el lote experimental.

Posteriormente se realizó la medición del área total de acuerdo a la distribución de las unidades experimentales, luego se realizaron los surcos en labranza reducida, consecutivamente el trazado y diseño de las parcelas, estaquillado con sus respectivas identificaciones, de acuerdo al croquis de campo.

- **Siembra**

Se realizó en el sitio donde el cultivo anterior fue trigo con una labranza reducida. Se efectuó los surcos con azadas y su siembra fue a choro continuo por cada tratamiento. El distanciamiento entre surcos fue de 0.40 m con un largo de 2 m y su número fue de 6 surcos por tratamiento.

- **Fertilización**

La fertilización que se utilizó en la investigación, fue para comparar la eficiencia de los mismos, aplicando en la fase de desarrollo y formación de vainas a los 15 y 45 días después de haber germinado; se aplicó tres fertilizantes químicos mezclados en una proporción 1-1-1 de 18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio en una dosis de 120 g por tratamiento y se aplicó el abono orgánico Bocashi con una dosis de 4.33 kg descompuesto por cada parcela.

- **Control de malezas**

El control de malezas se lo realizó en forma manual con el azadón a los 60 días después de haber realizado la siembra tanto en las parcelas como en los caminos.

- **Riego**

Se aplicaron riegos de acuerdo a las condiciones climáticas, tomando en consideración las necesidades hídricas del cultivo tanto en la fase vegetativa y reproductiva para brindar las condiciones adecuadas de humedad y evitar el secamiento el tipo de riego que se aplicó fue por aspersión.

- **Control de plagas**

El control de insectos plaga como trozador (*Agrotis sp*) y saltamontes (*Caelifera*) se realizó preventivamente a los 30 días con Cipermetrina, (insecticida piretroide) de amplio espectro en una dosis de 30cc/20 l de agua. Este control se lo realizó con la utilización de una bomba de mochila con boquilla de abanico.

- **Control de enfermedades**

Se realizó evaluaciones semanales para determinar la presencia de enfermedades que podrían afectar el cultivo, y de acuerdo a los umbrales económicos se procedió a realizar algún control preventivo.

- **Cosecha y trilla**

La lenteja se cosechó en estado seco una vez que las vainas del mismo cambiaron de color verde a amarillo, estas se recolectaron manualmente arrancando todas las plantas de cada tratamiento y se colocó su respectiva etiqueta, luego se realizó la trilla manualmente para dejar secar totalmente al grano hasta alcanzar una humedad del 13%.

- **Clasificación del grano**

Se realizó una clasificación del grano de acuerdo al calibre de la semilla usando separadores tipo zarandas. Para lentejas las mallas de las zarandas tienen orificios que permiten clasificarlos en tamaños desde 3 mm hasta 7 mm, ya que de acuerdo a su medida tienen distintos destinos industriales.

- **Aventado**

Labor que se ejecutó con la fuerza del viento, lo cual ayudó con la separación de las impurezas físicas del grano cosechado.

- **Almacenamiento**

Esta labor se efectuó después del aventado, la lenteja fue guardada en una bodega limpia, seca y con una ventilación adecuada. Los sacos fueron colocados con su debida identificación de acuerdo a los tratamientos que se realizó de tal forma, que permitan una cierta circulación de aire para evitar que la temperatura aumente dentro de la bodega.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Porcentaje de germinación en bandeja (PGB)

Cuadro N° 1: Resultados promedios de germinación en bandeja (Accesiones de lenteja) en Laguacoto III; 2022

Porcentaje de germinación en bandeja	
Accesiones de lenteja	Promedios
Variedad INIAP 406	92%
Variedad local	87%

Al realizar el análisis de la variable, porcentaje de germinación en bandeja para las 2 accesiones de lenteja se determinó que; el mayor porcentaje de germinación lo presentó la Variedad INIAP 406 con un 92 %; mientras que Variedad local registró un 87% de germinación en bandeja. Esta diferencia se debe exclusivamente a la pureza varietal de la semilla y el tiempo de almacenamiento que son factores determinantes, la sanidad y viabilidad de la semilla (Cuadro N° 1).

La lenteja tiene un periodo de dormancia relativamente viable puede permanecer entre 4 a 5 años. La temperatura óptima que favorece la germinación oscila entre 15 a 25 °C, con pH de 7. Esta etapa tarda entre 5 a 6 días. Para la germinación de la lenteja, es necesario que haya una buena humedad en el suelo que permita romper el periodo de latencia en el que se encuentra el embrión de la semilla (Perotti, E. 2022).

5.2 Caracteres morfológicos: Color de hojas (CH). Color de flor (CF). Color de la semilla (CS) e Incidencia de plagas y enfermedades

Cuadro N° 2: Resultados de tratamientos (AxB) en las variables morfológicas: Color de hojas (CH). Color de flor (CF). Color de la semilla (CS) e Incidencia de plagas y enfermedades (IPE); en Laguacoto III, 2022.

Variables	Caracteres morfológicos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Color de hojas (CH)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Color de la flor (CF)	B. V. Azul	B. V. Azul	B. V. Azul	B. V. Azul	B. V. Azul	B. V. Azul
Color de la semilla (CS)	Amarillento grisáceo	Amarillento grisáceo	Amarillento grisáceo	Pardo más pinta negra	Pardo más pinta negra	Pardo más pinta negra
IPE	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Los caracteres cualitativos CH; CF; CS e IPE, son características varietales y quizá dependen de su interacción genotipo-ambiente, y también de la altitud, cantidad y calidad de luz solar. Todos los tratamientos: presentaron hojas de color verde; flores color blanco con venación azul (Cuadro N° 2).

Los tratamientos: T1; T2 y T3 (Variedad INIAP 406) presentaron granos de color amarillento grisáceo, el resto (Variedad local) de color pardo más pinta negra (Cuadro N° 2). Generalmente los productores prefieren granos en seco de color pardo por la demanda en el mercado (Cuadro N° 2).

En términos generales los tratamientos no presentaron incidencia de enfermedades; a (Cuadro N° 2).

La Variedad INIAP 406 es tolerante a *Fusarium oxysporum* y *Fusarium sp*; *Ascochyta* (INIAP 2018).

5.3 Variables agronómicas del Factor A (Accesiones de lenteja): Días a la emergencia en el campo (DEC). Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).

Cuadro N° 3: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A en las variables: DEC; PEC; AP; DT; DF; DFV; NRPP, LV; NVP; NGV, DCS; PGS; RGSP y RKg/ha; en Laguacoto III, 2022.

FACTOR A (Accesiones de Lenteja)				
VARIABLES	A1: INIAP 406		A2: Lenteja local	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
DEC (**)	18.00	B	21.00	A
PEC (**)	91.70	A	86.20	B
AP 1ra aplicación (NS)	13.70	A	13.79	A
AP 2da aplicación (NS)	29.38	A	29.23	A
DT (NS)	0.26	A	0.24	A
DF (NS)	56.11	A	56.33	A
DFV (**)	96.00	B	99.00	A
NRPP (NS)	3.00	A	3.00	A
LV (**)	1.05	B	1.06	A
NVP (*)	43.00	A	38.00	B
NGV (NS)	2.00	A	2.00	A
DCS (NS)	124.00	A	123.00	A
PGS (NS)	5.10	A	5.30	A
RGSP (NS)	3.50	A	3.50	A
RKg/ha (NS)	1923.84	A	1990.94	A

Promedios con las mismas letras son iguales al 5%

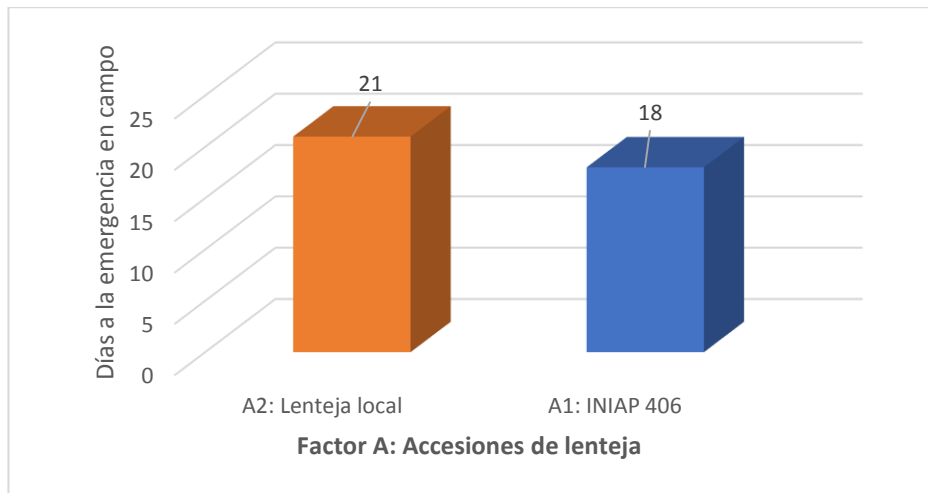
Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

** = altamente significativo

* = Significativo al 5%

NS= No significativo

Gráfico N° 1: Accesiones de lenteja en la variable días a la emergencia en el campo Laguacoto III. 2022.

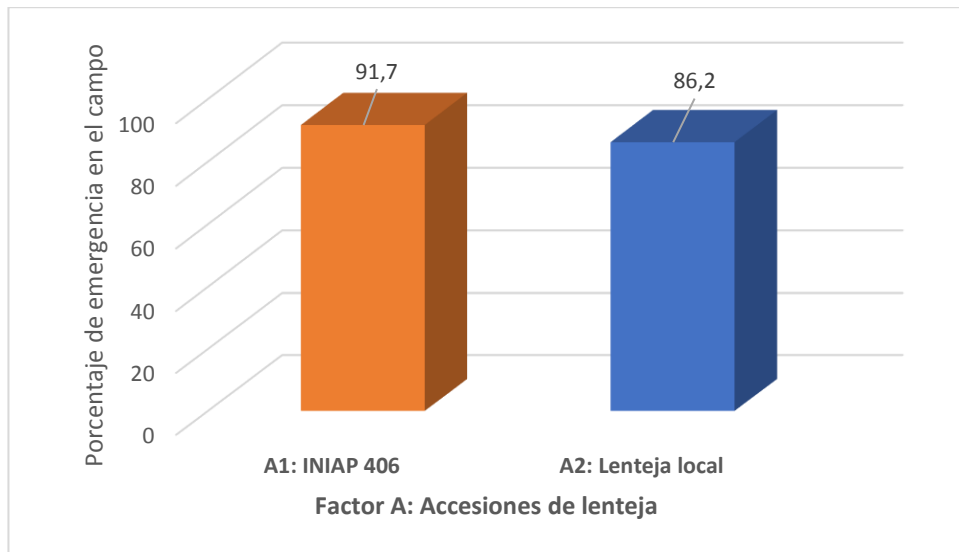


La respuesta de las accesiones de lenteja evaluadas en la Granja Laguacoto III en el año 2022, en cuanto a la variable agronómica Días a la emergencia en el campo fue muy diferente (**) estadísticamente (Cuadro N° 3).

Con la prueba de Tukey al 5%, la accesión más precoz fue A1: INIAP-406 con 18 días, mientras la más tardías fue A2: Lenteja local (Testigo) con 21 días a la emergencia de plántulas (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 1). La variable DEC, dependió también de otros factores determinantes como la humedad, temperatura, intensidad de lluvias, textura y estructura del suelo, química del suelo, profundidad de la siembra, O₂ y CO₂.

La variedad de lenteja INIAP-406; en estudios similares realizados reportan los días a la germinación de 5 a 7 días; este resultado confirma que esta característica varietal tuvo una fuerte influencia ambiental (INIAP, 2018).

Gráfico N° 2: Acciones de lenteja en la variable Porcentaje de emergencia en el campo. Laguacoto III. 2022.



La respuesta de las acciones de lenteja evaluadas en la Granja Laguacoto III en el año 2022, en cuanto a la variable porcentaje de emergencia en el campo fue altamente significativa (**) (Cuadro N° 3).

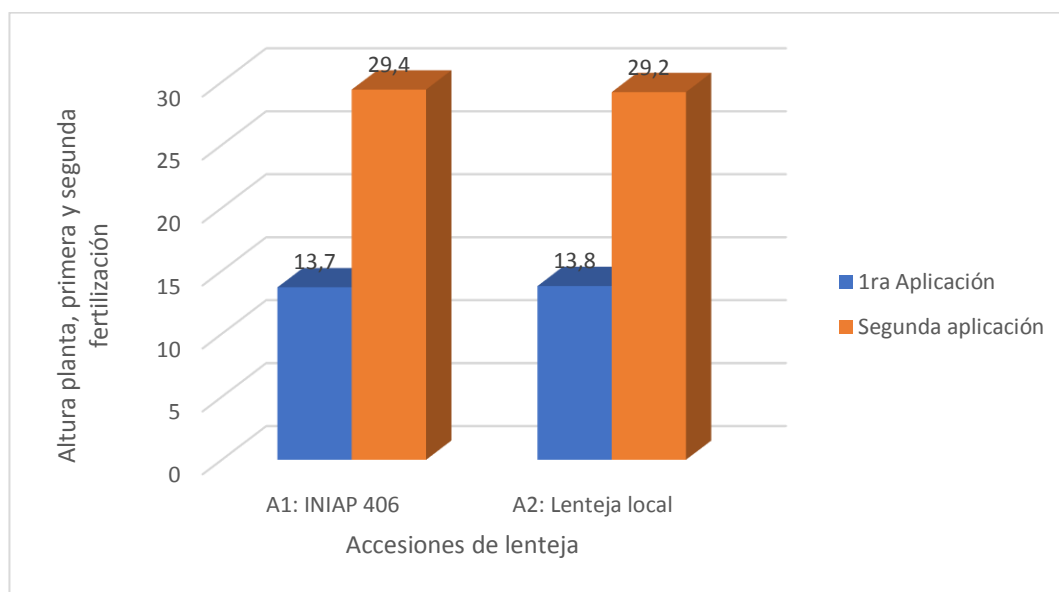
Con la prueba de Tukey al 5% el promedio más alto de PEC, se determinó en el A1: INIAP-406 con 91.7 % y el más bajo en A2: Lenteja local con 86.2 % ocupando el último rango (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 2). El porcentaje de emergencia, tiene relación directa con el contenido de humedad del suelo, temperatura, textura y estructura del suelo, profundidad de siembra, cantidad y calidad de lluvia, viabilidad y sanidad de la semilla.

Estos resultados infieren que la variedad INIAP-406, fue una semilla de mejor calidad en relación a los atributos como pureza física y varietal, viabilidad y vigor. La semilla de lenteja local, fue proporcionada por la Universidad y su porcentaje de emergencia en bandeja fue del 87%.

La temperatura óptima de germinación se sitúa entre los 15 y 25 °C, siendo más lenta a más baja temperatura. Es más segura y rápida la emergencia cuando la siembra se hace a profundidades de 4-5 cm y se obtiene mayor producción de

materia seca que con otras siembras más superficiales o más profundas (Moreno, F. 2017).

Gráfico N° 3: Accesiones de lenteja en la variable Altura de planta tomadas después de la primera y segunda aplicación de la fertilización. Laguacoto III. 2022



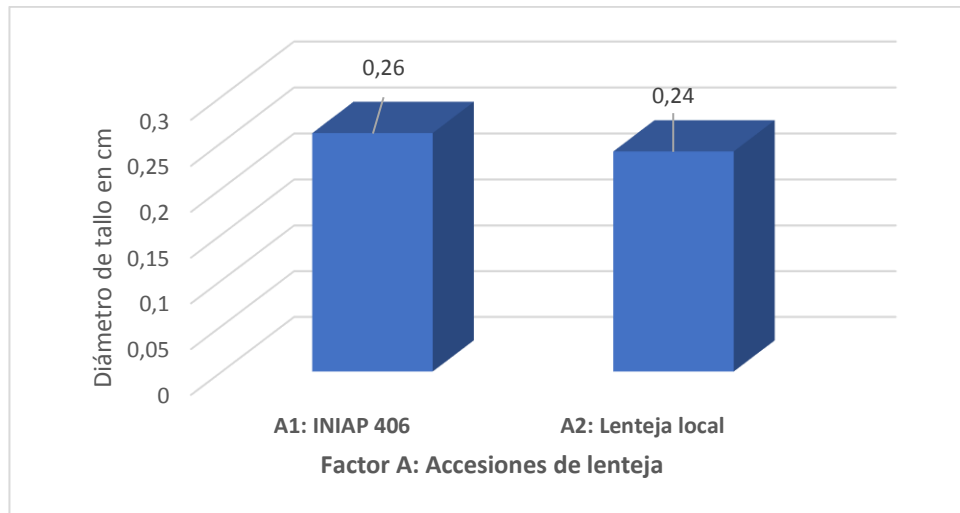
La respuesta de las accesiones de lenteja en cuanto a la variable altura de plantas, tomadas después de la primera y segunda aplicación de fertilización; estadísticamente fueron similares (NS) (Cuadro N° 3).

Con la prueba de Tukey al 5% no se determinaron diferencias estadísticas para esta variable; sin embargo, el promedio más elevado se registró en A2: Lenteja local con 13.8 cm, después de la primera aplicación; por el contrario, después de la segunda aplicación de fertilización fue el A1: INIAP-406 con 29.4 cm (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 3). Esta mínima diferencia no se debió al efecto de la variedad de lenteja; sino más bien al resultado del azar, el momento de toma de datos en campo.

La altura de planta de la variedad INIAP-406 en promedio va desde 30 a 35 cm, en las zonas productoras. existen registros históricos de hasta 40 cm de AP de las variedades locales en la provincia (INIAP. 2018).

Estos resultados determinan que AP, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Además, influyen los factores bioclimáticos, edáficos, físicos, químicos y biológicos del suelo, etc.

Gráfico N° 4: Accesiones de lenteja, en la variable diámetro de tallo en cm. Laguacoto III 2022.



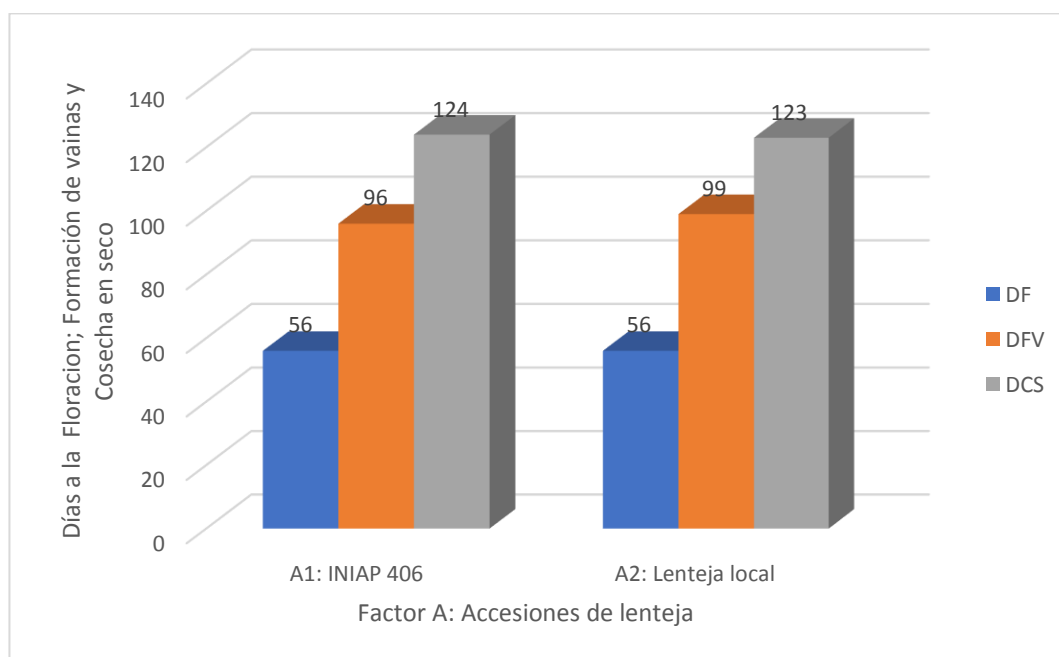
La respuesta de las accesiones de lenteja en cuanto a la variable DT, presentó valores estadísticamente similares (NS). (Cuadro N° 3).

En forma general existió un ligero incremento del diámetro del tallo en A1: INIAP-406 de 0.2 mm con respecto de la variedad local. Además, se evidenció una estrechez entre AP y DT; es decir plantas más grandes (Altura) un mayor diámetro de tallo (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 4).

A más de la característica genética; son importantes también los factores edáficos, manejo agronómico del ensayo y densidad poblacional de plantas/ha.

Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la variable DT; son análogas a los reportados en un ensayo realizado en la Provincia de Chimborazo, donde se obtuvo un diámetro de 0.25 mm en INIAP-406; estos resultados similares confirman que esta variable es una característica varietal (Lobato, M. 2019).

Gráfico N° 5: Accesiones de lenteja, en las variables Días a la floración (DF). Días a la formación de Vainas (DFV) y Días a la cosecha en seco (DCS). Laguacoto III 2022.



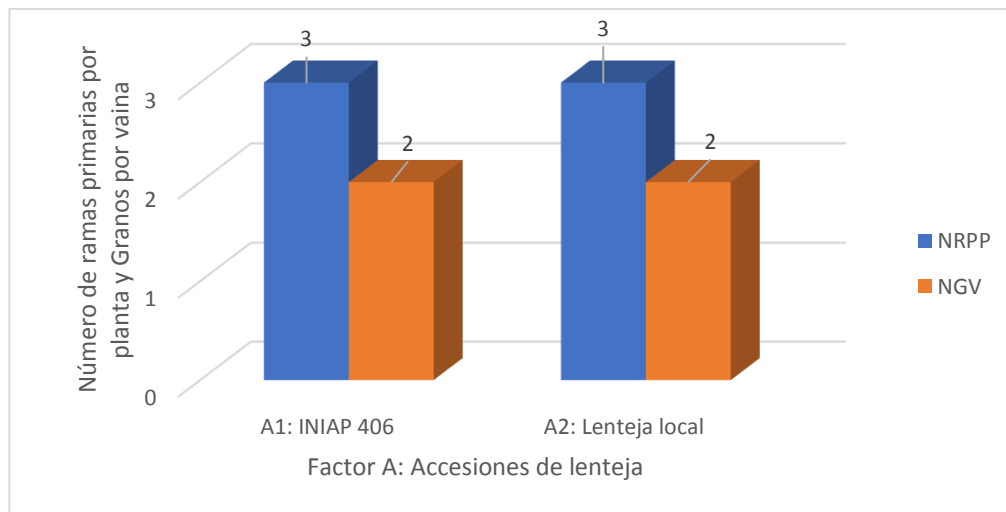
La respuesta de las accesiones de lenteja evaluadas en la Granja Laguacoto III en el año 2022, en cuanto a las variables agronómicas: DF y DCS; no presentó diferencia estadísticamente, es decir fueron similares (NS); no así en la variable DFV tuvo valores estadísticamente muy diferentes (**) (Cuadro N° 3).

Las dos accesiones en una forma consistente presentaron 56 días a la floración; A2 y A1 registraron 124 y 123 días respectivamente a la cosecha (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 5). Las variables DF y DCS, son características varietales y depende de su interacción genotipo-ambiente, siendo determinantes la humedad, temperatura, intensidad y cantidad de lluvias, textura y estructura del suelo, nutrición del cultivo, cantidad y calidad de luz, fotoperiodo, etc.

Con la prueba de Tukey al 5%, la accesión más precoz en cuanto a los días de formación de vainas fue A1: INIAP-406 con 96 días y la más tardía fue A2: Lenteja local con 99 días (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 5).

Estos resultados son similares a los reportados en procesos de validación en el país; es así que, bajo condiciones de campo, las variedades mejoradas como INIAP 406 son más precoces en comparación a las locales (INIAP. 2017).

Gráfico N° 6: Accesiones de lenteja, en las variables Número de ramas primarias por planta (NRPP) y Número de granos por vaina (NGV). Laguacoto III. 2022

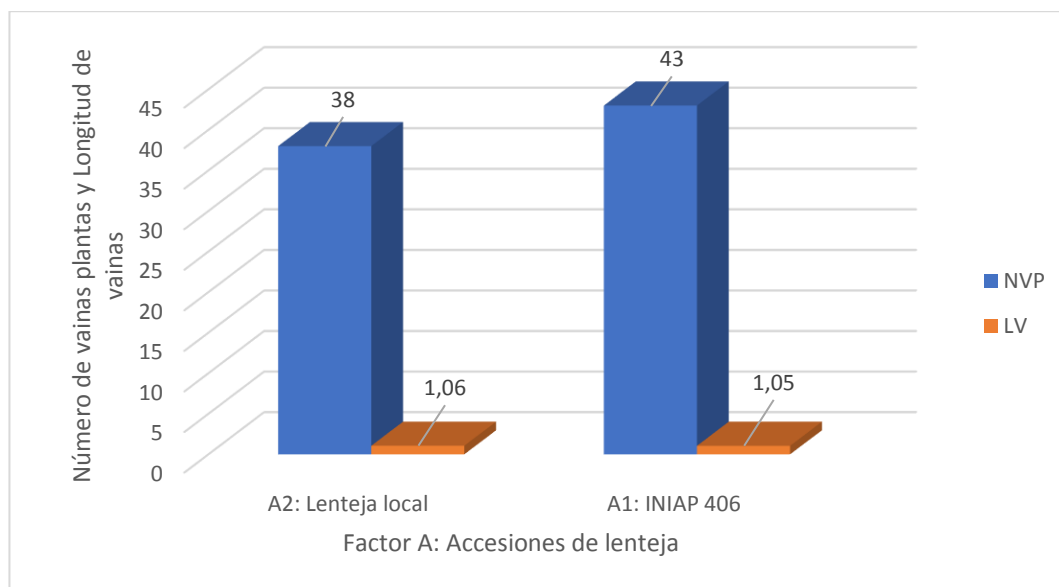


La respuesta del factor A (Accesiones de lenteja) en cuanto a las variables Número de ramas primarias por planta y Granos por vaina, estadísticamente fueron similares (Cuadro N° 3).

En una forma similar las dos accesiones presentaron 3 ramas por planta y 2 granos por vaina (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 6). El NRPP y NGV es una característica varietal y depende de las condiciones climáticas y edáficas del suelo.

En ensayos realizados, se reporta 2 granos por vainas; lo que concuerda con los resultados de este ensayo; confirmándose que esta variable es una característica varietal (INIAP, 2018 y Lobato, M. 2019).

Gráfico N° 7: Accesiones de lenteja, en las variables; Número de vainas planta (NVP) y Longitud de vainas en cm (LV). Laguacoto III. 2022



La respuesta de las accesiones de lenteja evaluadas en la Granja Laguacoto III en el año 2022, en cuanto a las variables agronómicas: NVP presentó diferencias estadísticas significativas (*); no así que en la variable LV tuvo valores estadísticamente muy diferentes (**). (Cuadro N° 3).

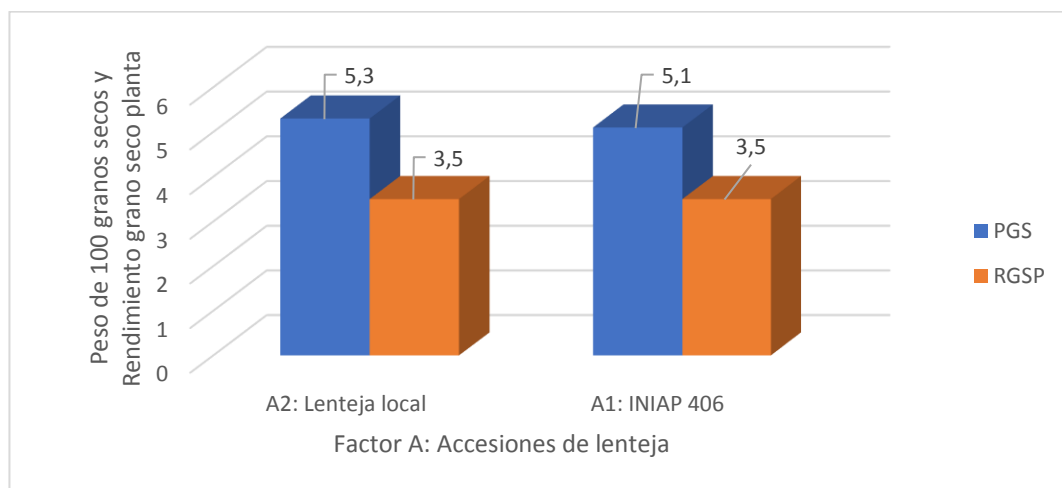
Con la prueba de Tukey al 5%, se determinó que la mayor cantidad de vainas por planta lo registró la accesión A1: INIAP-406 con 43 vainas; por el contrario, ocupando el último rango de la prueba fue la lenteja local con 38 vainas/ planta. (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 7).

En promedio, la mayor longitud de vainas fue cuantificado en A2: Lenteja local con 1.06 cm; mientras que la otra accesión presentó 1.05 cm; todos ocupando el mismo rango. (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 7).

Se registró 15.56 vainas por planta en un ensayo realizado en la Provincia de Chimborazo; los cuales son muy inferiores a los reportados en la presente investigación, esto posiblemente se deba a la mejor adaptabilidad de las accesiones en el Laguacoto III; sobre todo influyo en este ensayo condiciones ideales de

temperatura, humedad y características físicas químicas del suelo, como así lo muestran los análisis de suelo (Anexo 2) (Lobato, M. 2019).

Gráfico N° 8: Accesiones de lenteja, en las variables; Rendimiento grano seco/planta y Peso de cien granos secos/PGS; Laguacoto III. 2022



La respuesta de las accesiones de lenteja en cuanto a las variables PGS y RGSP, fueron similares (NS) en esta zona agro ecológica (Cuadro N° 3).

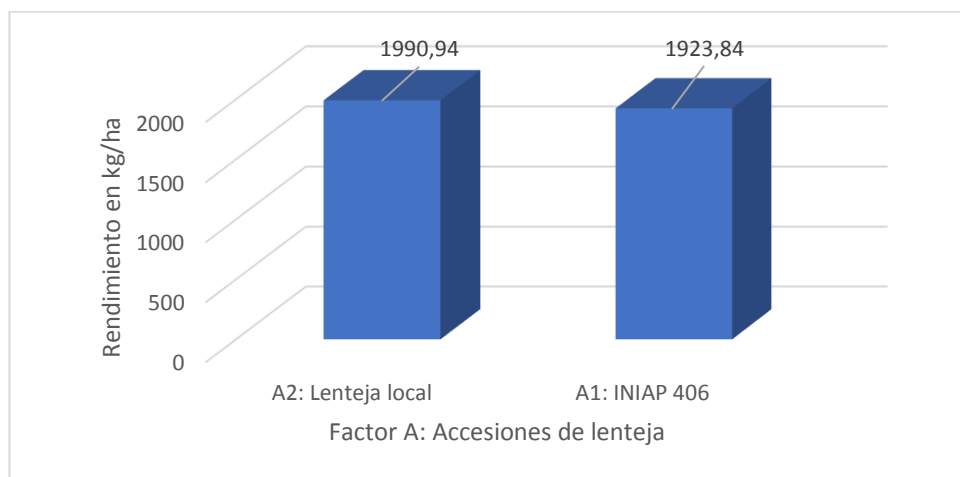
Con el análisis de los promedios de las dos accesiones; se determinó en promedio general 0,2 gramos más de peso de cien semillas secas, en la línea A2: Lenteja local en comparación a la A1: INIAP-406. Por el contrario, el rendimiento de grano seco por planta en una forma similar registró las dos accesiones 3.5 gramos/planta (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 8).

En el informe anual de actividades del INIAP; se indica que la lenteja registró 6.8 gramos de peso de cien semillas. Estos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos en este ensayo (5.3 gramos). Esta respuesta se debe a una característica varietal y su respuesta a factores edafoclimáticos (INIAP, 2018).

En base a estos resultados se infiere que estas variables PGS y RGSP; son características varietales y dependen de su interacción genotipo - ambiente; otros factores que inciden en estas variables son: la adaptabilidad vegetativa y reproductiva, características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad de

siembra, temperatura, cantidad y calidad de luz solar, competencia de plantas, nutrición y sanidad de las plantas, etc.

Gráfico N° 9: Accesiones de lenteja, en la variable; Rendimiento en kg/ha (RKg/ha); Laguacoto III, 2022



La respuesta de las accesiones de lenteja en cuanto a la variable RKg/ha, no presentó diferencias estadísticas (NS) en esta zona agro ecológica (Cuadro N° 3).

Con el análisis de los promedios de las dos accesiones; en forma general se registró apenas 33.55 Kg más en rendimiento de lenteja seca en la A2: Lenteja local en comparación a la A1: INIAP-406 (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 9).

De acuerdo a los resultados numéricos que muestra (Gráfico N° 9) el rendimiento promedio más elevado fue el A2: Lenteja local con 1990.94 kg/ha. Esta variable tiene una relación directa con las condiciones climáticas particularmente la temperatura, cantidad y distribución de la precipitación, mejor calidad del suelo, en cuanto a los indicadores físicos y químicos como así, lo demuestran los análisis de suelo (Anexo 2).

En el ensayo efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre la productividad del cultivo de lenteja en el cantón Alausí, se registró un rendimiento de 618.94 kg/ha lo cual es inferior al actual. Por lo tanto, esta investigación ha

demostrado claramente la excelente adaptación de estas dos accesiones de lenteja en esta zona agroecológica (Lobato, M. 2019).

5.4 Variables agronómicas del Factor B (Fertilización): Días a la emergencia en el campo (DEC). Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco por planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).

Cuadro N° 4: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B en las variables: DEC; PEC; AP; DT; DF; DFV; NRPP, LV; NVP; NGV, DCS; PGS; RGSP y RKg/ha; en Laguacoto III. 2022

FACTOR B (Fertilización)						
VARIABLES	B1: Químico		B2: Orgánico (Bocashy)		B3: Sin fertilización	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
DEC (NS)	19	A	19	A	20	A
PEC (NS)	89.2	A	89.2	A	88.5	A
AP 1ra aplicación (NS)	13.9	A	13.8	A	13.6	A
AP 2da aplicación (*)	29.9	-	29.8	-	28.2	-
DT (**)	0.30	A	0.26	B	0.21	C
DF (**)	50	B	56	AB	63	A
DFV (**)	89	C	97	B	108	A
NRPP (**)	4	A	3	B	3	B
LV (**)	1.05	B	1.05	B	1.06	A
NVP (**)	45	A	43	A	34	B
NGV (NS)	2	A	2	A	2	A
DCS (*)	124	A	124	A	123	B
PGS (NS)	5.3	A	5.1	A	5.2	A
RGSP (**)	4	A	3.7	A	3	B
RKg/ha (**)	2327.37	A	1920.14	B	1624.67	C

Promedios con las mismas letras son iguales al 5%

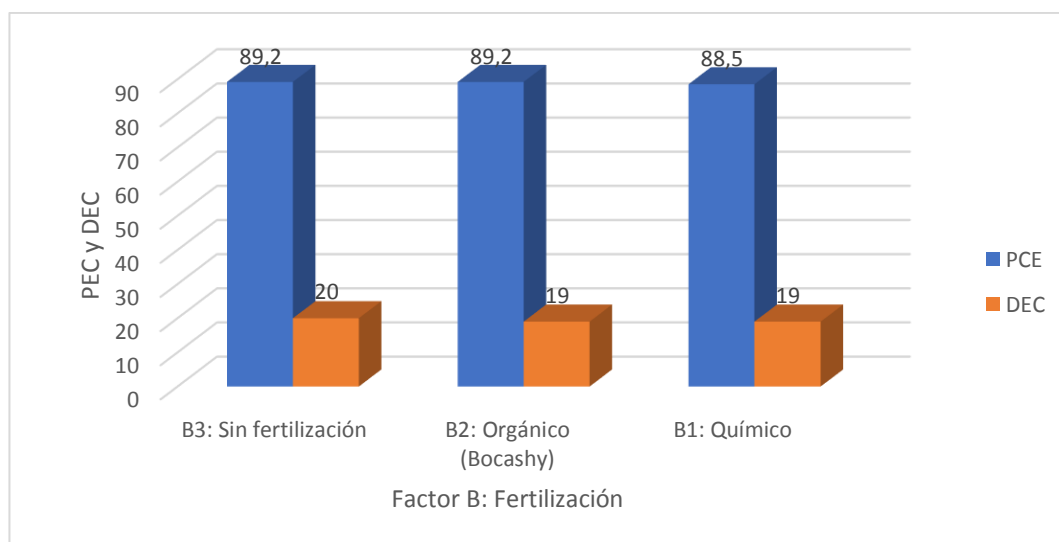
Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

** = altamente significativo

* = Significativo al 5%

NS= No significativo

Gráfico N° 10: Tipos de fertilización en las variables Días a la emergencia y Porcentaje de emergencia en el campo. Lagucoto III. 2022



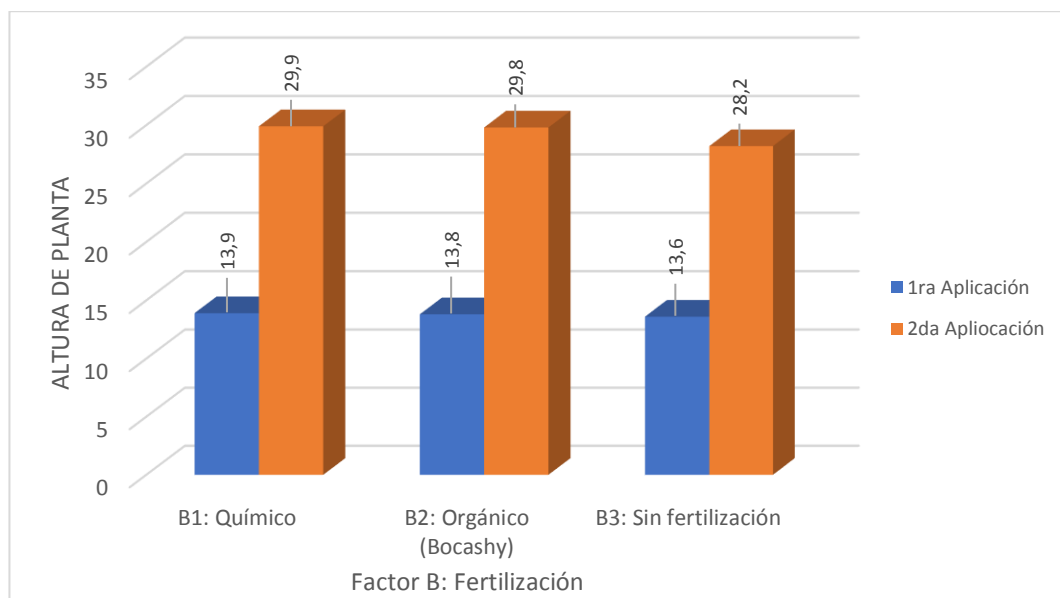
No se encontraron diferencias estadísticas significativas (NS) de los tipos de abonos en las variables DEC y PEC (Cuadro N° 4).

El promedio más alto de la variable PEC, se registró en el B3: Sin fertilización; B2: Orgánico (Bocashy) con 89.2% para los dos casos y el promedio más bajo se cuantificó en B1: Químico con 88.5%. En cuanto a la variable Días a la emergencia en el campo se determinó en 20 días B3: Sin fertilización y 19 días para los restantes tratamientos (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 10).

No existió ningún efecto significativo de los tipos de abono y el testigo (Sin abono químico ni orgánico; estos resultados son lógicos sobre todo si se consideró, que para estas variables son factores determinantes la humedad, temperatura, intensidad de lluvias, textura y estructura del suelo, profundidad de la siembra, concentración de O₂ y CO₂ y sobre todo vigor y viabilidad de la semilla.

Los estudios realizados por la Estación Experimental Carillanca han demostrado que, en general los cultivos anuales responden claramente a una fertilización que aporte nitrógeno y fósforo, cualquiera sea la condición de suelo y clima. Sin embargo, el manejo de la fertilización en lenteja difiere sustancialmente del que se recomienda para cereales por tratarse de una leguminosa (Mera, M. 2019).

Gráfico N° 11: Tipos de fertilización en la variable Altura de planta después de la primera y segunda aplicación. Laguacoto III. 2022.



El efecto de los tipos de abonos en relación a la variable AP; fue estadísticamente igual (NS) a la primera aplicación y diferente (*) a la segunda aplicación (Cuadro N° 4).

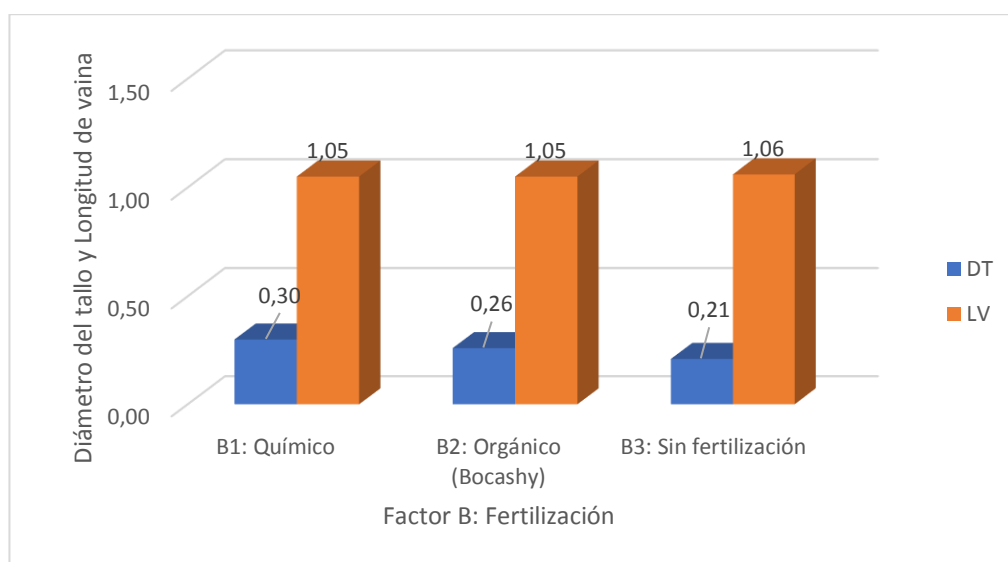
Matemáticamente la mayor AP en la primera aplicación lo registró en B1: Químico con 13.9 cm y la más baja en B3: Sin fertilización con 13.6 cm.

Con la prueba de Tukey al 5% se determinaron diferencias estadísticas para AP a la segunda aplicación; siendo el promedio más elevado en B1: Químico con 29.9 cm y la menor altura se registró en B3: Sin fertilización con 28.2 cm (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 11).

A pesar de que la respuesta de AP se eleva con la aplicación de fertilización, estas son inferiores a las que señala el INIAP (2018), que establece que la lenteja de la variedad INIAP-406, tiene una AP de 30-35 cm; diferencias que pueden deberse a varios factores climáticos, densidad de siembra y manejo del cultivo, que posiblemente influyeron en los resultados obtenidos.

En los terrenos fértiles, en los bien abonados con estiércol en la cosecha anterior y en los terrenos con mucha humedad, que tienen posibilidades de una excelente cosecha, hay que tener mucho cuidado con la densidad de siembra con el fin de que las plantas no produzcan un exceso de forraje y deterioro del grano (Alonso, J. 2019).

Gráfico N° 12: Tipos de fertilización en las variables Diámetro de tallo y Longitud de vainas. Laguacoto III 2022.



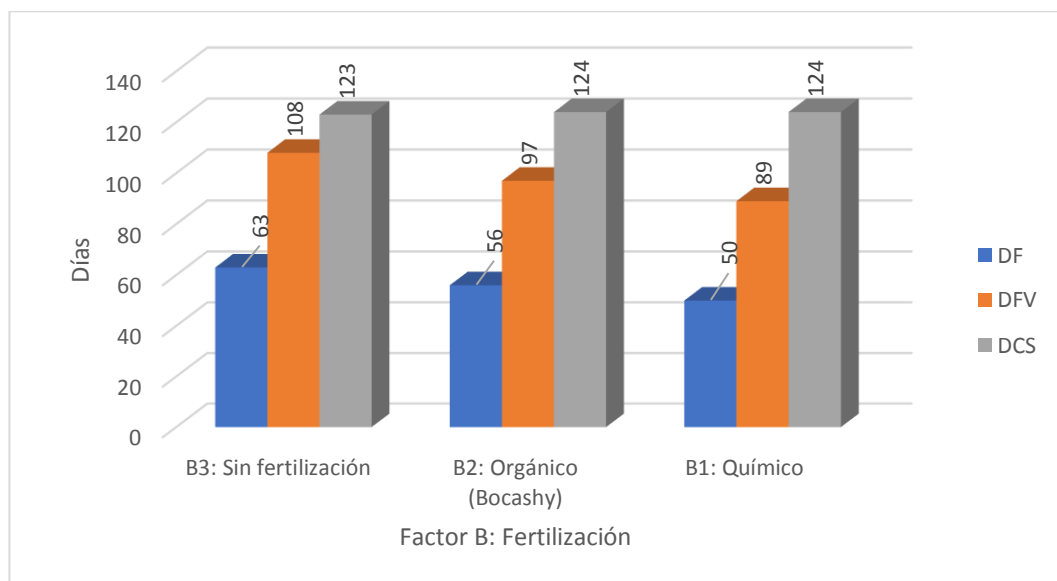
La respuesta de la fertilización evaluadas en la Granja Laguacoto III en el año 2022, en cuanto a las variables agronómicas: DT y LV; presentó diferencias estadísticas muy diferentes (**) (Cuadro N° 4).

Con la Prueba de Tukey al 5%, en cuanto a la variable Diámetro de tallo, el promedio más alto se evaluó en el factor B1: Químico con 0.30 cm y el menor diámetro en el B3: Sin fertilización con 0.21 cm. Por el contrario, en referencia a LV el mayor tamaño se determinó en B3: Sin fertilización con 1.06 cm y la menor longitud se registró en B1: Químico y B2: Orgánico (Bocashy) con 1.05 cm por igual (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 12).

Las lentejas, como todas las leguminosas, cubren sus necesidades de nitrógeno por simbiosis con el Rhizobium situado en las nudosidades de sus raíces, por lo que no

es necesario aportar este elemento mineral a la tierra. Sólo se les aportará nitrógeno cuando la tierra sea muy pobre en materia orgánica o cuando se siembren en terreno algo pedregoso, con objeto de que las plantas se desarrollen hasta una altura normal. En ciertos casos será bueno abonar con algo de nitrógeno, para que éste ayude a fijar mejor las bacterias nitrificantes en las raíces de las plantas (Alonso, J. 2019).

Gráfico N° 13: Tipos de fertilización en las variables Días a la floración (DF). Días a la formación de Vainas (DFV) y Días a la cosecha en seco (DCS). Laguacoto III 2022.



La respuesta de los tipos de fertilización en cuanto a la variable días a la floración y días a la formación de vainas fueron altamente significativas (**); mientras que para los días a la cosecha en seco fue significativo (*) (Cuadro N° 4).

Con la prueba de Tukey al 5%. El promedio más alto se registró en B3: sin fertilización con 63 días a la floración y 108 días a la formación de vainas (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 13).

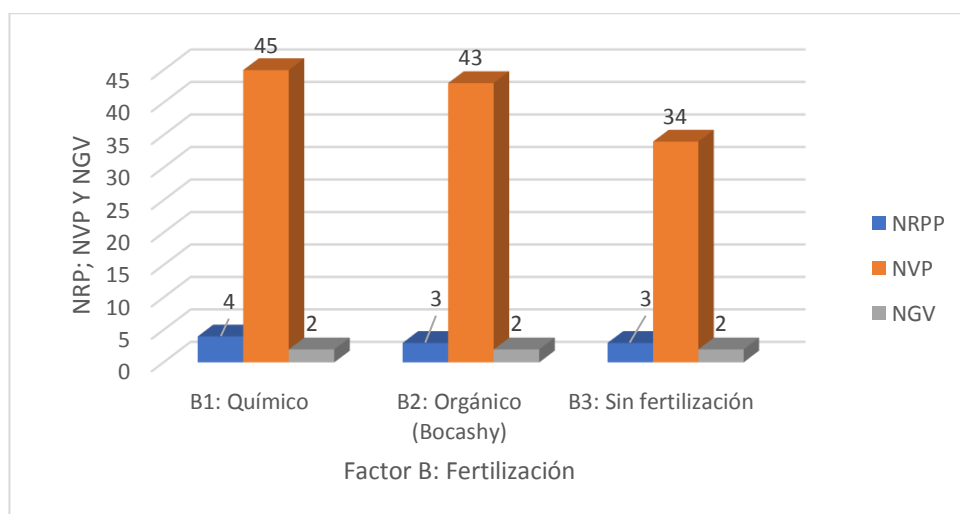
Por el contrario, la mayor precocidad en una forma consistente se registró en la fertilización química (B1) con 50 días a la floración y 89 días a la formación de vainas (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 13).

En referencia a la variable DCS se cuantificó una diferencia de 1 día más de B1 y B2 (124 días) con respecto a B3 (123 días) (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 13).

En el análisis del suelo (Anexo 2) se observa ausencia de NO_3 y presencia de amonio (NH_4) y como es bien sabido que al incrementar fuentes de nitrógeno en presencia de este compuesto y si no existen carbohidratos disponibles para la absorción y transformación inmediata del NH_4^+ , puede acumularse a niveles tóxicos dentro de la raíz. En base a estos resultados se concluye que, las plantas al aplicar fertilización química u orgánica, sin un balance adecuado se vuelven más tardías y se alarga el ciclo del cultivo; por lo que se justifica esta respuesta.

De manera similar a otros cultivos la absorción en la lenteja varía con el genotipo, con las características del suelo, con la localidad y con la disponibilidad del resto de los nutrientes esenciales. La influencia de estos aspectos se presenta la variación en absorción de nitrógeno y fósforo de la variedad Araucana INIAP en diferentes condiciones de clima y suelo (Peyrelongue, A. 2018).

Gráfico N° 14: Tipos de fertilización en las variables Número de ramas primarias planta (NRPP); Número de vainas planta (NVP) y Número de granos vainas (NGV). Laguacoto III 2022.



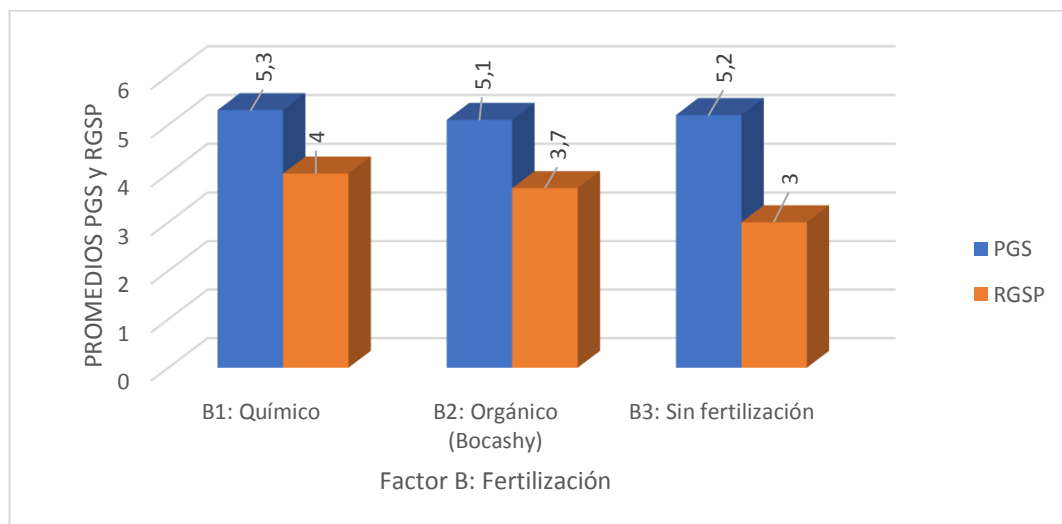
El efecto de los tipos de abonos en relación a las variables NRPP y NVP; fue estadísticamente muy diferente (**) e igual (NS) en la variable NGV (Cuadro N° 4).

Con la Prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto de NRPP y NVP, se presentó en B1: químico con 4 ramas/planta. y 45 vainas/planta. Los promedios menores en estas variables fueron en B3 (sin fertilización) con 63 ramas/planta y 34 vainas/planta (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 14).

Para la variable NGV todos los tratamientos presentaron 2 granos/vaina. La respuesta de esta variable no dependió de los tipos de abonos y el efecto más bien, fue de tipo varietal.

El crecimiento del grano se inicia una vez que la vaina ha alcanzado gran parte de su tamaño definitivo, y sigue una secuencia similar al sentido en que procede la floración. Por esta razón los granos de mayor peso o tamaño, se localiza en el sector inferior de la zona reproductiva. Del mismo modo, el número de vainas por nudo y el número granos producidos por vaina, es mayor en este sector de la rama, que en definitiva contribuye en mayor proporción al rendimiento de la planta (Espinoza, M. 2019).

Gráfico N° 15: Tipos de fertilización en las variables Peso de cien granos secos (PGS) y Rendimiento de grano seco por planta (RGSP). Laguacoto III 2022.



No se encontraron diferencias estadísticas significativas de los tipos de abonos en la variable PGS; sin embargo, el efecto de los abonos evaluados en la variable RGSP, fue muy diferente (**) (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 15).

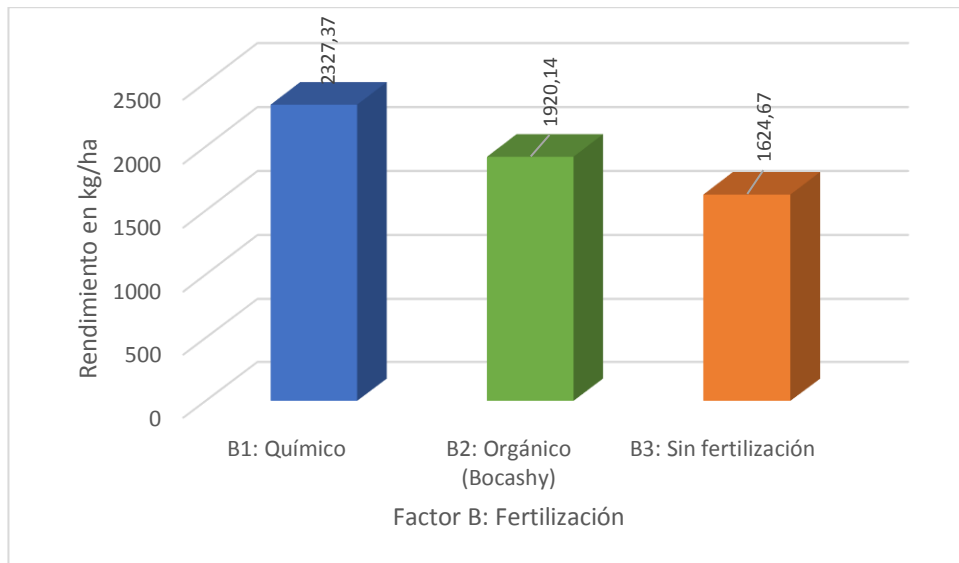
Con la Prueba de Tukey al 5% el valor promedio mayor del RGSP, en forma consistente se registró en el B1: químico; con 4 gramos/plantas y el menor promedio fue evaluado en B3: (sin fertilización) 3 g/planta de lenteja en seco (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 15).

Los promedios del peso de 100 semillas secas de lenteja, fueron de; 5.3 g en el B1: (químico); seguido del tratamiento sin fertilización con 5.2 g y 5.1 g al 14% de humedad en el B2: (Orgánico Bocashy) (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 15).

Se registró el promedio mayor del RGSP en B1: químico, porque los macronutrientes son absorbidos en forma inmediata por el cultivo; sin embargo, con el abono orgánico su efecto es a mediano y largo plazo. Estadísticamente el peso de cien semillas secas del (B3) sin aplicación de abono, es similar al B1: químico y el B2: orgánico, por la similitud del calibre del grano.

El ambiente también influye en forma importante en el peso de grano, determinado por la duración del periodo del llenado de vainas. La semilla adquiere su coloración típica una vez que la humedad del grano baja hasta un 15%, culminado con este el ciclo biológico de la planta (Espinoza, M. 2019).

Gráfico N° 16: Tipos de fertilización en la variable Rendimiento en kg/ha (RKg/ha). Laguacoto III 2022.



Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas (**) de los tipos de abonos sobre la variable RKg/ha (Cuadro N° 4).

Con la Prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto se registró en el B1: químico; (1-1-1 de 18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio en una dosis de 120 g/planta) con 2 327.37 Kg /ha de rendimiento de lenteja en seco. El promedio menor, se evaluó en el B3: sin fertilización con 1 624.67 Kg. /ha (Cuadro N° 4 y Gráfico N° 16).

Se registró el promedio más alto en B1: químico, porque los macronutrientes son absorbidos en forma inmediata por el cultivo; sin embargo, con el abono orgánico su efecto es a mediano y largo plazo, Existió una relación o estrechez significativa entre la variable rendimiento de grano por planta y el rendimiento por hectárea.

El rendimiento de la lenteja oscila entre 600 y 1.700 kg/ha, esto dependiendo de la variedad, manejo, condiciones ambientales y tipo de cultivo, mientras que la producción nacional estimada a nivel rural es de 542 kg/ha (Villacís, M. 2018).

5.5 Variables agronómicas (AxB): Días a la emergencia en el campo (DEC).

Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Altura de planta (AP). Diámetro de tallo (DT). Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV). Número de ramas primarias planta (NRPP). Longitud de vaina (LV). Número de vainas por planta (NVP). Número de granos por vaina (NGV). Días a la cosecha en seco (DCS). Peso de cien granos secos (PGS). Rendimiento de granos seco por planta (RGSP) y Rendimiento kilogramo hectárea (RKg/ha).

Cuadro N° 5: Resultados promedios y prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Tratamientos (AxB) en las variables: DEC; PEC; AP en cm; DT en mm; DF; DFV; NRPP, LV en cm; NVP; NGV, DCS; PGS en gr; RGSP en g y RKg/ha; en Laguacoto III. 2022.

VARIABLES	INTERACCIÓN DE FACTORES AxB (Promedios)						Media G	CV
	T5	T6	T4	T3	T1	T2		
DEC (**)	22	21	20	18	18	17	19 días	1.64%
	A	AB	B	C	C	D		
	T2	T1	T3	T4	T6	T5		
PEC (NS)	92.3	91.7	91	86.7	86	86	88.9%	1.06%
	T4	T5	T3	T1	T2	T6		
AP 1ra aplicación (NS)	14.1	13.9	13.8	13.7	13.6	13.4	13.7 cm	2.66%
	A	A	A	A	A	A		
	T1	T5	T2	T4	T6	T3		
AP 2da aplicación (NS)	30.4	30	29.6	29.5	28.2	28.2	29.3 cm	3.83%
	A	A	A	A	A	A		
	T1	T4	T5	T2	T3	T6		
DT (NS)	0.31	0.28	0.26	0.25	0.23	0.19	0.25 cm	8.80%
	T6	T3	T5	T2	T1	T4		
DF (NS)	64	61	57	55	52	48	56 días	7.83%
	T6	T3	T5	T2	T4	T1		
DFV (NS)	110	105	98	95	90	87	98 días	0.90%
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
NRPP (NS)	4	3	3	3	3	3	3 ramas	7.31%
	T6	T4	T3	T2	T5	T1		
LV (**)	1.07	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.05 cm	0.30%
	A	AB	BC	BC	C	C		
	T2	T1	T4	T5	T3	T6		
NVP (NS)	47	47	43	40	34	33	41 vainas	8.32%
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
NGV (NS)	2	2	2	2	2	2	2 granos	6.44%
	A	A	A	A	A	A		
	T1	T2	T5	T4	T6	T3		
DCS (NS)	126	124	124	123	121	121	123 días	1.60%
	A	A	A	A	A	A		
	T4	T6	T5	T1	T3	T2		
PGS (NS)	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5	5.2 g	3.56%
	A	A	A	A	A	A		
	T4	T1	T5	T2	T3	T6		
RGSP (NS)	4.1	3.8	3.7	3.6	3.1	2.9	3.5 g	10.36%
	T4	T1	T5	T2	T6	T3		
RKg/ha (NS)	2346.29	2308.45	1962.28	1878.00	1664.25	1585.08	1957.39 Kg	8.78%

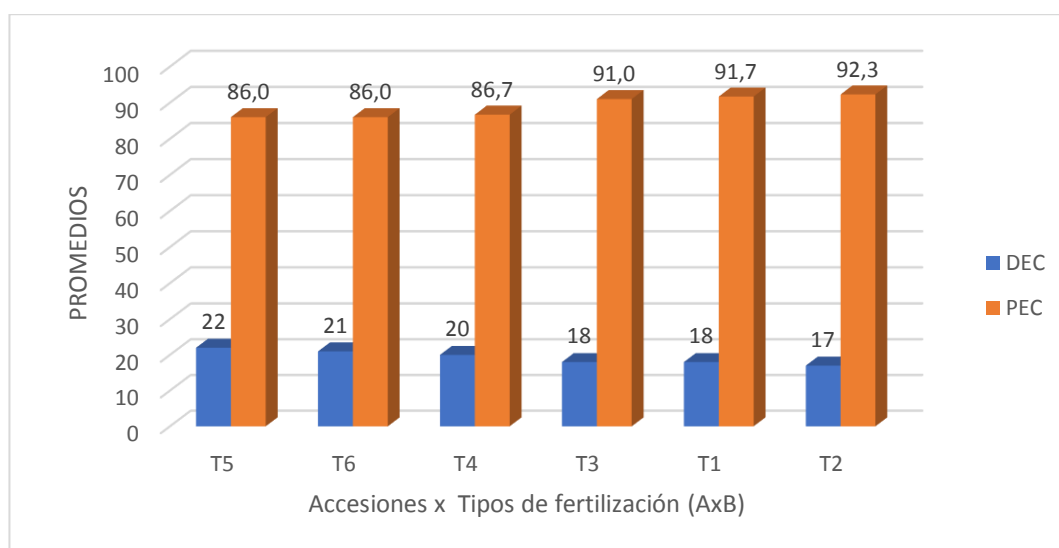
Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Promedios con misma letra, son estadísticamente iguales al 5%.

NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo al 1%.

Gráfico N° 17: Accesiones de lenteja por tipos de fertilización en las variables Días a la emergencia en el campo y Porcentaje de emergencia. Laguacoto III. 2022



Fueron factores dependientes (**) únicamente en la variable días a la emergencia; es decir, la respuesta de las accesiones de lenteja en relación a las variables DEC; dependieron de los tipos de abonos; mientras que para el PEC fueron factores independientes (NS) (Cuadro N° 5).

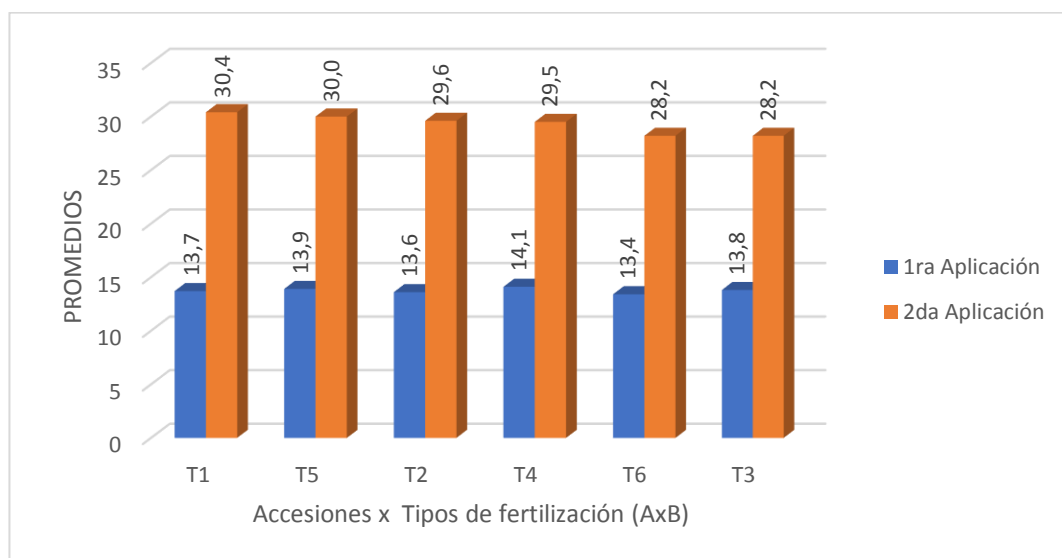
En promedio general en la zona agroecológica, se registró 19 días a la emergencia y 88.9% de emergencia en campo de las dos accesiones de lenteja.

Con la Prueba de Tukey al 5%; el promedio más alto de la variable DEC, se registró en T5: accesión de lenteja local en combinación con Orgánico (Bocashy) con 22 días; no así que la mayor precocidad se determinó en T2: INIAP 406 en combinación con Orgánico (Bocashy) (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 17).

El PEC registró su promedio más elevado en T2: INIAP 406 + Orgánico (Bocashy) con 92.3% y el menor porcentaje de emergencia se evaluó en T5: accesión de lenteja + Orgánico (Bocashy) y T6: lenteja local sin fertilización con el 86% en los dos casos (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 17).

Sobre las variables PEC y DEC son factores importantes la buena preparación de suelo, profundidad de siembra. Asimismo, las semillas deben ser sembradas entre los 3 a 4 cm de profundidad, si se hace a mayor profundidad, puede retrasarse la emergencia del embrión o en algunos casos, éste puede incluso no emerger. Cabe recordar que el tamaño de la semilla de lenteja es muy pequeño (4 - 5 mm diámetro). Esta etapa dura entre 10 a 13 días (Barreiro, E. 2019).

Gráfico N° 18: Accesiones de lenteja por tipos de fertilización en la variable Altura de planta después de la primera y segunda aplicación de fertilizantes. Lagucoto III 2022.



La respuesta de las accesiones de lenteja en relación a la variable AP después de la primera y segunda aplicación no dependió del tipo de fertilización aplicada (NS); (Cuadro N° 5).

En promedio general la altura de planta después de la primera fertilización fue de 13.7 cm y luego de la segunda aplicación de fertilizantes registró 29.3 cm: esos resultados son inferiores a los reportados en otros ensayos; esto es debido a las diferentes condiciones edafoclimáticas de las zonas de estudio (INIAP, 2018).

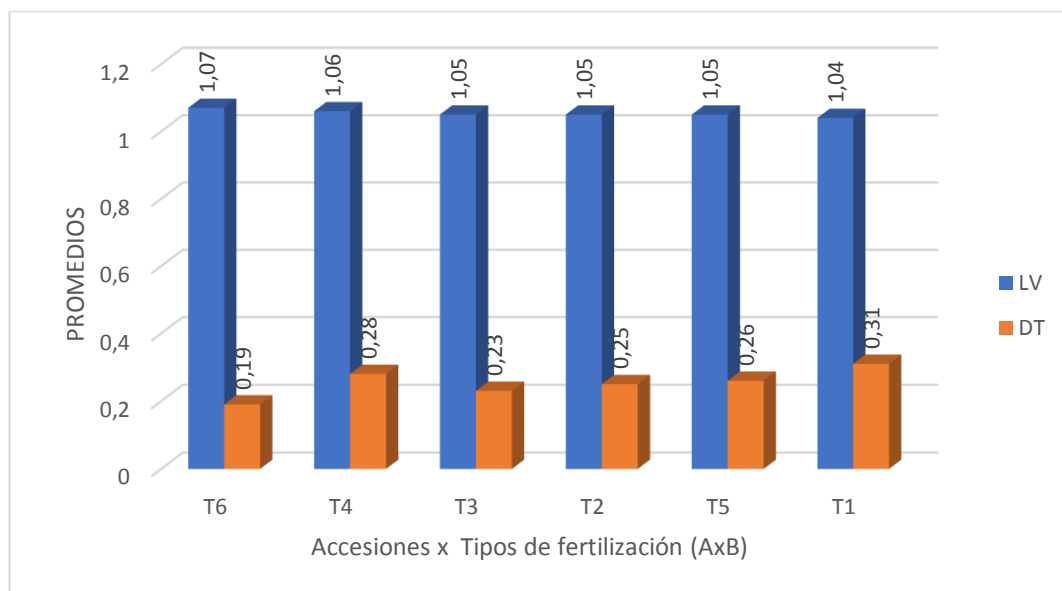
A pesar de la similitud estadística, numéricamente la mayor altura de planta en la primera aplicación, se registró en el T4: A2B1 (lenteja local + químico (18-46-00

+ Sulpomag + Muriato de potasio)) con 14.1 cm; por el contrario, a la segunda aplicación fue el T1: A1B1 (INIAP 406+químico:18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 30.4 cm (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 18).

La menor altura de planta en una forma consistente, se registró en las dos accesiones de lenteja sin fertilización (T6 y T3) con 13.4 cm y 28.2 cm a la primera y segunda aplicación respectivamente (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 18).

Como se sabe la altura de planta, está en relación estrecha con las características varietales, su interacción genotipo - ambiente, características climáticas y edáficas (física, química y biológica del suelo), nutrición y sanidad de plantas, etc (INIAP, 2018).

Gráfico N° 19: Accesiones de lenteja por Tipos de fertilización en las Variables Longitud de vainas y Diámetro de tallo. Laguacoto III, 2022.



La respuesta de las accesiones de lenteja en relación a la variable DT, no dependió del tipo de fertilización (NS); sin embargo, en la variable LV su respuesta fue altamente significativa (**) (Cuadro N° 5).

En la variable Diámetro del tallo (DT), el promedio general registró 0.25 cm y la Longitud de vaina 1.05 cm en la localidad de Laguacoto (Cuadro N° 5).

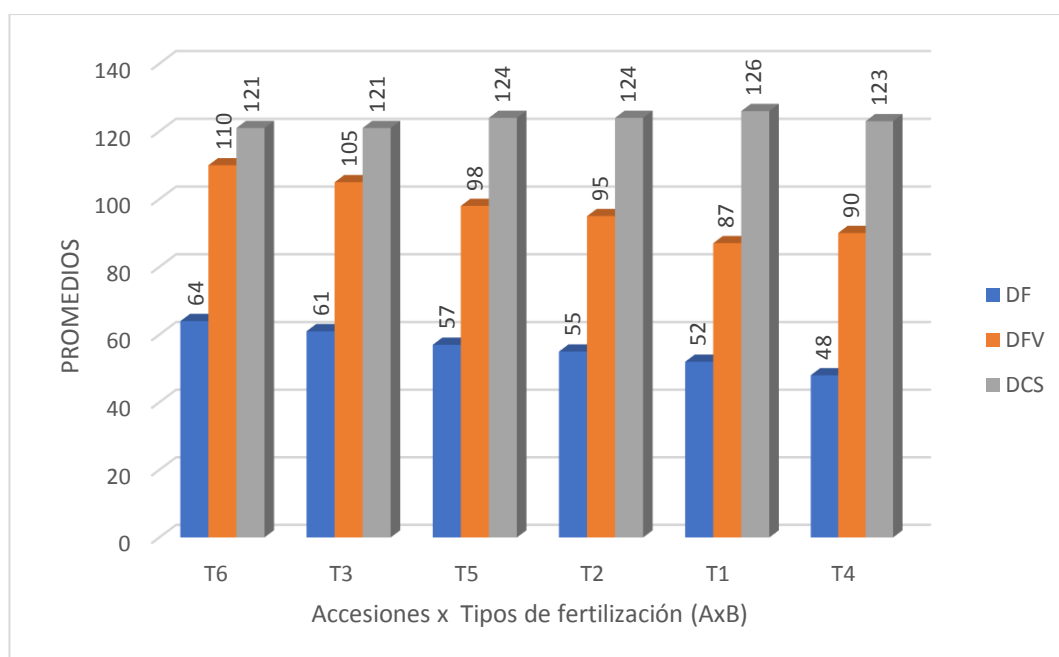
Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto de LV, se evaluó en el T6: lenteja local sin fertilización con 1.07 cm y el más bajo en el T1: INIAP 406+químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio), con 1.04 cm (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 19).

El mayor promedio numérico del DT fue cuantificado en T1 con 0.31 cm y el más bajo en T6 con 0.19 cm. En la interacción de factores: accesiones de lenteja en relación a las variables DT; no dependió de los tipos de fertilización; es decir fueron factores independientes y el efecto más importante fue el varietal (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 19).

La variable LV y DT, son características varietales, depende de su interacción genotipo-ambiente; otros factores que inciden en estas variables son: la adaptabilidad vegetativa y reproductiva, características físicas, químicas y biológicas del suelo, manejo agronómico del cultivo, temperatura, humedad, nutrición y sanidad de las plantas, etc.

La Lenteja es una especie dicotiledónea, herbácea, anual, de porte erecto y ramificado. Pertenece a la familia de las leguminosas y es de hábito de crecimiento indeterminado. Las plantas suelen alcanzar una altura de 20 a 50 cm, dependiendo de la variedad y puede desarrollar entre 15 a 18 nudos. En cada nudo reproductivo fija 1 a 2 flores. Cada vaina fija de 1 a 2 semillas (Perotti, E. 2016).

Gráfico N° 20: Accesiones de lenteja por Tipos de fertilización en las Variables Días a la floración. Días a la formación de vainas y Días a la cosecha en seco. Lagucoto III, 2022.



La respuesta de las accesiones de lenteja en relación a las variables DF; DFV y DCS, no dependió de la fertilización aplicada (NS) (Cuadro N° 5).

En cuanto a las variables Días a la floración (DF). Días a la formación de vainas (DFV) y Días a la cosecha en seco (DCS), el promedio general se registró en 56 días; 98 días y 123 días en su respectivo orden (Cuadro N° 5).

En sus informes INIAP indica que el ciclo del cultivo de lenteja es de 58-65 días a la floración y 125-140 días a la cosecha, los cuales coinciden a los obtenidos en este ensayo (INIAP 2018).

En promedio, la accesión más precoz en cuanto a DF fue el T4: lenteja local + químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 48 días y la más tardía fue T6: lenteja local + sin fertilización con 64 días a la floración (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 20).

En cuanto a la variable DFV, el tratamiento más precoz fue el T1: INIAP 406+ químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 87 días y la más tardía fue T6: lenteja local + sin fertilización con 110 días a la formación de vainas (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 20).

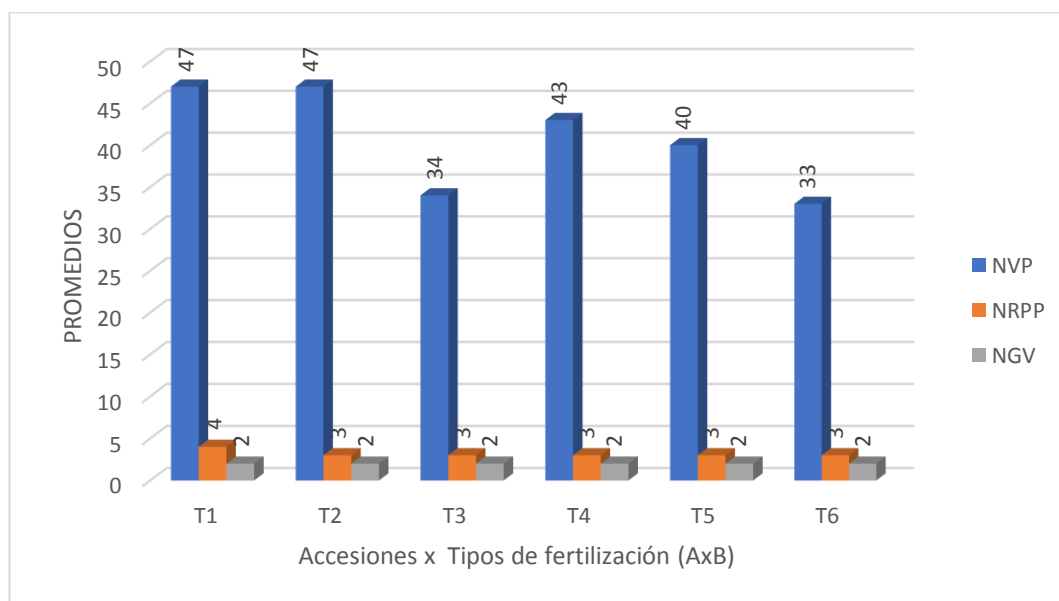
Finalmente, en lo que hace referencia a los DCS la mayor precocidad se registró en T3: INIAP 406 + sin fertilización con 87 días y el más tardío fue T1: INIAP 406+ químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 126 días a la cosecha en seco (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 20).

Estos resultados son lógicos, sobre todo si se considera que las plantas sin una nutrición adecuada se vuelven más tardías y se alarga el ciclo del cultivo.

Adicionalmente como lo expresan muchos autores; las variables DF; DFV y DCS, son características varietales y dependen de su interacción genotipo - ambiente; normalmente a menor altitud y temperaturas más altas, se acelera el ciclo de cultivo.

La aparición de flores ocurre en respuesta al largo del día y a la temperatura y marca el inicio de la fase reproductiva de la planta. Este periodo puede durar entre 30 y 60 días dependiendo de la fecha de siembra, temperatura del aire y disponibilidad de humedad en el suelo principalmente (Soto, M. 2018).

Gráfico N° 21: Accesiones de lenteja por tipos de fertilización en las variables Número de vainas por planta. Número de ramas primarias por planta y Número de granos por planta. Laguacoto III 2022.



En la interacción de factores AxB en relación a las variables NVP; NRPP y NGV, estos fueron independientes (NS) (Cuadro N° 5).

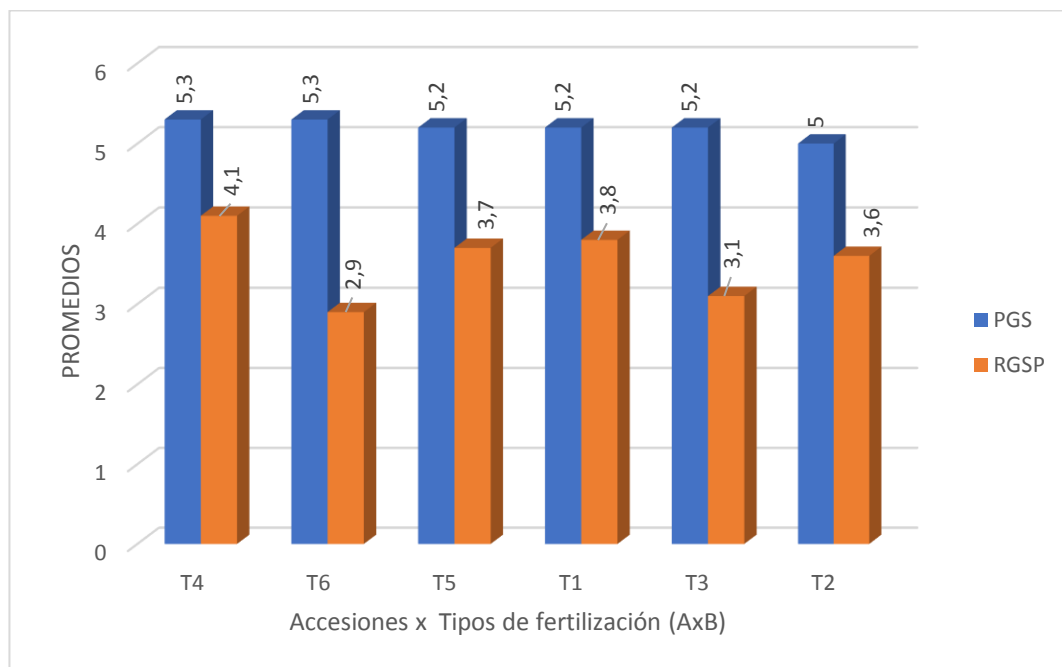
En promedio general en la localidad de estudio se registró 41 NVP; 3 NRPP y 2 NGV; estos datos son similares a los reportados por INIAP 2018 en sus informes de la variedad INIAP-406 (Cuadro N° 5).

No existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo, matemáticamente el mayor número de vainas por planta fue determinado en la accesión de lenteja INIAP-406 + fertilización química (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) y orgánica (Bocashy) con 47 vainas/planta por igual; mientras que el menor promedio fue cuantificado en T6: lenteja local + sin fertilización con 33 vainas/planta (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 21).

Para la variable NRPP se registró 3 ramas por planta para todas las evaluaciones, con excepción del T1 que presentó 4 ramas/planta (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 21). El número de granos por vaina fue de 2 para todos los tratamientos.

En base a estos resultados se concluye que las accesiones de lenteja en relación a las variables NVP; NRPP y NGV; no dependió de la fertilización aplicada; es decir fueron factores independientes y el efecto más importante fue el varietal.

Gráfico N° 22: Accesiones de lenteja por tipos de fertilización en las variables Peso de 100 granos secos y Rendimiento de grano seco por planta. Laguacoto III 2022.



La respuesta de la interacción de factores AxB en relación a la variable PGS y RGSP, fueron independientes (NS); esto quiere decir que las accesiones de lenteja no dependieron de la fertilización aplicada (Cuadro N° 5).

En promedio general en la zona agroecológica Laguacoto III, se registró un peso de 5.2 gramos en cien de granos secos, con un rendimiento por planta de 3.5 gramos al 14% de humedad (Cuadro N° 5).

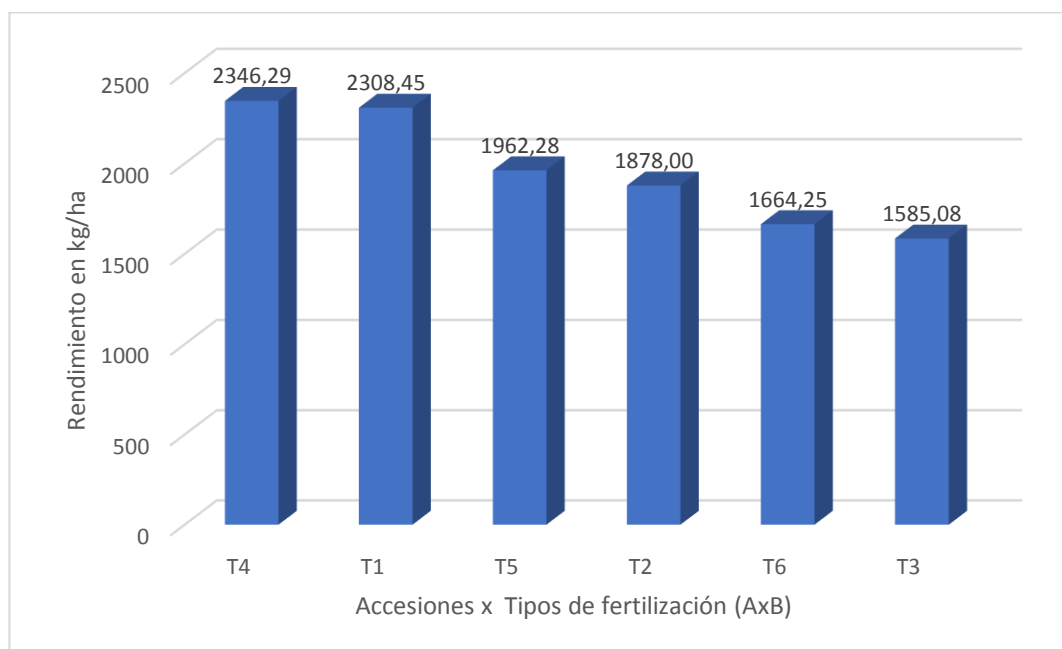
El peso de cien granos secos el promedio ligeramente más elevado, se registró en la lenteja local con fertilización química y sin fertilización (T4 y T6) con 5.3 gramos para los dos casos; mientras que el menor peso se determinó en el T2: INIAP 406 + orgánico con 5 gramos de PGS (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 22). Esta respuesta similar se debe a que esta variable es una característica varietal y depende de su

interacción con el ambiente; el componente del rendimiento determinante sobre esta variable es el calibre del grano; por lo que talvez, el mismo fue similar en las dos accesiones de lenteja (INIAP, 2018).

Para la variable RGSP el promedio más elevado lo presentó el T4 con 4.1 gramos y el menor promedio se determinó en T6 con 2.9 gramos (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 22). Esta diferencia numérica entre tratamientos se da como respuesta al componente agronómico Número de vainas por planta.

Cabe señalarse que al realizar el análisis de Tukey al 5% se determinó un error tipo II; pues se concluye que hay diferencias estadísticas significativas, cuando en realidad si las hay; esto se debe a los pocos grados de libertad existentes en el ensayo.

Gráfico N° 23: Accesiones de lenteja por tipos de fertilización en la variable Rendimiento en kg/ha. Laguacoto III 2022.



La respuesta de la interacción de factores AxB en relación a la variable Rendimiento en kg/ha, estadísticamente fueron no significativos (NS); esto quiere decir que el

efecto de las fertilizaciones fue similar sobre las accesiones de lenteja (Cuadro N° 5).

En promedio general en la zona agroecológica Laguacoto III, se registró un rendimiento de lenteja por hectárea de 1957.39 Kg/ha al 14% de humedad (Cuadro N° 5). Estos resultados son superiores a los reportados por INIAP, 2018 con 1000 Kg/ha en la variedad de lenteja precoz INIAP-406; esto fue debido quizá a las condiciones de adaptabilidad de las accesiones a esta zona y factores edafoclimáticas favorables durante el ensayo.

El rendimiento más elevado; matemáticamente se registró en la lenteja local e INIAP-406 con fertilización química (T4 y T1) con 2346.29 Kg/ha y 2308.45 Kg/ha; en su respectivo orden; mientras que el menor rendimiento se determinó en las accesiones sin fertilización (T6 y T3) con 1664.25 Kg/ha y 1585.08 Kg/ha en su orden (Cuadro N° 5 y Gráfico N° 23).

Se registraron los promedios más altos con la aplicación de fertilizantes químicos, porque los macronutrientes son absorbidos por osmosis de forma inmediata por el cultivo.

El rendimiento de las accesiones de lenteja sin aplicación de fertilizantes, es superior a los reportados por INIAP; porque como se indicó anteriormente el suelo donde se realizó este ensayo fue de buena calidad (Anexo N° 2).

En base a estos resultados se concluye que existió una eficiencia de las dos fertilizaciones; similares en las dos accesiones de lenteja esto debido a que INIAP-406 y Lenteja local presentan las mismas características varietales y su adaptación es muy buena a la zona de estudio (INIAP, 2018).

5.6 Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro N° 6: Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes del rendimiento - Xs), que tuvieron una significancia estadística sobre el rendimiento (variable dependiente - Y).

Componentes de rendimiento Kg/ha (Variables independientes XS)	Coefficiente de Correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de Determinación (R² %)
Altura de planta (AP) segunda aplicación	0.53*	140.49*	23
Diámetro de tallo	0.75**	5827.93**	56
Días a la floración	-0.69**	-34.03**	48
Días a la formación de vainas	-0.81**	-32.35**	65
Número de ramas primarias planta	0.60**	467.33**	36
Número de vainas por planta	0.62**	32.27**	38
Días a la cosecha en seco	0.48*	62.83*	23
Rendimiento de grano seco por planta	0.66**	428.91**	44
Rendimiento por parcela (R*P)	1**	1988.98**	100

Correlación

En esta investigación en la localidad de Laguacoto III, las variables que tuvieron una relación altamente significativa negativa con el rendimiento fueron: Días a la floración (DF) y Días a la formación de vainas (DFV). Los componentes del rendimiento que presentaron una estrechez positiva significativa y altamente significativa con el rendimiento de lenteja fueron: Altura de planta (AP) a la segunda aplicación de fertilización. Diámetro de tallo (DT). Número de ramas primaria (NRPP). Número de vainas planta (NVP). Días a la cosecha en seco (DCS). Rendimiento de grano seco planta (RGSP) y Rendimiento por parcela (R – Kg/p) (Cuadro N° 6).

Regresión "b"

En esta investigación las variables independientes que incrementan el rendimiento de Lenteja Kg/ha en la localidad de Laguacoto III fueron: Altura de planta (AP) a la segunda aplicación de fertilización. Diámetro de tallo (DT). Número de ramas primaria (NRPP). Número de vainas planta (NVP). Días a la cosecha en seco (DCS). Rendimiento de grano seco planta (RGSP) y Rendimiento por parcela (R – Kg/p). Esto quiere decir que, a valores más altos de estas variables independientes, mayor incremento del rendimiento habrá (Cuadro N° 6).

Por el contrario, las variables que redujeron el rendimiento fueron: Días a la floración (DF) y Días a la formación de vainas (DFV) (Cuadro N° 6).

Determinación (R^2)

En esta investigación los valores más altos del R^2 se registró las variables Diámetro de tallo con el 56% y Rendimiento de grano seco por planta, con un valor del R^2 de 44%; el mejor ajuste se determinó en el rendimiento por parcela con el 100%; esto quiere decir que el mayor incremento del rendimiento en la variable dependiente (Y), fue debido a un mayor Diámetro de tallo; Rendimiento de grano seco por planta y rendimiento por parcela (Cuadro N° 6).

En esta investigación los Días a la floración y Días a la formación de vainas más tardías, incidieron en la formación de grano y su escape al estrés por sequía, disminuyendo el rendimiento en un 48% y 65% respectivamente (Cuadro N° 6).

5.7 Análisis de relación beneficio/costo (RB/C)

Cuadro N° 7: Relación total de Beneficio/Costo en los tratamientos

TOTAL, DE COSTOS AxB	COSTOS TOTALES	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO (I bruto - T. costo)	RELACIÓN BENEFICIO COSTO (I bruto/T. costo)	RELACIÓN INGRESO NETO/COSTO (I neto/ T. costo)
T1 (a1b1)	2872.21	4570.73	1698.52	1.59	0.59
T2 (a1b2)	4960.66	3718.44	-1242.22	0.75	-0.25*
T3 (a1b3)	1442.47	3138.46	1695.99	2.18	1.18
T4 (a2b1)	2895.61	4645.65	1750.04	1.60	0.60
T5 (a2b2)	4963	3885.31	-1077.69	0.78	-0.22*
T6 (a2b3)	1444.81	3295.22	1850.41	2.28	1.28

El análisis económico del presupuesto directo e indirecto, permitió calcular la relación RB/C en el cultivo de las accesiones de lenteja con fertilización y sin esta. El costo de un Kg de lenteja fue de 1.98 USD centavos de dólar.

Se determinó beneficios en las accesiones de lenteja con fertilización química y sin fertilización; no así que las accesiones con abonadura orgánica Bocashy hubo perdida; esta pérdida se debe a que el efecto del abono orgánico es a mediano y largo plazo, primero se debe mejorar la estructura del suelo y la capacidad de intercambio catiónico y además se requiere volúmenes altos de incorporación al suelo; como es el caso de este ensayo que fue de 500 sacos por ha.

La mayor rentabilidad en el cultivo de lenteja sin fertilización demuestra que el mismo, no es muy exigente en macronutrientes; claro que las condiciones edáficas del ensayo en cuanto a concentración de nitrógeno y materia orgánica, así como Ca y Mg fueron buenas para el desarrollo del cultivo, como lo demuestran los análisis del suelo (Anexo N° 2).

Los beneficios netos totales (\$/ha) en el cultivo de lenteja más elevados se registró en; T6 (a2b3) con el beneficio más alto de \$1850.41 USD; y la relación beneficio/costo más elevado: RB/C de 2,28; con una RI/C de 1,28 USD. Esto quiere decir que el productor por cada dólar invertido, tiene una ganancia de \$ 1,28.

Seguido del T3 (a2b3) con \$1695.99 USD; y la relación beneficio/costo más elevado: RB/C de 2,18; con una RI/C de 1,18 USD (Cuadro N° 7).

En base a estos resultados se debe considerar realizar cultivos de lenteja sin fertilización en rotación con maíz, papas; entre otros; ya que se ha demostrado en este ensayo que se obtiene rendimientos buenos en suelo con contenidos medios de N y bajos en P y K.

VI COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis que se plantearon dentro de esta investigación fueron las siguientes:

H₁: La eficiencia de la fertilización química y orgánica en dos accesiones en el cultivo de lenteja son similares.

H₀: La eficiencia de la fertilización química y orgánica en dos accesiones en el cultivo de lenteja son diferentes.

Por lo tanto y posterior análisis y procesado los resultados agronómicos y estadísticos derivados de la investigación realizada en la zona agroecológica de Laguacoto III, se estableció una interacción genotipo ambiente entre los caracteres agro morfológicos ; en la cual no se registró diferencias estadísticas significativas ni altamente significativas entre la mayoría de las variedades evaluadas y los principales componentes del rendimiento (PEC, AP 1ra y 2da aplicación, DT, DF, DFV, NRPP, NVP, DCS, PGS, RGSP y R kg/ha); las accesiones de lenteja presentaron una relación similar con los tipos de fertilización, por lo que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La respuesta de las dos accesiones de lenteja, no presentaron variabilidad en los descriptores morfológicos; así como no existieron diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas en la zona agroecológica de Laguacoto III; sin embargo, el rendimiento mayor se obtuvo en la variedad precoz INIAP-406 con 1923.84 Kg/ha.
- La respuesta de los tipos de abonos, para la mayoría de variables evaluadas fueron diferentes; el rendimiento promedio más alto de lenteja se evaluó en el B1: químico con 2327.37 Kg/ha con el 14% de humedad.
- En la interacción de factores estos fueron independientes en casi todas las variables; sin embargo, el tratamiento con el valor promedio más alto de rendimiento se registró en el T4: A2B1 (lenteja local + químico (18-46-00 + Sulpomag + Muriato de potasio) con 2 346.29 Kg/ha con el 14% de humedad.
- Las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento mayor fueron: Altura de planta (AP) a la segunda aplicación de fertilización. Diámetro de tallo (DT). Número de ramas primaria (NRPP). Número de vainas planta (NVP). Días a la cosecha en seco (DCS). Rendimiento de grano seco planta (RGSP) y Rendimiento por parcela (R – Kg/p).
- Económicamente la mejor alternativa fue la variedad lenteja local sin fertilización (T6) con el beneficio más alto de \$1850.41 USD/ha; y la relación beneficio/costo: RB/C de 2,28; con una RI/C de 1,28 USD.
- Finalmente, este estudio permitió contribuir a mejorar la eficiencia de los sistemas de producción local, con variedades de lenteja con características agronómicas y varietales de buena calidad y demanda del consumidor.

7.2 Recomendaciones

- Económicamente en suelos de mediana calidad en función del análisis químico completo del suelo, se recomienda las accesiones de lenteja INIAP-406 y variedad local, sin aplicación de fertilizante químico en rotación después de maíz y papas, ya que en estos cultivos se aplican suficiente cantidad abonos se aprovecharía los sobrantes del cultivo que bien sería aprovechados y el cultivo de la lenteja ya sean estos químicos u orgánicos.
- Se sugiere realizar evaluaciones de la lenteja con aplicación de abono orgánico, en suelos con medio y bajo contenido de nutrientes; así como de diferente textura y estructura.
- Realizar en los próximos ciclos las pruebas de análisis de extracción de nutrientes en cada etapa fenológica de las dos variedades de lenteja evaluadas en la zona agroecológica de Laguacoto III.
- Continuar con el proceso de investigación de las variedades precoz y local de lenteja sin fertilización, en diferentes zonas agro ecológicas como San Miguel, San Pablo y Chillanes de nuestra provincia en suelos de bajo contenido de nutricional.
- Socializar estos resultados a los agricultores con el apoyo como el INIAP y UEB.

BIBLIOGRAFÍA

- Agropal. (2021). Fertilizantes - Abonos complejos sólidos. Obtenido de http://www.agropal.sc.com/productos_agricultura_des.shtml?idboletin=1085&idarticulo=25270&idseccion=5273&idioma.
- Alonso, F. J. (2019). Cultivo de lenteja. Quito: Núm. 10180 HD.
- Alonso, F. (2021). Cultivo de lenteja. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1980_10.pdf.
- Alonso, J. (2019). Manejo de lenteja. Obtenido <https://infoagro.com/herbaceos.htm>
- Alvarez, M. (2019). Producción de lenteja. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/42057/NR09960.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Armas, X. (2017). Nuevo canal de global de comercialización y comunicación para el sector Bio. Obtenido de <https://www.b2bio.bio/noticias-productos-ecologicos/abonos-organicos-vs-abonos-quimicos>.
- Barreiro, E. (2018). Produccion de lenteja. Produccion de lenteja, 43-48.
- Barreiro, E. (2019). Manejo de semilla y siembra en cultivo de lenteja. Producción de lenteja. México, pag.79.
- Basantes, E. (2017). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Quito: ESPE.
- Basantes, V. (2017). Industrialización de leguminosas Lenteja (*Lens culinaris*) y Garbanzo (*Cicerarietinum*), “Venoga”. Latacunga.
- Bascur, G. (2019). Produzca lenteja de buena calidad. La lenteja debe ser almacenado en lugares donde exista circulación de aire, 1-2.
- Benavidez, C. (2018). Abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de [http://www. mag.go.cr/ congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf).

- Benavidez, M. (2017). Manejo de abono químico vs abono orgánico. En B. Marcos, Manejo de abonos (págs. 16-24). Chile-Peru.
- Cedeño, M. (2017). Boletinagrario. En C. Marcos, Manejo y cultivo de lenteja (págs. 25-40). Chile- Perú.
- Cedeño, P. (2017). Abonos orgánicos vs Abonos químicos, 23-32.
- Cerrato, E. (2017). Potencial de mineralización de nitrógeno de bokashi. Universidad Earth Tierra Tropical, 183-197.
- Cubero, D. & Viera, M. J. (2018). Abonos orgánicos y fertilizantes químicos . Perú.
- Delcorp, S.A. (2020). Obtenido de <http://www.delcorp.com.ec/index.php/divisiones/fertilizantes/fertilizantes-solubles/muriato-de-potasio-standard>.
- Espinoza, M. (2019). Producción y rendimiento en manejo de lenteja, Ecuador.
- FAO. (2017). Los fertilizantes y usos. París.
- FAO. (2018). Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria, 12.
- FAO. (2019). Materiales para capacitación de semillas. Almacenamiento de semilla. Roma: Samuel Kugbei (ex Oficial Senior de la FAO).
- FAO. (2019). Sulpomag sulfato doble de potasio y magnesio (22% S _ 18% MgO _ 22% K₂O) . Obtenido de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=VE2009426169>.
- Fermagri. (2021). Obtenido de FERMAGRI Innovación en fertilizantes: <http://www.fermagri.com/muriato-de-potasio-blanco.html>.
- Fermagri. (2021). FERMAGRI Innovación en fertilizantes. Obtenido de FERMAGRI Innovación en fertilizantes Web site: FERMAGRI Innovación en fertilizantes.
- Infoagro. (2017). El cultivo de la lenteja. Industria de los cereales y derivados, 2-5.

- Infoagro. (2017). Exigencia edafoclimático de la lenteja. Obtenido de Exigencia edafoclimático de la lenteja.
- INIAP. (2016). INIAP-406: Variedad de lenteja precoz. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Leguminosas, 4.
- INIAP. (2017). INIAP-406: Manejo del cultivo de lenteja en formación de vainas hasta cosecha de la Variedad de lenteja precoz. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Leguminosas,
- Izquierdo, R. & Venegas, S. (2010). La materia orgánica del suelo. Papel de los microorganismos. . Obtenido de Ciencias Ambientales, 11: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6736/3/T-UCE-0004-04.pdf>.
- Jiménez, J. (2027). Elaboración de Bocashi. Gobierno reconciliación y Unidad Nacional, 22-27.
- Ladizinsky, A. (2021). Esquema que revela la herencia de caracteres morfológicos de la lenteja (*L. culinaris*). Huerto Evolutivo (7): Garbanzos y lentejas. Los tomas o los dejas., 5-8.
- Ledesma, J. (2017). La fertilización orgánica. Recuperado el 16 de Agosto de 2021, de La fertilización orgánica: https://www.larousse.es/primer_capitulo/jardin-ecologico-facil.pdf.
- Lobato, M. (2019). Adaptabilidad del cultivo a tipos de suelo, Chimborazo.
- Lopez, D. (2018). Recuperado el 09 de Agosto de 2021, de Balanical: <https://www.botanical-online.com/botanica/lentejas-caracteristicas>.
- Mera, M. (2019). Manual de fertilización en las condiciones de suelo y clima Obtenido de: <https://www.fertiberia.com/es/agricultura/servicios-al-agricultor/guia-del-abonado/lenteja/>.
- Morales, E. (2018). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Sangolquí, Ecuador: David Andrade Aguirre.

- Moreno, F. (2017). Condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de lenteja
Obtenido de: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-LENTEJA.pdf>.
- Mosquera, B. (2016). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Estados Unidos: Nancy Puente Figueroa (FONAG).
- Ortega, P. (2017). Producción de bocashi sólido y líquido. Cuenca.
- Ortero, P. (2017). Agrohuerto todo sobre el huerto. Obtenido de Plagas y enfermedades de la lenteja: <https://www.agrohuerto.com/plagas-y-enfermedades-de-las-lentejas>.
- Ortiz, L. (2018). Abonos orgánicos vs Abonos químicos, 8-11.
- Paredes, D. (2017). Recuperado el 16 de Agosto de 2018, de Abonos orgánicos vs Abonos químicos: <https://www.b2bio.bio/noticias-productos-ecologicos/a-bonos-organicos-vs-abonos-quimicos>.
- Pares, M. (2019). Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de Josean Alija: <https://www.joseanalija.com/lenteja>.
- Peñaloza, E. (2018). Producción de lenteja. Chile: Tomás Salvadores P.
- Perotti, E. (2016). Características del cultivo de la lenteja en Argentina: Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/lens-culinaris>.
- Peyrelongue, A. (2018). Asimilación de absorción de nutrientes en lenteja, Quito.
- Prieto, G. (2019). Manejo del cultivo de lenteja, 16-22.
- Probelte, T. (2019). Probelte. Obtenido de <https://www.probelte.es/noticia/es/fertilizacion-quimica-o-convencional-en-la-agricultura/30>.
- Ramirez, N. (2017). Significado. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de <https://www.significados.com/comparacion/>.

- Ramirez, X. (2017). Elaboración y uso del bocashi. En R. Xavier, Elaboración y uso del bocashi (págs. 26-23). Venezuela-Perú.
- Reinoso, V. (2016). Asosación de consumidores orgánicos . Obtenido de <https://consumidoresorganicos.org/2016/10/28/lenteja-organica-como-cultivarla-en-casa/>.
- Rojas, G. (2018). Abonamiento orgánico y fertilizacion NPK. Abonamiento orgánico y fertilización NPK, 5-6.
- Romero, A. (2016). Ministerio de Agricultura y Patrimonio. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de <https://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Lenteja>.
- Saltos, C. (2017). Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de Bio enciclopedia: <https://www.bioenciclopedia.com/lenteja/>.
- SENASA. (2019). Sistema nacional de vigilancia y monitoreo de plagas en lenteja . Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/lens-culinaris>.
- Sevilla, N. (2021) Abonamiento orgánico y fertilizacion NPK. Abonamiento orgánico y fertilización NPK, 5-6.
- Soto, M. (2018). Fase reproductiva. Obtenido Web <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/38970>.
- SQM. (2021). Sociedad Química y Minera de Chile. Obtenido de Soquimich Comercial S.A.: <http://www.sqmc.cl/es/productos/otros-productos/productos-tradicionales/muriato-de-potasio>.
- Tapia, J. (2017). Calpún-INIA, Cultivar de Lenteja (*Lens culinaris Medik.*) de Grano Grande y Resistente a Roya. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000100008&script=sci_arttext&tlng=p

- Tapia, F. (2021). Sembrando lentejas. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/40004/NR10517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Toledo, P. (2017). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de lenteja. 15-30. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-LENTEJA.pdf>.
- Valverde, F. (2018). Efecto de diferentes sistemas de labranzas y fertilización. Tungurahua.
- Veloz, M & Martinez, R (2018). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Obtenido de <https://chapingo.mx/terra/contenido//3/art247-255.pdf> [consulta 08 de enero de 2018].
- Villasis, C. (2016). Programa de Leguminosas. En C. Villasis, INIAP 406, Variedad de lenteja precoz (pág. Plegable # 95). Quito Ecuador.
- Villasis, M. (2018). Rendimiento de los cultivos de lenteja por hectaria. Obtenido de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-jornada-legumbres.actualizacion-lenteja.gabriel-prieto.pdf> [consulta 08 de enero de 2019].
- YPF. (2021). Obtenido de <https://www.ypf.com/productosyservicios/Paginas/Sulfato-de-potasio-y-magnesio.aspx>.
- Zapata, G. (2017). Recuperado el 16 de Agosto de 2021, de Fertilizantes: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n5/2007-0934-remexca-10-05-1139.pdf>.

ANEXOS

Anexo N° 1: Ubicación de la investigación



Anexo N° 2: Análisis de suelo



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS



MUESTRA DE SUELO-VECINO 1-0 CM

Nombre del propietario: Tania Mugicha

Fecha: 2022/03/28

Fecha de ejecución del análisis: 2022/03/25

Fecha de entrega de análisis: 2022/03/28

Análisis Físico

% Materia Orgánica	2,15 % Medio
Textura	Franco Arenoso
Estructura	En Bloques
% de Humedad	16 % Medio
Densidad Aparente	1,00 gr/ml

Análisis Químico

Nutrientes	Nomenclatura			Unidad	Nivel
	NH3	NH3-N	NH4		
Amonio	40,5	49,5	52,5		
Nitrato	NO3-N	NO3			
	0	0			
Nitrógeno	40,5			ppm	Medio
Fósforo	P	PO4-3	P2O5	ppm	Bajo
	14	18	14		
Potasio	K	K2O		ppm	Bajo
	6	18,5			
Calcio	Ca			ppm	Alto
	140				
Magnesio	Mg			ppm	Bajo
	5				
Sulfato	S			ppm	Bajo
	0				
pH	6,72			Neutro	
C.E	0,1163			Inapreciable	

NH3: Amoniaco

NH3-N: Nitrógeno amoniacal

NH4: Amonio

P: Fósforo

PO4-3: Anión Fosfato

P2O5: Óxido de Fósforo

NO3-N: Nitrato Nitrógeno

NO3: Nitrato

K: Potasio

K2O: Óxido de potasio



Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS

Anexo N° 3: Base de datos

Repeticiones	FA	FB	DEC	PEC	AP 1	AP 2	DT	DF	CH	CF	DFV	NRPP	LV	NVP	NGV	DCS	CS	PHG	PGS	RGSP	R – Kg/p	RKg/Ha
1	a1	b1	18	91	13.6	30.5	0.32	52	Verde	B V AZUL	88	4	1.045	47	1.6	126	A. grisáceo	16.8	5.2	3.6	1.38	2781.40
1	a1	b2	17	91	13.4	28.2	0.22	56	Verde	B V AZUL	95	3	1.047	51	1.9	121	A. grisáceo	15.9	4.7	3.6	0.93	1894.69
1	a1	b3	18	91	14.4	27.45	0.23	61	Verde	B V AZUL	105	3	1.051	29	1.6	121	A. grisáceo	16.8	5.0	2.8	0.80	1612.40
1	a2	b1	20	86	14.2	27.9	0.28	54	Verde	B V AZUL	89	3	1.062	40	1.7	121	Pardo pinta negra	16.2	5.3	3.7	1.12	2273.64
1	a2	b2	21	86	14	31.3	0.26	58	Verde	B V AZUL	98	3	1.042	42	1.7	126	Pardo pinta negra	15.1	5.3	4.2	0.98	2015.55
1	a2	b3	21	86	12.9	29	0.19	64	Verde	B V AZUL	109	3	1.067	36	1.7	121	Pardo pinta negra	15.8	5.3	3.0	0.81	1652.18
2	a1	b1	18	93	13.8	30.5	0.3	53	Verde	B V AZUL	87	4	1.042	48	1.7	126		16.9	5.3	3.8	1.04	2093.60
2	a1	b2	17	95	13.8	30.9	0.27	55	Verde	B V AZUL	94	3	1.05	44	1.7	126		15.6	5.0	3.5	0.90	1840.12
2	a1	b3	18	91	13.8	28.4	0.27	60	Verde	B V AZUL	105	3	1.051	38	1.8	121		16.2	5.3	3.0	0.78	1583.43
2	a2	b1	21	88	13.9	29.7	0.27	54	Verde	B V AZUL	90	3	1.056	43	1.6	126		16.5	5.6	4.3	1.19	2407.10
2	a2	b2	22	86	13.9	29.1	0.26	57	Verde	B V AZUL	98	3	1.05	40	1.9	126		17.1	5.4	3.7	0.98	1968.07
2	a2	b3	21	86	13.6	27.1	0.18	65	Verde	B V AZUL	111	3	1.067	32	1.7	121		15.3	5.3	3.0	0.82	1682.51
3	a1	b1	18	91	13.6	30.2	0.31	52	Verde	B V AZUL	86	4	1.044	46	1.6	126		16.2	5.1	4.1	1.01	2050.34
3	a1	b2	17	91	13.7	29.7	0.26	55	Verde	B V AZUL	96	3	1.049	46	1.7	126		15.7	5.3	3.8	0.93	1899.20
3	a1	b3	18	91	13.2	28.6	0.19	61	Verde	B V AZUL	105	3	1.054	36	1.9	121		16.4	5.2	3.5	0.77	1559.40
3	a2	b1	20	86	14.1	30.8	0.29	35	Verde	B V AZUL	91	4	1.054	45	1.5	121		16.8	5.1	4.2	1.17	2358.14
3	a2	b2	22	86	13.7	29.6	0.26	56	Verde	B V AZUL	98	3	1.044	37	1.7	121		17.3	5.0	3.1	0.95	1903.22
3	a2	b3	21	86	13.8	28.6	0.2	64	Verde	B V AZUL	110	3	1.061	30	1.6	121		15.5	5.2	2.6	0.81	1658.07

Anexo N° 4: Análisis económico

ACTIVIDADES	CAN	UNIDAD	V. UNIT \$	V. PAR \$	CAN	V. PAR \$	CAN	V. PAR \$\$	CAN	V. PAR \$	CAN	V. PAR \$	CAN	V. PAR \$
A. COSTOS DIRECTOS	T4				T1		T5		T2		T6		T3	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO														
Arado	2	Horas	20	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
Surcado	1	Horas	20	20	1	1	1	20	1	20	1	20	1	20
Sub total preparación del suelo				60.00		41.00		60.00		60.00		60.00		60.00
2. MANO DE OBRA SIEMBRA														
Siembra	5	Jornales	15	75	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Herbicida	2	Jornales	15	30	2	30	2	30	2	30	2	30	2	30
Fertilización	2	Jornales	15	30	2	30	2	30	2	30	2	30	2	30
Deshierba	5	Jornales	15	75	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Cosecha	20	Jornales	15	300	20	300	20	300	20	300	20	300	20	300
Trilla	12	Jornales	15	180	12	180	12	180	12	180	12	180	12	180
Transporte	52	45 kg/saco	0.5	26	51	25.5	44	22	42	21	37	18.5	35	17.5
Sub total mano de obra				716		715.5		712		711		708.5		707.5
3.Insumos														
Semilla	90	Kg.	0.9	81	90	81	90	81	90	81	90	81	90	81
Linuron	1	Kg.	25	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
18-46-00	5	Qq	80	400	5	400	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulpomag	5	Qq	85	425	5	425	0	0	0	0	0	0	0	0
Muriato de potasio	5	Qq	80	400	5	400	0	0	0	0	0	0	0	0
Bocashy	0	Qq	6	0	0	0	500	3000	500	3000	0	0	0	0
costales	52	Costal	0.5	26	51	25.5	44	22	42	21	37	18.5	35	17.5
Sub total insumos				1357		1356.5		3128		3127		124.5		123.5
TOTAL, DE GASTOS DIRECTOS/Ha				2133.00		2113.00		3900.00		3898.00		893.00		891.00
B. COSTOS INDIRECTOS														
* Renta de la tierra	1	Ha	400	400	1	400	1	400	1	400	1	400	1	400
* Interés capital	2133	Usd	0.17	362.61	0.17	359.21	0.17	663	0.17	662.66	0.17	151.81	0.17	151.47
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS /Ha				762.61		759.21		1063		1062.66		551.81		551.47
TOTAL, costos directos + costos indirectos /Ha				2895.61		2872.21		4963.00		4960.66		1444.81		1442.47

Anexo N° 5: Evidencias de la investigación de campo

	
<p>Selección del lugar del ensayo.</p>	<p>Limpieza del sito donde está el ensayo</p>
	
<p>Repartición de los tratamientos</p>	<p>Trazado de los surcos</p>



Siembra en el ensayo



Semilla de lenteja Local



Semilla de lenteja INIAP 406



Fertilizantes a utilizar



Abono químico (18-46-0: Sulpomag: Muriato de potasio) en relacion 1.1.1

Aplicación del abono químico



Abono utilizado Bocashi

Aplicación de abono orgánico Bocashi



Recolectas obtenido de los tratamientos



Visita de campo

Anexo N° 6: Glosario de términos

Abono orgánico: Material de origen vegetal o animal, producto de un proceso de transformación por acción de los microorganismos destinados a suplir las necesidades nutricionales de las plantas.

Accesiones: Modo de adquirir el dominio según el cual el propietario de una cosa hace suyo no solamente lo que ella produce, sino también lo que se le une o incorpora por obra humana o de la naturaleza, o por ambos medios a la vez, siguiendo lo accesorio a lo principal.

Azumagamiento: Entendiendo por azumagamiento su invasión y a veces destrucción por hongos y otros microorganismos.

Benomilo: El benomilo es un plaguicida que posee una actividad o aptitud acaricida.

Compost: Es el proceso de la descomposición de los desperdicios orgánicos en el cual, la materia vegetal y animal se transforman en abono.

Comparación: Comparación es la acción y efecto de comparar, es decir, de observar las diferencias y las semejanzas entre dos elementos, sean personas, objetos, lugares o cosas, así, una comparación puede establecerse a partir de la observación de características físicas o visuales.

Cotiledones: Los cotiledones son las primeras hojas que desarrollan las plantas. Estas falsas hojas no tienen la morfología que desarrollarán el resto de las hojas de la planta.

Deshollejado: Este término hace alusión en extraer, quitar, arrancar o despojar el hollejo o la piel más delgada que protege la mayoría de las verduras y frutas como la habichuela lista para su consumo.

Deshierba: Quitar o arrancar las hierbas perjudiciales de un lugar.

Dormancia: El término de dormancia se refiere al estado de reposo del crecimiento de una planta.

Eficiencia: Es la capacidad de realizar un efecto deseado, esperado o anhelado. En cambio, eficiencia es la capacidad de lograr ese efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.

Fertilización: Acción y efecto de aplicar fertilizantes al suelo y/o a las plantas para incrementar su capacidad productiva.

Fertilizante: Es un elemento que brinda nutrientes para las plantas y facilita su crecimiento.

Foliolos: En botánica, se llama pinna o folíolo a cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja.

Fotosíntesis: La fotosíntesis es el proceso en el cual la energía de la luz se convierte en energía química en forma de azúcares.

Hipogea: Especie que vive o pasa largo tiempo debajo de la superficie de la tierra.

Imparipinnadas: En botánica se utiliza esta palabra para nombrar en las hojas compuestas a los foliolos que se van colocando de una manera generalmente opuesta o alterna en el raquis y con un último foliolo al final del mismo, por lo que su número será impar.

Infiltración: Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.

Lenteja: Es una planta anual herbácea de la familia fabaceae, con tallos de 30 a 40 cm, endebles, ramosos y estriados, hojas oblongas, estípulas lanceoladas, zarcillos poco arrollados, flores blancas con venas moradas, sobre un pedúnculo axilar, y fruto en vaina pequeña, con dos o tres semillas pardas en forma de disco de medio centímetro de diámetro, aproximadamente.

Oscilar: Moverse alternativamente de un lado para otro un cuerpo que está colgado o apoyado en un solo punto.

Plántulas: Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.

Rocíos: Capa de humedad formada sobre la tierra, las plantas o los objetos expuestos al enfriamiento nocturno o de madrugada.

Suelos Arcillosos: Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes.

Topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Vaina: ensanchamiento en la base del pecíolo; en algunas monocotiledóneas, como las gramíneas, parte basal de las hojas, que envuelve al tallo.

Volatilización: Este es el proceso mediante el cual el agua pasa directamente del estado sólido al gaseoso.

Zarcillo: Un zarcillo es un tallo, hoja o pecíolo especializado del que se sirven ciertas plantas trepadoras para sujetarse a una superficie o a otras plantas.