

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE TRES MODALIDADES Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
EL RENDIMIENTO DE LENTEJA (*Lens culinaris* Medik.), EN CAJABAMBA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

JUAN EUGENIO CÓRDOVA GORMAS

Asesor:

M.Sc. JESUS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS

Cajamarca – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios: por darme la posibilidad de mí vida y por estar a mi lado en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón, alumbrar mi mente y por haberme puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres: A la memoria de mi madre Adriana Gormas que en paz descansa y de Dios goce por darme la vida y haberme guiado por el camino del bien, a mi padre Sabino Córdova por haber sido el pilar fundamental en todo lo que soy; gracias a ellos he concluido con mi formación profesional.

Mis hermanos Julián, Gladys, Janeth, Wilson, Noemí y amigos: por apoyarme y compartir los buenos y malos momentos de mi vida.

La compañera de mi vida Yovana y a mis hijos Yojhann y José Emir: quienes día a día me inspiran a mejorar, por su apoyo incondicional, su amor y su paciencia me ayudaron a terminar con una más de mis metas trazadas.

Todo este trabajo ha sido concluido gracias a ellos.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios todo poderoso por haberme dado la fuerza y el valor para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos quienes con sus consejos son mi motor y mi mayor iluminación, que a través de su cariño, su paciencia y sus buenos valores me ayudaron a finalizar un logro más de mi vida. A la Universidad Nacional de Cajamarca particularmente a la facultad de Ciencias Agrarias y a mí querida Escuela Académica Profesional de Agronomía y a todos los docentes, por ayudarme a terminar con una fase más de mis estudios, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Al M.Sc. Jesús Hipólito de la Cruz Rojas, por ser mi asesor de tesis, quién con su rutina, sensatez y estimulación me ayudó en la etapa final del desarrollo del proyecto de investigación y la tesis.

Finalmente agradecer a todas las personas, familiares y amigos que me apoyaron incondicionalmente para hacer realidad este trabajo de investigación.

EL AUTOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del Problema	13
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Justificación	14
A. Científico	14
B. Social	14
C. Económico	14
1.4 Objetivos de la investigación	15
1.4.1 Objetivo General	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Hipótesis de la investigación	15
1.5.1 Hipótesis General	15
1.5.2 Hipótesis específicas	15
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.2 Bases Teóricas	18
2.2.1. Origen de la lenteja	18
2.2.2. Distribución, importancia y situación actual	19
2.3 Botánica	20
2.3.1. Clasificación	20
2.3.2. Morfología de la planta	21
A. Raíz	21
	iii

B. Tallo	21
C. Hojas	21
D. Flores	22
E. Vainas	22
F. Semillas,	22
2.4 Fisiología	23
2.5 Etapas de desarrollo de la planta	23
2.5.1 Fase vegetativa	23
2.5.2 Fase reproductiva	24
2.6 Hábito de crecimiento	25
2.7 Factores ambientales que inciden en la producción	25
2.7.1 Temperatura	25
2.7.2 Humedad	26
2.7.3 Luminosidad	26
2.7.4 Clima	26
2.7.5 Suelo	27
2.7.6 Agua	28
2.8 Tecnología Del Cultivo	28
2.8.1 Variedades	28
2.8.2 Densidad de siembra (cantidad de semilla) y modo de siembra	28
2.8.3 Fertilización	29
2.8.4 Preparación del terreno	29
2.8.5 Siembra	29
2.8.6 Deshierbo	30
2.8.7 Riego	30
2.9 Sanidad del cultivo	30
2.9.1 Malezas	31
A. Tipos de daño ocasionados por las malezas en la producción de lenteja.	31
B. Pérdidas causadas por las malezas en las lentejas	32
2.9.2 Plagas	32
A. Pulgones	32

B. Trips	33
C. Mosca minadora:	33
2.9.3 Enfermedades	33
A. Pudriciones de la raíz o chupadera	34
B. Marchitez o amarillamiento (Fusarium)	34
2.10 Componentes del rendimiento	35
2.11 Efecto de la densidad de siembra en el cultivo	36
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1 Ubicación del campo experimental	37
3.1.1 Datos meteorológicos	37
3.1.2 Análisis físico – químico del suelo	37
3.2 Materiales	38
3.2.1 Material biológico	38
3.2.2 Material de campo	38
3.2.3 Equipo de laboratorio	38
3.3 Metodología	38
3.3.1 Factores de estudio	39
A. Modalidad de siembra	39
B. Densidad de plantas por parcela	39
3.3.2 Características de los factores en estudio	40
3.3.3 Características del campo experimental	41
3.3.4 Diseño experimental	42
3.3.5 Croquis del experimento	42
3.4 Conducción del experimento	43
3.4.1 Fase de laboratorio	43
3.4.2 Fase de campo	43
A. Instalación y conducción del experimento	43
B. Trazado de líneas y surcos de siembra	44
C. Siembra	44
D. Riego	45
F. Fertilización	45

G. Control fitosanitario	46
H. Cosecha	46
I. Trilla	47
3.5 Evaluación del experimento	47
3.5.1 Características agronómicas evaluadas	47
3.5.2 Componentes de rendimiento de grano	48
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total.	49
4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de granos por parcela.	51
4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de granos por planta.	52
4.4. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de vainas por planta.	55
4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de plantas por m ² .	57
4.6. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la floración.	60
4.7. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.	63
4.8. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas germinadas.	67
4.9. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la germinación.	69
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1. Conclusiones	71
5.2. Recomendaciones	71
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de las condiciones ambientales durante los meses que se llevó a cabo el experimento	37
Tabla 2. Resultados del Análisis físico – químico del suelo del campo experimental, según el laboratorio de suelos de la estación Experimental Agraria Baños del Inca y las recomendaciones de nutrientes para el cultivo de lenteja.	38
Tabla 3. Tratamientos estudiados.	40
Tabla 4. Características de las modalidades y densidades de siembra.	40
Tabla 5. Características del campo experimental.	41
Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total.	49
Tabla 7. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra (surco, línea y voleo), en rendimiento total.	50
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de granos por parcela.	51
Tabla 9. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad (surco, línea y voleo) de siembra, en peso de granos por parcela.	52
Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el número granos por planta.	53
Tabla 11. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad (50 pl/m ² , 75 pl/m ² y 100 pl/m ²) de siembra, en número de granos por planta.	54
Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de vainas por planta.	55
Tabla 13. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra, para el número de vainas por planta.	56
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de plantas por metro cuadrado.	58
Tabla 15. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra, en número de plantas/m ² .	58
Tabla 16. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²), en número de plantas/m ² .	59
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la floración.	61
Tabla 18. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción de factores modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²), para el número de días a la floración.	62

Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.	64
Tabla 20. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra, en altura de planta.	64
Tabla 21. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra, en altura de planta.	65
Tabla 22. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de semillas germinadas.	67
Tabla 23. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción de factores modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²), para el número de semillas germinadas	68
Tabla 24. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la germinación.	70
Tabla 25. Número de días a la germinación	77
Tabla 26. Número de semillas germinadas	77
Tabla 27. Número de días a la floración	78
Tabla 28. Altura de planta (cm)	78
Tabla 29. Número de vainas por planta	79
Tabla 30. Número de plantas por metro cuadrado.	79
Tabla 31. Número de granos por planta	80
Tabla 32. Peso de grano por parcela.	80
Tabla 33. Rendimiento total	81
Tabla 34. Evaluación de las etapas, fenología y periodo vegetativo del cultivo de lenteja (<i>Lens culinaris</i> M.)	81
Tabla 35. Datos que se obtuvieron de la estación meteorológica de Cajamarca	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos en estudio.	43
Figura 2. Rendimiento total en función a los niveles de la modalidad de siembra (surco, línea y voleo).	50
Figura 3. Peso de granos por parcela en función de los niveles de la modalidad (surco, línea y voleo) de siembra.	52
Figura 4. Número de granos por planta en función de los niveles de la densidad de siembra.	54
Figura 5. Número de vainas por planta en función a la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²).	56
Figura 6. Número de plantas por metro cuadrado en función de la modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo).	59
Figura 7. Número de plantas por metro cuadrado en función de la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²).	60
Figura 8. Número de días a la floración en función a la interacción de modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²).	62
Figura 9. Altura de planta en función a la modalidad de siembra	65
Figura 10. Altura de planta en función a las densidades de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²).	66
Figura 11. Número de semillas germinadas en función a la interacción de factores entre la modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m ² , 75 plantas/m ² y 50 plantas/m ²).	69
Figura 12. Número de días a la germinación en función a cada uno de los tratamientos.	70
Figura 13. Resultado del análisis de suelos.	83
Figura 14. Preparación del terreno.	84
Figura 15. Delimitación de las unidades experimentales.	84
Figura 16. Preparación de la semilla para la siembra de cada uno de los tratamientos.	85
Figura 17. Primera fertilización realizada, antes de la siembra.	85
Figura 18. Siembra de las unidades experimentales.	86
Figura 19. Vista de cada una de las unidades experimentales sembradas.	86
Figura 20. Etiquetado de todas las unidades experimentales.	87

Figura 21. Realizando una segunda fertilización con nitrógeno al cultivo.	87
Figura 22. Evaluando la variable altura de planta.	88
Figura 23. Plantas de lenteja para cosecha.	88
Figura 24. Evaluación de 10 plantas tomadas al azar de cada una de las unidades experimentales.	89
Figura 25. Arrancado de un m ² de cada una de las unidades experimentales.	89
Figura 26. Cosecha de todas las unidades experimentales.	90
Figura 27. Secado de los tres bloques cosechados en la era.	90
Figura 28. Paleado o chancada de la lenteja	91
Figura 29. Sacando la parte vegetativa o venteo de las lentejas.	91
Figura 30. Pesado de 100 semillas de lenteja, extraída de cada parcela totalmente al azar.	92

RESUMEN

La investigación fue realizada en el lugar denominado “La Loma”, distrito y provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de tres modalidades (línea, surco y voleo) y tres densidades de siembra (50 plantas/m², 75 plantas/m² y 100 plantas/m²) en el rendimiento de lenteja (*Lens culinaris* Medik.). El diseño experimental empleado, fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3M x 3D, con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número de días a la germinación, número de semillas germinadas, altura de planta, número de días a la floración, número de vainas/planta, número de plantas/m², número de granos/planta, peso de granos/parcela y rendimiento total. Los resultados obtenidos llevaron a las siguientes conclusiones: a) El número de días a la germinación no afectó al rendimiento; b) El número de semillas germinadas y el número de días a la floración, sí efecto al rendimiento, así como la interacción de la modalidad por la densidad (M*D), cuyos mejores tratamientos fueron la siembra en Línea más de 100 pl/m² con 813 semillas y la siembra al voleo más de 100 pl/m² con 60 días a la floración; c) La altura de planta y número de plantas/m², ocasionaron efecto significativo, la Modalidad Voleo (28 cm de altura y 76 plantas/m², respectivamente) y la Densidad 100 pl/m² (26.89 cm de altura y 98 plantas/m², respectivamente); d) Para número de vainas/planta y número de granos/planta, produjo efecto significativo la densidad 50 pl/m² (112 vainas/planta y 155 granos/planta, respectivamente); finalmente e) Para el peso de granos por parcela y el rendimiento total, ocasionaron efecto significativo, la Modalidad Surco (3.44 g de Kg/parcela y 3579.86 g de Kg/hectárea, respectivamente).

Palabras clave: Modalidad de siembra, densidad de siembra, lenteja (*Lens culinaris* Medik.), rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out in a place called "La Loma", district and province of Cajabamba, department of Cajamarca, whose objective was to evaluate the effect of three modalities (line, furrow and broadcast) and three planting densities (50 plants/m², 75 plants/m² and 100 plants/m²) in the yield of lentils (*Lens culinaris Medik.*). The experimental design used was the Completely Randomized Blocks (DBCA), with a factorial arrangement of 3M x 3D, with 3 repetitions. The variables evaluated were: number of days to germination, number of germinated seeds, plant height, number of days to flowering, number of pods/plant, number of plants/m², number of grains/plant, weight of grains/ plot and total yield. The results obtained led to the following conclusions: a) The number of days to germination did not affect the yield; b) The number of germinated seeds and the number of days to flowering, yes effect on yield, as well as the interaction of the modality by the density (M*D), whose best treatments were the sowing in Line more than 100 pl/ m² with 813 seeds and broadcasting more than 100 plants/m² with 60 days to flowering, respectively; c) Plant height and number of plants/m², caused a significant effect, the Voleo Modality (28 cm height and 76 plants/m², respectively) and the Density 100 pl/m² (26.89 cm height and 98 plants/m² , respectively); d) For number of pods/plant and number of grains/plant, the Density 50 pl/m² (112 pods/plant and 155 grains/plant, respectively) produced a significant effect; finally e) For the weight of grains per plot and the total yield, the Furrow Modality (3.44 g of Kg/plot and 3579.86 g of Kg/hectare, respectively) caused a significant effect.

Key words: Sowing mode, sowing density, lentil (*Lens culinaris Medik.*), yield.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La lenteja (*Lens culinaris* Medik), es un cultivo introducido durante la conquista de América; sin embargo, dado el tiempo transcurrido y su importancia como alimento rico en proteínas, en la actualidad constituye un cultivo tradicional de la sierra peruana.

Según el Compendio Estadístico Perú 2014, el 2013, en el Perú se han consumido 44585 toneladas de lenteja, las cuales solo 4037 toneladas se produjeron en el Perú. Cantidad que representa menos del 10 % del volumen total que se consume en el país. La diferencia, es decir, más del 90% se importa.

Del total de lenteja que se produce en el Perú, en la región Cajamarca, se produce 1 503 toneladas, que representa el 37.2 % del total, situación que lleva a la región Cajamarca, a ocupar el primer lugar en la producción de lenteja en el Perú.

En la región Cajamarca se observa que, la tecnología de producción de lenteja que aplican los productores es variada, en lo referente a la modalidad de siembra, puesto que, se ha encontrado con mucha frecuencia productores que utilizan la siembra al voleo y con poca frecuencia productores que usan líneas o surcos, estas son formas de sembrar, la cual ofrecen ventajas importantes frente a la siembra al voleo (facilidad en el deshierbo y el abonamiento). De igual manera utilizan diferentes densidades de siembra.

Así se determinó que era necesario, proponer el presente trabajo de investigación, con el fin de obtener resultados que nos permitan determinar la mejor modalidad y la mejor densidad de siembra de lenteja en la región de Cajamarca.

1.1 Planteamiento del Problema

Sans (2005), citado por Villanueva (2016) manifiesta que el cultivo de lenteja se puede sembrar al boleado y/o entre surcos de 20 a 40 cm dependiendo de la variedad. Que, para variedades de grano pequeño, deberá oscilar entre 800000 – 850000 plantas por hectárea. Además, nos menciona que para obtener un máximo rendimiento el objetivo es el espaciamiento de siembra en una unidad de área sin sacrificar la calidad.

Es importante tener en cuenta a la densidad de siembra o al número de plantas del cultivo, ya que el mejor rendimiento está muy relacionado con este factor controlable con el manejo agronómico.

Rodríguez (2017), nos señala que hoy en día en el Perú se producen 272 236 toneladas de menestras al año, de las cuales corresponden a las lentejas 5445 toneladas que hace un 2% de la producción de menestras al año.

Algunos de los agricultores de la provincia de Cajabamba y toda la región Cajamarca desconocen de cuál es la mejor modalidad de siembra y cuál es la mejor densidad de siembra para obtener mayores rendimientos por ende es importante desarrollar tecnologías apropiadas para incentivar a estos agricultores a lograr un mejor producto y así obtener mejores ingresos económicos para sus familias.

1.2 Formulación del problema

¿En cuál de las tres modalidades y las tres densidades de siembra se tendrá el mayor rendimiento de lenteja (*Lens culinaris* Medik), en Cajabamba?

1.3 Justificación

A. Científico

La investigación realizada busca y amplía los conocimientos agronómicos con relación al cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik), utilizando la selección participativa, lo que promueve analizar a la mejor modalidad (línea, boleó y surco) y la mejor densidad (50 plantas/m², 75 plantas/m² y 100 plantas/m²) de siembra de lenteja en la zona, ayudando a la innovación tecnológica y así asegurar cuál de las modalidades y densidades responden a un mejor rendimiento y de esta forma captar las opiniones que tengan los agricultores como productores del cultivo de lenteja.

B. Social

La lenteja es una leguminosa rica en proteínas y es un cultivo tradicional de la sierra peruana; en las instituciones agrarias que se encargan del mejoramiento de cultivares, deberían tener en cuenta la mejor modalidad y densidad de siembra del cultivo de lenteja; y, de esta manera se lance cuál de las modalidades y densidades es la mejor que serán aceptados por los agricultores de cada comunidad. Por ello se quiso obtener el mejor rendimiento empleando las diferentes modalidades y densidades de siembra del cultivo de lenteja, así mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores de las comunidades rurales de la provincia de Cajabamba y la región Cajamarca.

C. Económico

Sí se tiene en cuenta los criterios de preferencia de selección (modalidad y densidad de siembra), permitirá mejorar el rendimiento y la rentabilidad, así obtener mayores ingresos

económicos para cada uno de los agricultores que se dedican o se quieren dedicar a la siembra del cultivo de lenteja.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el mejoramiento de la tecnología de producción de lenteja (*Lens culinaris* Medik), en la región Cajamarca.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de tres modalidades de siembra (en línea, surco y al voleo) en el rendimiento de lenteja (*Lens culinaris* Medik), en Cajabamba.

Evaluar el efecto de tres densidades (50 plantas/m², 75 plantas/m² y 100 plantas/m²) de siembra en el rendimiento de lenteja (*Lens culinaris* Medik), en Cajabamba.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis General

La interacción entre las tres modalidades de siembra y las tres densidades de siembra influyen en el rendimiento de lenteja (*Lens culinaris* Medik) en grano seco.

1.5.2 Hipótesis específicas

Las tres modalidades de siembra y las tres densidades de siembra influyen en las características agronomicas para el rendimiento de grano seco del cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik).

Las tres modalidades de siembra y las tres densidades de siembra influyen en los componentes de rendimiento de grano seco del cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Vásquez (2018) evaluó el comportamiento fenotípico de 35 líneas avanzadas de lenteja (*Lens culinaris* L.) introducidas de ICARDA-Siria y un testigo Var. Chupaca, llevada a cabo Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Los tratamientos los instaló bajo el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (BCR), con 36 tratamientos y 2 repeticiones. Obtuvo como resultado, que el mayor número de vainas por planta, fue alcanzada por la línea 31 (FLIP2013-88L), con 146 vainas/planta; la mayor longitud de vaina, fue alcanzada por la línea 35 (precoz), con 1.84 cm; el mayor número de granos por vaina fue la línea 8 (FLIP2012-106), con 2 granos/vaina; en peso de 100 granos, el mayor peso fue alcanzado por la línea 35 (precoz), con 7.22 g; el mayor rendimiento de grano seco por parcela, fue con la línea 35 (Precoz) ocupa el primer con 0.773 Kg/parcela.

Soto (2018) evaluó los componentes del rendimiento de 35 líneas élites de lenteja (*Lens culinaris* L.) introducidas de ICARDA-Siria y un testigo Var. Chupaca, llevada a cabo Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Los tratamientos los instaló bajo el Diseño de Bloques Completamente Randomizado (BCR), con 36 tratamientos y 2 repeticiones. Obtuvo como resultado que, los componentes del rendimiento que tuvieron mayor efecto, en número de vainas/planta, fue la línea 27 (FLIP2012-271L), con 128 vainas/planta; en longitud de vaina, fue el testigo Chupaca (T36), con 1.76 cm; en peso de 100 granos, fue la línea 13 (FLIP2012-251L), destacó con 5.4 g; en diámetro de grano, fue la línea 15 (FLIP2012-261L), con 5.7 mm; en espesor de grano, fue la línea 10 (FLIP2012-261L), destacó con 2.98 mm. Las líneas con mayor rendimiento fueron, la línea 4 (FLIP2012-238L), quien alcanzó

un rendimiento de 2679.69 Kg/ha y seguido de la línea 21 (FLIP2012261L), con un rendimiento de 2601.57 Kg/ha.

Villanueva (2016) evaluó el efecto de los distanciamientos de siembra y el rendimiento de lenteja (*Lens esculenta* L.) variedad rubia castellana en condiciones edafoclimáticas de Yamos-Huacrachuco, llevada a cabo en el departamento de Huánuco. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar (DBCA), las investigaciones realizadas fueron longitud de vainas, número de granos por vaina, peso de 100 granos y el área neta experimental. Los resultados le permitieron concluir; que existen diferencias significativas en longitud de vainas con rangos entre 4,12 cm (T13) y 3,31 cm (T1) en número de granos por vainas entre 2,66 (T3) a 2,06 (T1) granos, con respecto al peso de 100 granos los resultados indican rangos entre los tratamientos de 3,84 gramos (T3) a 3,09 gramos (T1) existiendo diferencia estadística entre tratamientos y el rendimiento por metro cuadrado entre tratamientos indican rangos entre tratamientos de 0,16 kg (T1) a 0,10 kg (T3) difiriendo estadísticamente entre ellos que al ser transformados a hectárea el tratamiento T1 obtuvo el promedio más alto con 1600,00 kilogramos, difiriendo estadísticamente del tratamiento testigo T0 que dio como resultado 1100,00 kilogramos.

Peñaloza y Levío (1992) evaluaron el efecto de tres calibres comerciales (5 mm, 6 mm y 7 mm) de lenteja cv. Araucana-INIA de dos orígenes (Vilcún y Collipulli, Chile), sobre la emergencia, rendimiento y calibres cosechados, en dos ambientes de contrastantes características edafoclimáticas (Andisol y Ultisol). Los tratamientos fueron instalados en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 repeticiones. Obtuvieron como resultado, que el tamaño de semilla no afectó el rendimiento en el ambiente de mayor productividad, el andisol (2.282 Kg/ha), mientras que éste se redujo desde 1.422 Kg/ha (7 mm) a 1.183 Kg/ha (5 mm) en el ambiente

restrictivo, el Ultisol, además las semillas de 5 mm, 6 mm y 7 mm produjeron 8.9 %, 5.3 % y 4.9 % de la fracción 5 mm cosechados, respectivamente; y 22.2 %, 26.7 % y 28.2 % de la fracción 7 mm cosechados, respectivamente, en tanto que el calibre 6 mm no fue afectado. Concluyendo que, el tamaño de la semilla tuvo escaso valor práctico bajo condiciones adecuadas de crecimiento, pudiendo adquirir importancia agronómica en ambientes restrictivos.

Peñaloza (1987) en su investigación llevada a cabo en la Estación Experimental Carillanca – INIA, Chile, determinó, el efecto de la densidad de plantas sobre la distribución de vainas en el sistema de ramificación de la lenteja (*Lens culinaris* Medik.). Instaló 14 tratamientos (densidades de siembra), dispuestos en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 repeticiones. Obtuvo como resultado que, el rendimiento mayor en grano fue obtenido con la densidad de siembra de 441 granos/m², siendo la densidad de cosecha de 420 plantas/m², el cual obtuvo un 84 % de vainas, que representa el 90 % de rendimiento en grano. Y el rendimiento menor en grano fue con la densidad de siembra de 44 granos/m², siendo la densidad de cosecha de 44 plantas/m² (P1), el cual obtuvo un 66 % de vainas, que representa un 63 % del rendimiento del grano.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Origen de la lenteja

Es una de las leguminosas más antiguas y posiblemente se han originado en Asia Menor, aunque se extendieron rápidamente a Egipto, Europa Central y Meridional, la cuenca mediterránea, Etiopía, Afganistán, Norte de la India y Pakistán. Se introdujeron con éxito en el Nuevo Mundo y ahora se siembran en Estados Unidos, México, Chile, Perú, Argentina y Colombia (Kay, 1985).

La lenteja tiene varios centros de origen conocidos: Asia Central, Cercano Oriente, Cuenca Mediterránea y Abisinia, las especies de cada uno de estos centros de origen, morfológicamente

están muy relacionadas. Pero a pesar del parecido morfológico, los cruces entre estas razas producen un elevado porcentaje de esterilidad en la descendencia, lo que demuestran que existe una divergencia genética entre las formas Abisínicas y asiáticas, independientemente de la especie cultivada *Lens culinaris* M. (Box, 1961).

Las lentejas probablemente son originarias de la región Este y la región del mar Mediterráneo. Ahora son introducidas y cultivadas en la mayoría de los departamentos subtropicales y templadas del mundo y grandes alturas del trópico, así como Chile y Argentina (Duke, 1981).

2.2.2. Distribución, importancia y situación actual

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), agrega que, las legumbres pertenecen a la familia *Fabaceae* o *Leguminosae*, el tercer grupo de plantas más numerosas del planeta, de distribución global y cuyo origen se presume hace alrededor de 90 millones de años, con un proceso de diversificación que habría comenzado en el terciario temprano.

Sonnante, Hammer, y Pignone (2009), mencionan que *L. culinaris* sub sp. *orientalis* se distribuye desde Grecia hasta Uzbequistán, y desde la Península de Crimea hasta Jordania. *L. odemensis* y *L. tomentosus* se reparten por Oriente Próximo, si bien *L. tomentosus* se focaliza más en Siria y Turquía. *L. lamottei* se distribuye por el Mediterráneo occidental (Francia, España y Marruecos), mientras que *L. ervoides* y *L. nigricans* tienen una distribución más amplia, desde Israel hasta España, pero *L. ervoides* además está en Etiopía y Uganda, y *L. nigricans* por las Islas Canarias y Norte de África.

Financiera Rural (2010), en esta monografía nos describe que las lentejas son fundamentalmente importantes en la dieta de los grupos de población de bajos ingresos de los países en desarrollo, debido a que representan un sustituto en el consumo de proteínas de origen pecuario y pesquero.

Jessica (2015) menciona que, si bien todas las legumbres poseen proteínas, estas también poseen otro nutriente importante tal como el hierro no hémico (vegetal), por lo cual ayuda a prevenir la anemia, pero no todas tienen la misma cantidad, por ello las más recomendadas debido a su alto contenido de hierro a comparación de otras legumbres, son el frijol castilla y las lentejas, las que se deberían priorizar su consumo, pero debe tomarse en cuenta que estas deben ser consumidas en combinación con vitamina C, para la correcta absorción del hierro.

Tradicionalmente han sido valoradas como fuente de energía, proteínas y hierro: poseen un contenido de entre 43-75 % de carbohidratos y 16-31 % de proteínas (Gruseck, 2009).

2.3 Botánica

2.3.1. Clasificación

El nombre científico de la lenteja cultivada (*Lens culinaris* Medick.), fue propuesta en 1787, por el botánico, naturalista y médico alemán Friedrich Kasimir Medikus, nomenclatura que es la actualmente aceptada y empleada (Cubero *et al.*, 2009)

Ferguson *et al.* (2000) y Cubero *et al.* (2009), citado por Miliani (2015), indica que taxonómicamente *L. culinaris* es una de las cuatro especies (*Lens culinaris*; *Lens ervoides*; *Lens lamottei*; *Lens nigricans*) pertenecientes al género *Lens miller*, de la tribu *Vicieae*, de la familia *Fabaceae* y a la sub familia *Papilionoideae*; la especie *Lens culinaris* posee cuatro subespecies

conocidas como: *culinaris*, *orientalis*, *tomentosus* y *odemensis*. Esta nomenclatura es la usada por el Centro Nacional de Biotecnología e Información, conocido por sus siglas en inglés NCBI.

2.3.2. *Morfología de la planta*

A. Raíz, Bascur (1991) menciona que la lenteja, está constituido por una delgada raíz principal y una masa de raíces fibrosas laterales. De acuerdo a la variación que existe en profundidad y en la proliferación de raíces laterales se pueden distinguir tres tipos de sistemas radiculares:

- Superficial y muy ramificado con una profundidad de hasta unos 15 cm aproximadamente.
- Intermedio en profundidad y con bastante cantidad de raíces laterales.
- Uno con una raíz principal delgada y profunda que puede alcanzar 35 cm aproximadamente y sin ramificación lateral.

B. Tallo, es erecto y delgado, su altura varia de 20 a 50 cm de longitud, y en algunas ocasiones puede pasar los 50 cm, pero no sobrepasa los 70 cm (Lino, 2011).

C. Hojas, son alternas y paripinnadas, con 10 a 16 foliolos sésiles de 1 a 3 cm de longitud, cuya forma varia de ovada a lanceolada. Las hojas pueden rematar en zarcillo y presentan 2 estípulas vestigiales. Además, poseen pulvínulos en la base que les permite plegarse en momentos de estrés hídrico (Castroviejo y Pascual 1999).

Las hojas son alternas, compuestas con 1 a 8 foliolos (hojas multifoliadas). Los peciolos son cortos y la longitud del raquis puede variar de 1 a 4.5 cm. El raquis puede terminar en un zarcillo simple de longitud variable. Al estado de plántula, la lenteja presenta las dos primeras hojas simples fusionadas con dos estípulas laterales. Las

siguientes dos o más hojas bifoliadas y consecuentemente las siguientes son multifoliadas (Bascur, 1991).

D. Flores, son típicamente papilionáceas, de 4 a 8 mm de longitud y de coloración azul pálido, púrpura, blanco o rosa (Duke 1981). Su fórmula floral es: K (5), C5, A (1 + 9), G1. Se comparten por la planta en racimos formados por 1 a 4 flores, que parten de las axilas foliares (Muehlbauer y Tullu 1997).

Para Bascur (1991), las flores nacen de una inflorescencia axilar (racimo) como un delgado pedúnculo, 2 a 5.5 cm de longitud.

El mismo autor describe que el raquis de la inflorescencia termina en un apéndice filiforme. No tienen brácteas y los pedicelos son cortos. Cada pedúnculo origina de 1 a 4 flores. Estas son pequeñas, de pétalos blancos, azul púrpura, claro o blanco con venas azul púrpura claro.

E. Vainas, son oblongas, lateralmente achatadas cubriendo las semillas (normalmente de 1 a 2), redondeadas a levemente cóncava en la base. Normalmente, el número de vainas por pedúnculo varía de 1 a 4 (Bascur, 1991).

F. Semillas, según García (2005) citado por Villanueva (2016), menciona que hay dos formas de semillas de lenteja, las del fruto grande y las de fruto pequeño:

- *Fruto grande:* presenta un tamaño de 15 a 20 mm y sus semillas de 7 a 8 mm. Las peculiaridades de las plantas 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:* 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 flores son de tipo de raza microsperma.

2.4 Fisiología

Desde el momento en que se coloca en el suelo la semilla de lenteja y encuentra las condiciones de humedad y temperatura adecuada, se inicia una serie de procesos fisiológicos que darán origen a una planta, la que a su vez se desarrollará pasando por distintas etapas, hasta llegar el momento en que complete su ciclo.

Existen distintos parámetros que permiten cuantificar y evaluar el grado de crecimiento de la planta, así como también una serie de cambios en los estados de desarrollo. El conocimiento de estos cambios permite caracterizar a la planta de lenteja durante todo su ciclo, aspecto que es muy importante para maximizar su productividad.

Especies de importancia en el género *Lens*: *L. culinaris*, *L. esculenta*, *L. nigricans*.

2.5 Etapas de desarrollo de la planta

El ciclo biológico de la planta de lenteja se divide en dos periodos sucesivos: el periodo vegetativo y el periodo reproductivo.

Cada uno de los periodos tienen etapas diferentes, cada etapa se inicia con un evento de desarrollo de la planta y termina con el comienzo de la siguiente etapa.

Según (Bascur, 1991), codifica las etapas de la lenteja en la siguiente manera:

2.5.1 Fase vegetativa

Se denomina al periodo comprendido entre la emergencia y la floración. En el caso de la lenteja, la fase vegetativa puede traslaparse con la reproductiva, debido a que es una especie de hábito intermedio.

Esta fase se caracteriza por un crecimiento inicial muy lento hasta los 75 – 88 días, para posteriormente entrar en una fase rápida de incremento de materia seca, que continúa más allá de la floración.

El otro componente fisiológico importante que constituye al crecimiento es la producción de hojas, la cual puede ser cuantificada a través del área foliar.

Sabiendo que el área foliar es uno de los componentes fisiológicos más importantes para determinar el rendimiento final, ya que las hojas son los órganos productores de los elementos esenciales para el llenado de grano a través del proceso de la fotosíntesis. Por esta razón, es muy importante que una variedad tenga la capacidad de producir su mayor área foliar antes que se inicie la fase reproductiva, ya que de esta forma sería mayor la cantidad de fotosintatos disponibles para los procesos reproductivos.

Durante la fase vegetativa también se verifica otro proceso muy importante para la planta, como lo es la “fijación de nitrógeno” a través de bacterias del género *Rhizobium*, las que infectan las raíces de la planta de lenteja dando origen a la etapa de nodulación.

2.5.2 Fase reproductiva

Se entiende por fase reproductiva al periodo comprendido entre el inicio de la floración (aparición de las primeras estructuras reproductivas) hasta la madurez.

El periodo de floración se inicia cuando aparecen las primeras flores. Aunque durante gran parte de esta fase continúa produciéndose un incremento en la producción de materia seca, esta se debe principalmente a un engrosamiento y lignificación de tallos y ramas, a incrementos en el peso y número de vainas y a la fase de llenado de grano. El aumento que se produce en el peso de las vainas por planta, se debe al aumento en el número de estas estructuras, así como también al crecimiento y desarrollo del grano, lo que hace que simultáneamente con el periodo de formación

de vainas se produce el llenado de grano. Este llenado de granos termina cuando la semilla ha alcanzado su tamaño máximo y no existe más ganancia de peso. De ahí en adelante, aproximadamente se produce una disminución en el peso de la semilla iniciándose el periodo de maduración. El momento en que ocurre este cambio en el peso, se denomina madurez fisiológica.

La duración del periodo de maduración es variable y depende de las condiciones ambientales, especialmente de la temperatura ya que en esta fase el grano pierde progresivamente la humedad, hasta estabilizarse alrededor de 14 – 17%, que es el contenido de humedad con que normalmente se cosecha.

2.6 Hábito de crecimiento

Su hábito de crecimiento varía desde erecto hasta postrados, dependiendo del genotipo y del ambiente; es una planta herbácea anual, es semejante a un arbusto pequeño, debido a que presenta ramificaciones desde la base, siendo estas vigorosas como el tallo (Vásquez, 2018).

2.7 Factores ambientales que inciden en la producción

2.7.1 *Temperatura*

Las lentejas están ecológicamente bien adaptadas a entornos más bien frescos, pero se pueden ver afectadas por largos e intensos periodos de frío. Son, por eso, cultivos de invierno en las áreas de invierno suaves y, donde los inviernos son severos, generalmente se siembran en primavera (Guerrero, 1999).

La temperatura ambiente es un factor importante para el desarrollo de la lenteja, siendo las temperaturas moderadas las que mejor favorecen su crecimiento. Los cambios bruscos entre el día y la noche afectan su desarrollo. Las temperaturas extremas altas (sobre 25 o 26°C) producen

alteraciones en la fase reproductiva y las bajas (inferiores a 5 o 7°C) retardan el periodo fisiológico de la planta (Bascur, 1991).

2.7.2 Humedad

Es un factor climático que puede convertirse en la principal limitante para la buena adaptación de la lenteja. La humedad disponible en el suelo es importante para todo el periodo de crecimiento, por lo cual el cultivo se debe establecer en zonas que presenten buena distribución de lluvias, es decir, que en lo posible cubran la mayor parte del periodo de desarrollo de la planta. Además, debe existir humedad ambiental, sobre todo durante los periodos de floración y de formación de vainas. Las zonas de climas muy secos y con temperaturas altas no son adecuadas para la producción de lenteja (Bascur, 1991).

2.7.3 Luminosidad

Prospera en condiciones de mediana a alta luminosidad, inclusive con cambios de nubosidad.

Tradicionalmente la lenteja se considera una planta de día largo, con cuatro etapas definidas anteriores a la floración, la etapa de pre-emergencia, las etapas pre-inductiva y post-inductiva que no son sensibles al fotoperiodo, pero sí a la temperatura y la etapa inductiva que si es sensible al fotoperiodo (Roberts *et al.* 1986).

2.7.4 Clima

Lázaro (1969) señala que, la lenteja es de clima templado, o moderadamente frio, parece que el óptimo de crecimiento lo realiza a 18°C, y a 4°C su crecimiento es lento y a temperatura alta la fecundación disminuye por esa razón a los periodos de floración no debe coincidir con los

periodos climáticos calurosos. Se ha observado en Cajabamba la lenteja puede resistir -1°C bajo 0°C sin que sufra daño.

Cárdenas (2014) manifiesta que, el cultivo de la lenteja se adecua a una variedad de climas debido a la versatilidad genética existente en la planta de lenteja. Es un cultivo de invierno y se acomoda bien a climas frescos. Normalmente se siembra a finales de invierno, pero siempre aprovechando el periodo de lluvias. Además, la lenteja es un cultivo que se adapta bien a las diferentes condiciones agroclimáticas. Requiere una temperatura que oscile entre los 6 y 28°C . Se adapta muy bien a las diferentes altitudes, siempre que estén entre 100 y 3100 msnm. Le perjudica bastante las nieves y los rocíos.

2.7.5 Suelo

Herrera (2013) manifiesta que, la lenteja crece en una extensa escala de suelos, desde los más ligeros a los más pesados, con pH comprendido entre $5,5$ a $9,0$. Las tierras fértiles, así como la humedad elevada, provocan un exceso de producción de follaje con mermas en la producción de granos. Su tolerancia a la salinidad es mucho menor que en la mayoría de los cereales y las leguminosas.

Se adapta con facilidad a todo tipo de suelos, aunque prefiere terrenos sueltos, arenosos, calizos y profundos. Los suelos arcillosos – arenosos son los ideales para el cultivo de lenteja por ser donde mejor se puede realizar la recolección mecanizada. Las tierras fértiles provocan, al igual que una humedad elevada, un exceso de producción de forraje; se produce mucha paja y poco grano, los tallos se debilitan llegando incluso al encamado (Alonso, 1980).

El mismo autor menciona que 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 y poder, así, realizar mejor la recolección mecanizada. En ciertos casos será bueno abonar con algo de nitrógeno, para que este ayude a fijar mejor las bacterias nitrificantes en las raíces de las plantas.

2.7.6 Agua

Cárdenas (2014) indica que, el cultivo de lenteja es al seco, la precipitación debe ser, entre 260 y 850 mm.

Peralta (sf.) manifiesta que, el cultivo de lenteja exige que la precipitación sea entre 400 y 600 mm durante el ciclo del cultivo.

2.8 Tecnología Del Cultivo

2.8.1 Variedades

MINAGRI (2015) hace referencia a tres tipos de lenteja que se cultivan en el Perú: Lentejón, lenteja y lentejita negra.

2.8.2 Densidad de siembra (cantidad de semilla) y modo de siembra

Tay *et al.* (2015) refieren que, la densidad de siembra que se usa en la producción de lenteja es de 70 a 80 plantas/m². Para la variedad Super Araucana equivale a 80 kg ha⁻¹, para Salmon INIA, sería 60 kg ha⁻¹. Indica también que la distancia entre hileras, es entre 0.35 a 0.50 m.

MINAGRI (2015), en la ficha técnica correspondiente a lenteja indica que la siembra debe realizarse en surcos de 0.40 a 0.50 m de ancho y debe usarse entre 70 y 80 kg de semilla por ha, una sola hilera por surco y las plantas deben ir entre 3 y 5 cm de distancia.

Peñaloza (1987) en un trabajo de investigación realizado en la Estación experimental Carillanca del INIA Chile, llegó a las siguientes conclusiones: En la más baja densidad (44 plantas

por m²), el 66 % de las vainas (63 % del rendimiento en grano), se localizó en ramas secundarias. Sobre 88 plantas por m², las vainas comenzaron progresivamente a concentrarse en ramas primarias, llegando al 84 % (90 % del rendimiento en grano), en la mayor densidad 420 plantas por m².

En promedio, las vainas de ramas secundarias tuvieron menos granos, reducido peso de grano y mayor incidencia de vainas improproductivas, en comparación con las localizadas en ramas primarias. En todas las densidades el rendimiento de una rama secundaria fue menor que el obtenido en una rama primaria.

2.8.3 Fertilización

Peralta *et al.*, (2010) reporta que, la fertilización debe ser realizada de acuerdo al análisis de suelo. Una recomendación general de fertilización es de 200 kg/ha de 11-52-00 (22-104-00 kg/ha de N y P₂O₅) o 18-46-00 (36-92 -00 kg/ha de N-P₂O₅ - K₂O), aplicados a la siembra.

2.8.4 Preparación del terreno

Vásquez (2018) menciona que, la preparación del terreno para la siembra es similar a cualquier cultivo sembrado al seco, esparciendo la semilla tradicionalmente a finales del invierno y que la arada, rastrada y surcada son dependiendo a las condiciones que se encuentra el área a sembrar.

2.8.5 Siembra

Stret (2008) menciona que, la siembra debe realizar después de las primeras lluvias sustanciales de la temporada y cuando exista una buena probabilidad de que continúen las lluvias. En los lugares donde el clima de la estación lluviosa sea cálido y húmedo, siembre después de la

estación lluviosa, cuando las temperaturas y la humedad hayan descendido para reducir la presión por plagas y enfermedades.

2.8.6 *Deshierbo*

El control de malezas se hace de dos maneras, manualmente y aplicando un herbicida. El uso común en esta labor es la aplicación de herbicidas, ya que la lenteja tiene una competencia deficiente con las malas hierbas, debido a su crecimiento lento y su baja longitud. Las malas hierbas limitan el crecimiento de la lenteja, y puede llegar a ocasionar reducciones significativas en la cosecha (Vásquez, 2018).

2.8.7 *Riego*

Lara (2013) indica que, las lentejas no soportan terrenos con baja permeabilidad, que mantienen un deficiente drenaje, ya que, ante los suelos inundados, se pudren con facilidad.

El cultivo de lenteja es temporal o al seco. En áreas bajo riego, el volumen de entrada (gasto) del agua no debe ser abundante, con énfasis en floración y llenado de vainas. La lenteja no resiste el exceso de precipitación o lluvia.

2.9 Sanidad del cultivo

El aspecto fitosanitario que incluye a los insectos plaga y algunas enfermedades fungosas son las principales limitantes en el logro de una óptima producción y mejores rendimientos; al respecto, Calla (2003) recomienda para la zona de Cajabamba la instalación de semilleros de variedades mejoradas resistentes a las plagas y enfermedades, como las pudriciones, amarillamiento, roya, oídium, que causan graves daños en el rendimiento de la lenteja. Generalmente se usan semillas criollas, que presentan susceptibilidad a plagas y enfermedades.

También se presentan mayores problemas fitosanitarios cuando el cultivo se siembra al voleo y el terreno no está bien preparado y nivelado, así como cuando existe exceso de lluvias.

2.9.1 Malezas

Nitsche (1991) menciona que, desde el momento en que se decide efectuar una siembra de lenteja se tiene la certeza de que existirá una infestación de malezas durante alguna fase de desarrollo del cultivo. Este grado de infestación de malezas es variable, pero en la mayoría de los casos es de tal magnitud, que si no se controla oportunamente, pueden causar graves pérdidas de rendimiento en el cultivo. Debido a esto, existe una serie de consideraciones de índole práctica y económica en relación al control de las malezas, que el agricultor debe tener presente, incluso antes de la siembra de la lenteja.

A. Tipos de daño ocasionados por las malezas en la producción de lenteja.

Para Nitsche (1991) indica que, los principales factores ecológicos que compiten las malezas son:

Competencia por agua: Este factor puede ser de extraordinaria importancia en cultivos de leguminosas de secano como es la lenteja. En este cultivo, las malezas y entre ellas especialmente la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), que en sectores de secano costero permanece verde incluso hasta mediado de verano, puede competir fuertemente por la escasa agua disponible en suelo a finales de primavera. En este periodo se produce la fructificación y el llenado de grano de la lenteja por lo que el déficit hídrico afecta fuertemente la producción.

Competencia por luz: Las malezas obstaculizan el paso de la luz que las plantas necesitan para la actividad fotosintética. La competencia por luz es crítica en los estados tempranos de desarrollo de los cultivos, especialmente para los de crecimiento lento como la lenteja.

Competencia de nutrientes: Las malezas son plantas que pueden producir enormes cantidades de materia seca por hectárea en forma de tallos, hojas, raíces, tubérculos, rizomas y semillas. Para ello extraen grandes cantidades de nutrientes desde el suelo, los cuales en ausencia de malezas quedarían a disposición del cultivo. Es importante destacar que las malezas son generalmente más eficientes que los cultivos en la extracción y utilización de nutrientes desde el suelo. Además, tienen en general una respuesta mayor a la fertilización con P₂O₅ que la lenteja respondiendo a niveles altos donde ya las plantas de lentejas no manifiestan respuesta.

B. Pérdidas causadas por las malezas en las lentejas

En lenteja los porcentajes de pérdidas a causa de las malezas varían enormemente según la zona de cultivo. En un trabajo de investigación realizado por INIA-INDAP (1989) quien informa que, un promedio de 7 ensayos realizados en el secano costero de la V y la VI región, las pérdidas causadas al no controlar las malezas variaron entre un 52,2% y un 73% (promedio = 62% pérdida). Por otro parte, en 6 ensayos realizados entre la VIII y IX región las pérdidas fluctuaron entre 21,1% y 53% (promedio = 37% pérdida). Las menores pérdidas producidas en las regiones sureñas, pueden deberse a que las primaveras más húmedas y en general las condiciones ambientales más aptas para el cultivo, lo harían más competitivo con las malezas.

2.9.2 Plagas

A. Pulgones: En los campos de agricultores son los más comunes, y representan un alto daño económico además de los trips. Los pulgones son adultos que forman colonias, por lo que su ataque es aislado o solo en algunas partes de la planta y en mayor o menor cantidad en el envés de las hojas, tallos, flores y vainas, succionando la savia y ocasionando debilitamiento y secamiento prematuro de la planta, encarrujamiento foliar y por lo tanto existe reducción del rendimiento (Vásquez, 2018).

B. *Trips*: Estos insectos chupan la savia de La planta y al mismo tiempo, rompen los tejidos celulares. Las plantas se debilitan y se secan prematuramente.

El control de pulgones y trips consiste en eliminar las malezas, propiciar la rotación de cultivos y aplicaciones con endosulfan (Vásquez, 2018).

C. *Mosca minadora*: Los adultos de mosca minadora hacen pequeños agujeros en las hojas (“picaduras de alimentación”), y las larvas viven en galerías que hacen dentro de las hojas, formando túneles serpenteantes (Vásquez, 2018).

Para el control, en el caso de pulgones, mosca minadora y gusanos cortadores, se recomienda incentivar el control cultural, etológico y biológico, mediante una adecuada preparación de terreno, rotación y asociación de cultivos; trampas amarillas y propiciando el desarrollo de insectos benéficos (como los coccinélidos: mariquitas, chinches, entre otros) y el control químico de larvas y adultos con abamectina o ciromazina (Vásquez, 2018).

Los insectos benéficos abundan en la naturaleza y controlan a algunos insectos que son plaga. Pueden ser parásitos o bien predadores: los parásitos son insectos que viven a expensas de otro insecto (hospedero), al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte, durante este tiempo completan su desarrollo larval; los predadores son insectos u otros animales que causan la muerte a ciertas plagas, en forma más o menos rápida, succionándoles la sangre o devorándolos (Vásquez, 2018).

2.9.3 *Enfermedades*

La planta de la lenteja se ve menos afectada por enfermedades que la arveja y el haba, pero se registran varias enfermedades fúngicas, la que más afecta es fusariosis, causada por *Fusarium*

oxysporum f.sp. *lentis*, que se ve favorecida por los suelos ligeros y secos. Otra es la roya, causada por *Uromyces fabae*, el virus más común de la lenteja, transmitido por semilla y transmisible por áfidos (Camarena *et al.*, 2014). La favorecen la humedad alta y las temperaturas moderadas (17-25 °C).

A. Pudriciones de la raíz o chupadera (*Rhizoctonia solani*).

Vásquez (2018) señala que, comúnmente se le conoce como chupadera fungosa, produce podredumbre de la semilla y de la raíz ocasionando la muerte de las plántulas. Se controla con la rotación de cultivos, siembra de variedades resistentes, aradura profunda y desinfección de la semilla con Fusariol 2-4 ml/kg, Rhizolex 4-5 g/kg, Mertect 3-5 g/kg.

B. Marchitez o amarillamiento (*Fusarium*)

Los síntomas se presentan con mayor intensidad al momento de la floración, las hojas más bajas son las que presentan los primeros síntomas, luego progresa hacia arriba hasta llegar a afectar todo el follaje de la planta, ocasionándole la muerte. Se controla con rotación de cultivos de lenteja por gramíneas, aradura profunda y uso de semilla de calidad (Vásquez, 2018).

C. Virus

El más común es el mosaico común de la lenteja. Es transmitido por la misma semilla (por eso es importante el uso de semilla libre de virus) y también es transmitido por los áfidos, y en este caso hay que realizar un control sobre estos agentes transmisores. Para el control de áfidos se siembran barreras más altas que el cultivo y cultivares resistentes (Vásquez, 2018).

D. *Ascochyta pisi*

Favorecido por bajas temperaturas y alta humedad. Se presentan áreas humedecidas de color gris verdoso, en hojas, ramas, tallos, botones florales y vainas, las que se marchitan y mueren (Vásquez, 2018).

E. *Botrytis* sp.

Vásquez (2018) comenta que, favorecido por bajas temperaturas y alta humedad. Se presentan pústulas en el haz y envés de la hoja, puede causar su caída, formando pústulas de color rojizo. Al madurar producen un polvillo de esporas del mismo color. Las medidas de control son: eliminación de residuos de plantas viejas, rotación de cultivos, uso de variedades resistentes, aplicación de zineb, oxiclورو de cobre o procloraz.

2.10 Componentes del rendimiento

Los componentes de rendimiento son aquellos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos que puedan ser identificados y que regulan la producción final del grano por planta (Espinoza, 1985).

Tapia (1991) menciona que, el rendimiento es el resultado de la interacción de una serie de factores. Estos factores son conocidos como “componentes de rendimiento”, que en lenteja corresponden al número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de los granos.

Sin embargo, el mismo autor alude, que existen otros componentes que tienen una incidencia indirecta en el rendimiento, o afectan de alguna forma a los componentes principales. Estos factores se conocen comúnmente bajo el nombre de componente fisiológico y corresponden el número de ramas primarias, ramas secundarias, nudos reproductivos.

Laing (1979), citado por Espinoza (2009) agrupa los componentes de rendimiento en dos grupos:

- a. *Morfológicos*: Número de vainas, número de ramas por planta, número de semillas por vaina y peso seco individual de: tallos, ramas, vainas y semillas.
- b. *Fisiológicos*: Tamaño y duración del crecimiento foliar, el área foliar por unidades de peso y eficiencia de translocación de fotosíntesis.

Zárate (2000), citado por Espinoza (2009) quien menciona que, los componentes de rendimiento se dividen en:

- a. *Directos*: Número de vaina, índice de vigor y peso en 100 gramos.
- b. *Indirectos*: Precocidad (número de nudos al primer racimo, número de días entre siembra y floración), superficie foliar, aptitud de nodulación y resistencia a la sequía o el frío.

Los rendimientos de las semillas oscilan entre 450-675 kg / ha en áreas secas, pueden aumentar a 2000 kg / ha con riego, y se han registrado rendimientos superiores a 3.000 kg / ha. La relación de paja a semilla en un cultivar fue de aproximadamente 1.2: 1 y en estudios realizados en 28 cultivares en Nueva Delhi, India, el rendimiento del pulso varió de 558 a 1.750 kg / ha, mientras que el rendimiento de materia seca varió de 2.667 a 3.550 kg / ha (Duke, 1981).

2.11 Efecto de la densidad de siembra en el cultivo

FAO (2001) hace referencia, que en la densidad de siembra se deben utilizar densidades de siembra bajas para facilitar el manejo del cultivo y disminuir la incidencia de enfermedades.

Bravo (1969) señala que, la excesiva cantidad de plantas trae consigo un elevado autosombreamiento de las hojas inferiores, que en la floración producirá caída de flores y baja fructificación, por otro lado, con densidades bajas con alto proporción de luz solar que incide en el suelo, no es aprovechado en la fotosíntesis y se tiene una baja producción por unidad de superficie.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de abril a julio del 2018, en el lugar denominado “La Loma” del distrito y provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, a una altitud de 2811 m.s.n.m. Cuyas coordenadas UTM 17M son: E: 824060.80 m y N: 9160204.91 m.

3.1.1 Datos meteorológicos

En la Tabla 1, puede observarse que dicha información en cuanto a temperatura y humedad relativa son favorables, más no en lo referente a las precipitaciones.

Tabla 1

Datos de las condiciones ambientales durante los meses que se llevó a cabo el experimento

Mes	Condiciones ambientales		
	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
Abril	2.0	76.9	15.5
Mayo	1.7	76.1	15.6
Junio	0.1	63.1	15.1
Julio	0.0	59.6	15.5

3.1.2 Análisis físico – químico del suelo

En la Tabla 2, se muestra los resultados del el análisis físico – químico que fue emitida por el Laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca – INIA, del campo experimental que fue instalado en el lugar denominado “La Loma”.

Tabla 2

Resultados del Análisis físico – químico del suelo del campo experimental, según el laboratorio de suelos de la estación Experimental Agraria Baños del Inca y las recomendaciones de nutrientes para el cultivo de lenteja.

Campo experimental	Determinación					Recomendaciones		
	P (ppm)	K (ppm)	pH	M.O (%)	Textura	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
La Loma	23.85	320	6.8	2.66	Arcillosa	45	70	35

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

Semilla de lenteja (*Lens culinaris* M.) variedad INIA 402, proveniente de los mismos agricultores de la zona.

3.2.2 Material de campo

Wincha, ceniza, etiquetas, letreros de papel impreso puestos en una mica, semilla, bolsas de papel, cuaderno de campo, puntillas, picos, rafia, estacas, fertilizantes y entre otros.

3.2.3 Equipo de laboratorio

Balanza, calculadora, cámara fotográfica, computadora.

3.3 Metodología

El experimento fue instalado y evaluado entre los meses de abril a julio del 2018, y la evaluación tuvo inicio el 1 de abril y finalizó el 19 de julio. La investigación estuvo dirigida a

determinar principalmente el rendimiento de lenteja, en función de los factores en estudio (tres modalidades de siembra y tres densidades de siembra).

3.3.1 Factores de estudio

A. Modalidad de siembra

Se evaluaron tres modalidades de siembra de lenteja (*Lens culinaris* M.), M1: Línea, M2: Surco y M3: Voleo.

Línea: A nivel de campo se utilizó semilla seleccionada de lenteja con densidades promedios de 0.05 m entre plantas y 0.40 m entre líneas; 0.033 m entre plantas y 0.40 m entre líneas; 0.025 m entre plantas y 0.40 entre líneas, cada tratamiento estuvo compuesto por 6 líneas, haciendo un total de 480, 720 y 960 semillas por tratamiento y con tres repeticiones.

Surco: En esta modalidad de siembra se utilizó semilla seleccionada de lenteja con una densidad de 0.05 m entre plantas y 0.40 m entre surcos; 0.033 m entre plantas y 0.40 m entre surcos; 0.025 m entre plantas y 0.40 entre surcos, cada tratamiento estuvo compuesto por 6 surcos, haciendo un total de 480, 720 y 960 semillas por tratamiento y con tres repeticiones.

Voleo: En cada unidad experimental se distribuyó la semilla de lenteja con una densidad de 480, 720 y 960 semillas por parcela.

B. Densidad de plantas por parcela

Se probaron tres densidades de siembra de lenteja (*Lens culinaris* M.), D1: 480 pl/parcela (50 plantas/m² a 5 cm entre planta), D2: 720 pl/parcela (75 plantas/m² a 3.3 cm entre planta) y D3: 960pl/parcela (100 plantas/m² a 2.5 cm entre planta).

Para cada modalidad de siembra en estudio se evaluaron los efectos de densidades de plantas; cada densidad será diferenciada en base al distanciamiento entre plantas individuales.

Tabla 3*Tratamientos estudiados.*

N°	Modalidad	Densidad	N° de plantas/parcela	Espaciamiento entre planta
1	Línea	D1	480 (0.05 x 0.40)	5.0 cm
2	Línea	D2	720 (0.033 x 0.40)	3.3 cm
3	Línea	D3	960 (0.025 x 0.40)	2.5 cm
4	Surco	D1	480 (0.05 x 0.40)	5.0 cm
5	Surco	D2	720 (0.033 x 0.40)	3.3 cm
6	Surco	D3	960 (0.025 x 0.40)	2.5 cm
7	Voleo	D1	480	5.0 cm
8	Voleo	D2	720	3.3 cm
9	Voleo	D3	960	2.5 cm

3.3.2 Características de los factores en estudio

En la Tabla 4, se muestra las características de los factores (modalidad y densidad).

Tabla 4*Características de las modalidades y densidades de siembra.*

Características	Modalidad de siembra		
	Línea	Surco	Voleo
N° de parcelas	9	9	9
N° de repeticiones	3	3	3
N° de líneas y surcos por tratamiento	6	6	
Largo de líneas, surcos y parcela	4 m	4 m	4m
Ancho entre líneas, surcos y parcela	0.40 m	0.40 m	2.40 m
N° de semillas/modalidad	480, 720 y 960	480, 720 y 960	480, 720 y 960
Fecha de siembra	1/04/2018	1/04/2018	1/04/2018
Origen de la semilla	De la zona	De la zona	De la zona
Área total/modalidad	86.40 m ²	86.40 m ²	86.40 m ²

3.3.3 Características del campo experimental

En la Tabla 5, se puede observar las características que se tuvo en cuenta para el campo experimental.

Tabla 5

Características del campo experimental.

Del campo experimental	
A. Campo Experimental	
Largo total	: 23.60 m
Ancho total	: 16 m
Área total	: 377.60 m ²
B. Del Ensayo	
Largo de línea y surco	: 4.0 m
Distancia entre líneas y entre surcos	: 0.40 m
N° total de surcos y líneas/parcela	: 6
Cantidad de semilla para líneas, surcos y al voleo/parcela	: 480, 720 y 960
Distancias promedios entre golpes/modalidad de siembra	: 0.05 m, 0.033 m y 0.025 m
C. De bloques	
Ancho	: 4.0 m
Largo	: 21.60 m
Área efectiva	: 86.40 m ²
N° de bloques	: 3
N° total de tratamientos o parcelas en el experimento	: 27
D. De la Parcela o Tratamiento	
Ancho	: 2.40 m
Largo	: 4.0 m
Área de la parcela	: 9.60 m ²

E. De la Subparcela o Unidad Experimental (sólo para las modalidades de línea y surco)	
Largo	: 4.0 m
Ancho	: 0.40 m
Área Efectiva	: 1.60 m ²
N° de Unidades Experimentales	: 108
F. Calles del Experimento	
N° de calles	: 6
Ancho	: 1.0 m
Largo	: 21.60 m (4) y 16.0 m (2)
Área total de calles	37.60 m ²

3.3.4 *Diseño experimental*

El diseño estadístico experimental empleado en la investigación fue el de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 3M x 3D, producto de la combinación de los niveles de cada factor se formaron 9 tratamientos, los cuales fueron replicado tres veces.

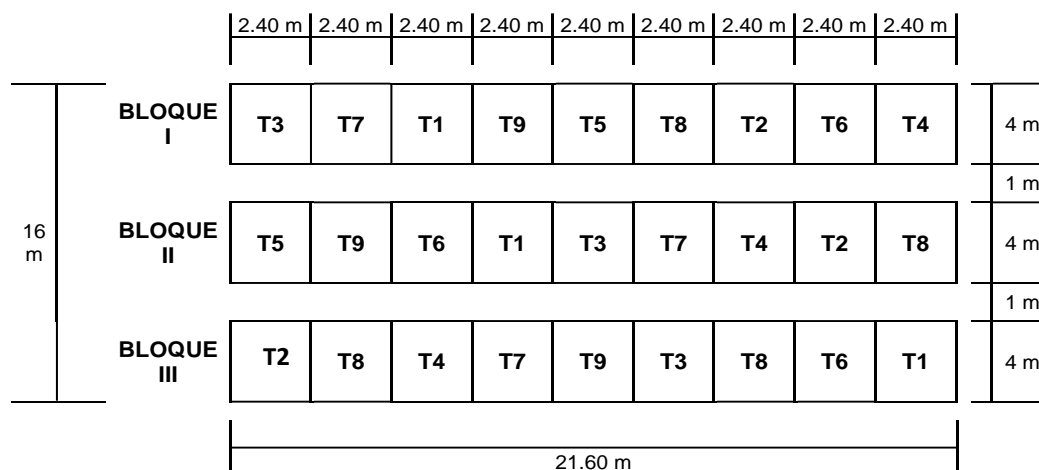
Para contrarrestar la hipótesis nula de que todas las variables sean iguales frente a la hipótesis alternativa de que al menos una variable sea diferente en cuanto a sus resultados se empleó el Análisis de Varianza ANOVA y para probar las diferencias entre los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al nivel de significación de 5 % (0.05).

3.3.5 *Croquis del experimento*

En la Figura 1, se muestra el croquis del campo experimental, con sus medidas respectivas.

Figura 1

Croquis de la distribución de los tratamientos en estudio.



3.4 Conducción del experimento

3.4.1 Fase de laboratorio

Se realizaron las siguientes actividades:

- Selección de la semilla de lenteja.
- Conteo de la cantidad de semilla que se va a utilizar en cada modalidad de siembra, por parcela y por repetición.
- Identificación y preparación de la semilla de acuerdo a los tratamientos.

3.4.2 Fase de campo

A. Instalación y conducción del experimento

Utilizando estacas, ceniza y rafia, se delimitó la totalidad del experimento. La identificación de cada parcela o unidad experimental, se hizo con una tarjeta. Las calles de separación de cada repetición tuvieron 1 m de ancho.

- La preparación del terreno se realizó con yunta y en seco para tratar de eliminar las malezas que se encontraban dentro del área de instalación.

- La desterronada se realizó con picos quedando así listo para el marcado del área.
- Para el marcado del área experimental, se realizó empleando wincha, cordel, estacas y ceniza, luego se procedió a la demarcación de los bloques y los tratamientos para la instalación del experimento.

B. Trazado de líneas y surcos de siembra

Esta labor se realizó de acuerdo a cada tratamiento, utilizando una cuerda, una wincha y un zapapico. Todas estas actividades se hicieron el mismo día de la siembra.

C. Siembra

Se realizó de acuerdo a cada tratamiento, en la fecha 1 de abril de 2018.

Los surcos y las líneas fueron trazados de acuerdo a las distancias en estudio.

El factor modalidad de siembra, se manejó de la siguiente manera:

Siembra en línea. Recordamos que la diferencia entre línea y surco está en que la línea no lleva lomo y el surco sí; que redonda pero hay una diferencia que es el esfuerzo que se hace para la instalación de cada factor. La siembra en líneas consistió en trazar una línea de 10 cm de profundidad con el zapapico. Luego se distribuyó el fertilizante en chorro corrido en el fondo de la línea trazada, fertilizante que fue tapado con una capa de tierra de 5 cm de espesor. En seguida se distribuyeron las semillas contadas para cada surco, de acuerdo a la densidad que corresponde a cada unidad experimental. La semilla fue tapada con una capa de suelo de 3 a 4 cm de espesor.

Siembra en surco. Se inició trazando el surco. Luego se distribuyó el fertilizante en línea corrida en el fondo del surco. Fertilizante que fue tapado con una capa de tierra de 5 cm de espesor. Seguidamente se distribuyeron las semillas contadas para cada surco, de acuerdo a la densidad que corresponde a cada parcela. La semilla fue tapada con una capa de suelo de 3 a 4 cm de espesor.

Siembra al voleo. En este caso, primeramente, se pesó y se distribuyó el fertilizante correspondiente a una parcela y luego se procedió a incorporarlo al suelo, con ayuda del zapapico. Seguidamente, contando con el total de semillas correspondiente a una parcela, de acuerdo a la unidad experimental que toca; se distribuyó la semilla arrojándola de manera que al final se logró una distribución uniforme en cada parcela. El total de semilla para cada parcela resulta de juntar la semilla de 6 surcos o 6 líneas de acuerdo a la densidad que corresponde. Finalmente se tapó la semilla, tratando que estas queden a una profundidad de 3 a 4 cm.

Las cantidades que se utilizaron fueron de 480, 720 y 960 semillas. Para evitar confusiones, los sobres que contenían las semillas estaban descritas la repetición, modalidad de siembra, número de parcela y cantidad de semillas.

D. Riego

La evolución del cultivo de lenteja fue desde el 1 de abril hasta el 19 de julio por lo que fue necesario aplicar 4 riegos para el mes de junio, ya que para los meses de abril y mayo hubo humedad suficiente para el cultivo y para el mes de julio la lenteja estaba para cosecha.

E. Deshierbo

Para controlar las malezas de las parcelas de investigación se lo realizó manualmente utilizando una puntilla para el caso de los tratamientos sembrados en surco, no se usó ningún tipo de herbicidas, llegándose a realizar un solo deshierbo durante toda la fase del cultivo. El deshierbo se realizó del 19 al 20 de mayo del 2018.

F. Fertilización

La fertilización se lo hizo con urea, fosfato di amónico y con cloruro de potasio según la fórmula: $45\text{N} - 70\text{P}_2\text{O}_5 - 35\text{K}_2\text{O}$, recomendada por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

Se utilizó la urea, Ley: con 46% de N, fosfato di amónico, Ley: con 45% de P_2O_5 y cloruro de potasio, Ley: con 60% de K_2O .

Para la aplicación del fertilizante se realizó en dos momentos para la urea: la primera al momento de la siembra y la segunda antes de realizar el deshierbo.

La aplicación del fosfato di amónico y el cloruro de potasio se lo realizó solo al momento de la siembra.

Se mezcló y se distribuyó uniformemente: en el caso de las parcelas, en surco se lo rego a chorro continuo y se lo tapo para luego ser sembrado la semilla; para línea se abrió una zanja luego se distribuyó el fertilizante se lo tapo para luego ser sembrado la semilla y en el caso del voleo se distribuyó el fertilizante se lo mezcló el suelo con el fertilizante y después se sembró.

G. Control fitosanitario

Durante todo el ciclo del cultivo no se registró incidencia de las plagas y enfermedades que puedan afectar a este cultivo, denotando el buen comportamiento de todas las modalidades evaluadas. Por esta razón en esta investigación no se aplicó ningún tipo de insecticida ni fungicida en todo el proceso fisiológico del cultivo.

H. Cosecha

La cosecha del experimento se lo realizó de forma manual a los 110 días de la siembra de acuerdo a la maduración del cultivo:

Se arrancó 10 plantas escogidas totalmente al azar de cada uno de las parcelas luego se lo puso en sacos con su respectiva identificación, para sus evaluaciones posteriores.

Luego se contabilizó el número de plantas que se encontraban en un metro cuadrado de cada una de las parcelas, para luego ser arrancado, posteriormente se contabilizó el número de

plantas que había en toda la parcela y después fue llenado cada una de ellas en sacos con su respectiva identificación.

I. Trilla

La trilla consistió en golpear las plantas con un garrote (paleo) y aprovechando el viento se procedió a eliminar la parte vegetativa para obtener un grano limpio, seguidamente se colocaron en sus mismos sacos previamente identificadas, para evitar equivocaciones al momento de realizar las evaluaciones posteriores.

3.5 Evaluación del experimento

3.5.1 Características agronómicas evaluadas

Número de días a la germinación: Para la toma de datos del campo días a la germinación, se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se observa la radícula o los cotiledones de la semilla sobre la tierra.

Porcentaje de semillas germinadas: Se contabilizó el número de plantas que muestran una hoja extendida y se relacionaron con el número de plantas esperadas. Esta variable se evaluó a los 20 días después de haberse sembrado.

Altura de planta (cm): Se evaluó la altura de 10 plantas tomadas totalmente al azar, de cada una de las unidades experimentales y cuando las plantas han llegado a floración.

Número de días a la floración: En esta variable se contabilizó los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se observe en cada parcela, el 50% de plantas con al menos una flor.

Número de vainas por planta: Se tomaron por parcela, 10 plantas completamente al azar y se registró el número de vainas por cada planta.

Número de plantas por metro cuadrado: Se tomó todas las plantas que quedaban comprendidas dentro de un metro cuadrado de cada una de las unidades experimentales o parcelas.

3.5.2 Componentes de rendimiento de grano

Numero de granos por planta: Se contabilizó el número de granos de 10 plantas tomadas totalmente al azar de cada una de las parcelas, esta actividad fue realizada en el momento de la cosecha, y se contabilizó el número de granos por vaina que tenía cada planta.

Peso de grano por parcela (g): Se pesó todos los granos que se obtuvieron de cada una de las parcelas.

Rendimiento total: En base al peso de grano por parcela, se estimó el rendimiento de lenteja en Kg/hectárea.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total.

El análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total (Tabla 6), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 33, muestra que existe significación estadística para el factor **modalidad** de siembra (M) puesto que el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para los tratamientos, las repeticiones, para el factor **densidad** de siembra (D) y para la interacción de factores modalidad y densidad de siembra (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, el **rendimiento total** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la modalidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor modalidad de siembra. (CV = 16.02 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 6

Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	941333.70	470666.85	1.80 ns	3.63
Tratamientos	8	4037809.35	504726.17	1.93 ns	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	2136580.79	1068290.39	4.09 *	3.63
Densidad de siembra (D)	2	360971.42	180485.71	0.69 ns	3.63
M * D	4	598923.45	149730.86	0.57 ns	3.01
Error	16	4180472.65	261279.54		
Total	26	8218282			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 16.02 %**

En la Tabla 7 y la Figura 2, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor modalidad de siembra, se observa que las modalidades Surco y Línea con promedios de 3579.86 y 3071.76 Kg/hectárea de rendimiento total, respectivamente, son estadísticamente superiores a la modalidad Voleo que obtuvo 2922.73 Kg/hectárea de rendimiento total.

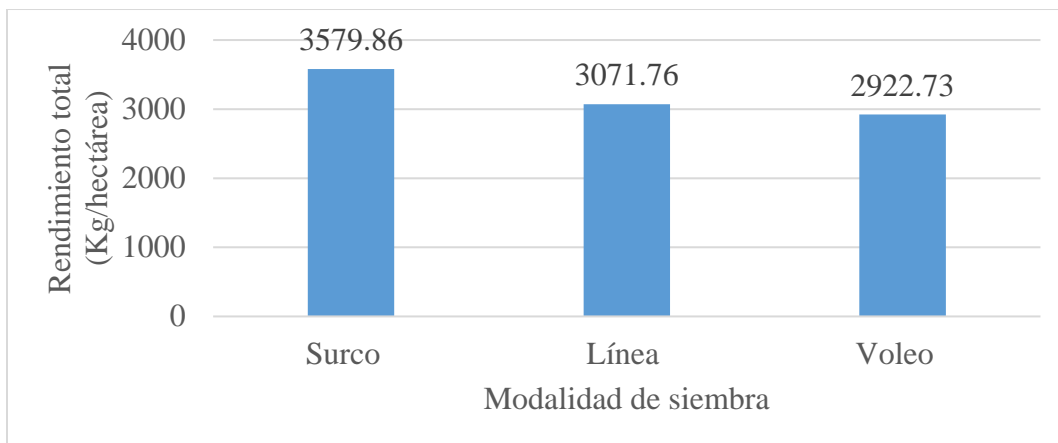
Tabla 7

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra (surco, línea y voleo), en rendimiento total.

Modalidad de siembra	Rendimiento total (Kg/hectárea)	Tukey al 5 %
Surco	3579.86	A
Línea	3071.76	A B
Voleo	2922.73	B

Figura 2

Rendimiento total en función a los niveles de la modalidad de siembra (surco, línea y voleo).



Estos resultados son diferentes a los de Soto (2018) quien reportó que, a un sistema de siembra a chorro continuo, de 36 líneas de lenteja obtuvo que, la línea 4 (FLIP2012-238L), obtuvo

un rendimiento promedio de 2679.69 Kg/ha. Esto posiblemente puede deberse a la modalidad de siembra u otros factores como la variedad, los factores ambientales, y el tipo de suelo.

4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de granos por parcela.

El análisis de varianza (ANOVA) para el peso de granos por parcela (Tabla 8), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 32, muestra que existe significación estadística para el factor **modalidad** de siembra (M) puesto que el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para los tratamientos, las repeticiones, para el factor **densidad** de siembra (D) y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, el **peso de granos por parcela** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la modalidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor modalidad de siembra. (CV = 16 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de granos por parcela.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	0.86	0.43	1.79 ns	3.63
Tratamientos	8	3.69	0.46	1.92 ns	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	1.94	0.97	4.03 *	3.63
Densidad de siembra (D)	2	0.33	0.16	0.68 ns	3.63
M * D	4	0.57	0.14	0.59 ns	3.01
Error	16	3.85	0.24		
Total	26	7.55			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 16 %**

En la Tabla 9 y la Figura 3, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor modalidad de siembra, se observa que las modalidades Surco y Línea con promedios de 3.44 y 2.95 kg de granos por parcela, respectivamente, son estadísticamente superiores a la modalidad Voleo que obtuvo 2.81 kg de granos por parcela.

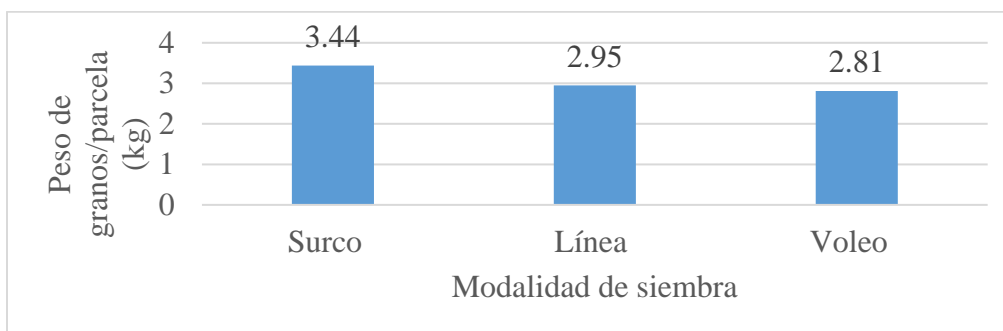
Tabla 9

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad (surco, línea y voleo) de siembra, en peso de granos por parcela.

Modalidad de siembra	Peso de granos/parcela (kg)	Tukey al 5 %
Surco	3.44	A
Línea	2.95	A B
Voleo	2.81	B

Figura 3

Peso de granos por parcela en función de los niveles de la modalidad (surco, línea y voleo) de siembra.



4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de granos por planta.

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de granos por planta (Tabla 10), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 31, muestra que existe significación estadística para las repeticiones, los tratamientos, al igual, para el factor **densidad** de siembra (D), puesto que

el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para el sistema de **modalidad** (M) y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, el **número de granos por planta** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la densidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor densidad siembra. (CV = 14.31 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) para el número granos por planta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	2209.76	1104.88	4.08 *	3.63
Tratamientos	8	29653.13	3706.64	13.69 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	1479.32	739.66	2.73 ns	3.63
Densidad de siembra (D)	2	25408.26	12704.13	46.91 *	3.63
M * D	4	555.79	138.95	0.51 ns	3.01
Error	16	4332.86	270.80		
Total	26	33985.99			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 14.31 %**

En la Tabla 11 y la Figura 4, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor densidad de siembra, se observa que la densidad 50 pl/m² con promedio de 155 granos por planta, es estadísticamente superior a las densidades de 75 pl/m² y 100 pl/m², que obtuvieron 110 y 80 granos por planta.

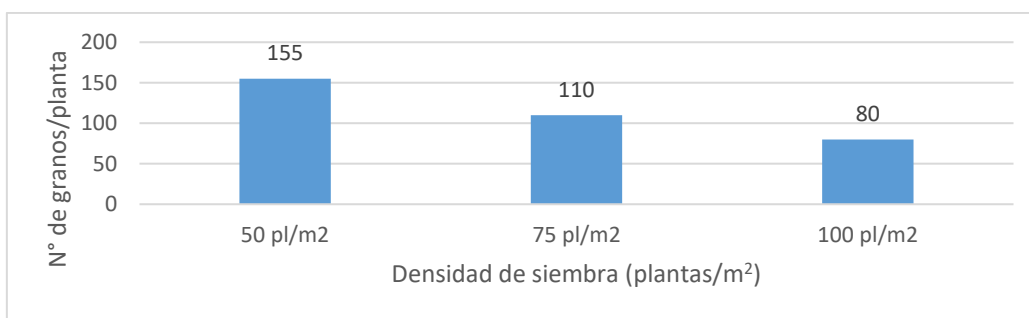
Tabla 11

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad (50 pl/m², 75 pl/m² y 100 pl/m²) de siembra, en número de granos por planta.

Densidad de siembra	Nº de granos /planta	Tukey al 5 %
50 pl/m ²	155	A
75 pl/m ²	110	B
100 pl/m ²	80	C

Figura 4

Número de granos por planta en función de los niveles de la densidad de siembra.



Estos resultados son superiores a los de Cárdenas (2014) quien, en su investigación “Comportamiento agronómico de la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) en las condiciones edafoclimáticas de la localidad Tapaste, Cuba”, a una densidad de siembra de 250 plantas/m², reportando que el número de semillas o granos por planta en promedio fue de 10 granos/planta. Estas semejanzas posiblemente se deban al afecto que ocasionó la densidad de siembra que fue sometida el cultivo de lenteja, ya que según Mandujano (2008), cuando las plantas se siembran a una densidad adecuada, se desarrollan de una forma vigorosa y se puede esperar un mayor número de vainas, en consecuencia, mayor número de granos por planta. También puede deberse a otros factores tales como, a la variedad, los factores ambientales, a la fertilización y tipo de suelo.

4.4. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de vainas por planta.

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de vainas por planta (Tabla 12), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 30, muestra que existe significación estadística para las repeticiones, los tratamientos, al igual, para el factor **densidad** de siembra (D), puesto que el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para la **modalidad** de siembra (M) y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, el **número de vainas por planta** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la densidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor densidad siembra. (CV = 14.85 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de vainas por planta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	1430.37	715.18	4.66 *	3.63
Tratamientos	8	15738.06	1967.26	12.81 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	917.38	458.69	2.99 ns	3.63
Densidad de siembra (D)	2	12881.16	6440.58	41.93 *	3.63
M * D	4	509.15	127.29	0.83 ns	3.01
Error	16	2457.69	153.61		
Total	26	18195.75			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 14.85 %**

En la Tabla 13 y la Figura 5, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor densidad de siembra, se observa que la densidad 50 pl/m² con promedio de 112 vainas por planta, es estadísticamente superior a las densidades de 75 pl/m² y 100 pl/m², que obtuvieron 80 y 58 vainas por planta.

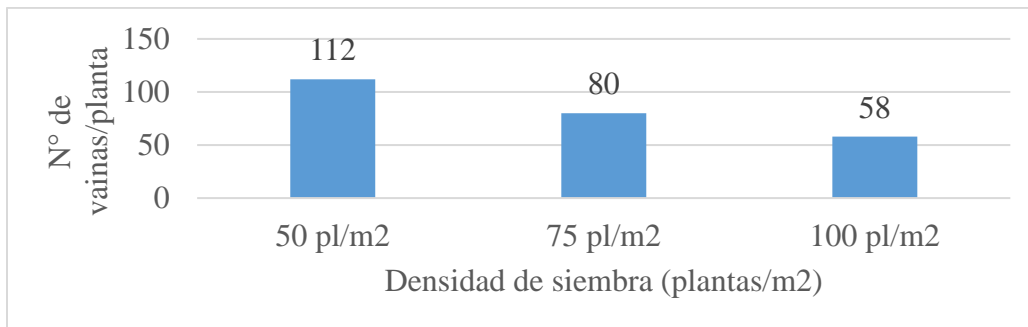
Tabla 13

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra, para el número de vainas por planta.

Densidad de siembra	Número de vainas/planta	Tukey al 5 %
50 pl/m ²	112	A
75 pl/m ²	80	B
100 pl/m ²	58	C

Figura 5

Número de vainas por planta en función a la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²).



Este resultado es inferior a los de Vásquez (2018), quien reportó que, en Chile, a un sistema de siembra a chorro continuo, de varias líneas de lenteja obtuvo que, la línea 31 (FLIP2013-88L), alcanzó 146 vainas/planta. Del mismo modo los resultados de Soto (2018), ya que reportó que, en Chile, a un sistema de siembra a chorro continuo, de varias líneas de lenteja obtuvo que, la línea 27 (FLIP2012-271L), alcanzó 128 vainas/planta. Esto indica que, posiblemente se deba a la

densidad de siembra, ya que, según Mandujano (2008), cuando las plantas se siembran a una densidad adecuada, se desarrollan de una forma vigorosa y se puede esperar un mayor número de vainas. Como también puede deberse a otros factores como, a la variedad, los factores ambientales, y tipo de suelo.

Haciendo una comparación con otra leguminosa, Mandujano (2008) reportó que, a una densidad de siembra de 19 plantas/m² de frijol (184560 plantas/ha), obtuvo como mejor resultado a 17 vainas/planta. Mientras que en la presente investigación se obtuvo un mayor número de vainas por planta (112 vainas/planta de lenteja). Sobre la diferencia cabe señalar que en esta investigación se llevó a cabo una fertilización de 45N – 70P – 35K, y existe la posibilidad que la diferencia sea debido a ello, ya que, su aplicación permitió que exista una mayor nutrición de las plantas en estudio. Además, podría deberse al tipo de cultivo.

4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de plantas por m².

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de plantas por m² (Tabla 14), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 29, muestra que existe significación estadística para los tratamientos, al igual, para el factor **modalidad** de siembra (M) y para el factor **densidad** de siembra (D), puesto que el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para las repeticiones y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, los factores en estudio actúan independientemente, es decir que el **número de plantas por m²** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la modalidad de siembra y de la densidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor

modalidad de siembra, y la mejor densidad siembra. (CV = 4.02 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de plantas por metro cuadrado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	1.85	0.93	0.10 ns	3.63
Tratamientos	8	10083.70	1260.46	141.94 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	111.19	55.59	6.26 *	3.63
Densidad de siembra (D)	2	9940.52	4970.26	559.45 *	3.63
M * D	4	30.15	7.54	0.85 ns	3.01
Error	16	142.15	8.88		
Total	26	10225.85			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 4.02 %**

En la Tabla 15 y la Figura 6, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor modalidad de siembra, se observa que las modalidades Voleo y Línea con promedios de 76 y 75 plantas/m², respectivamente, son estadísticamente superiores a la modalidad Surco, quien obtuvo 71 plantas/m².

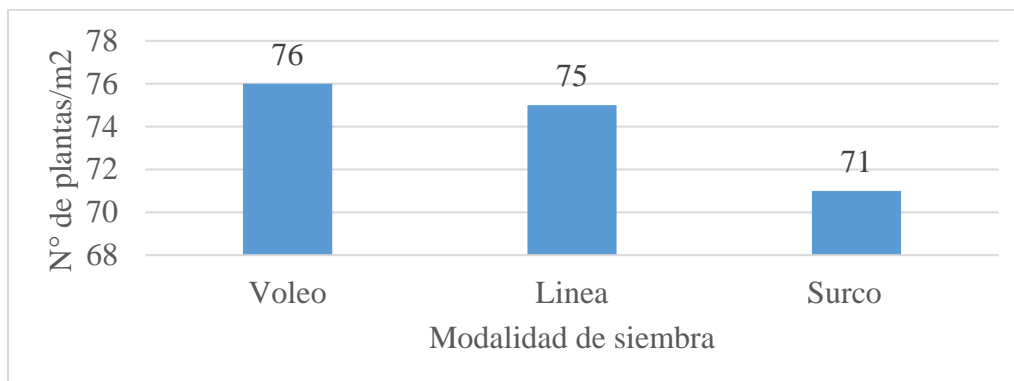
Tabla 15

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra, en número de plantas/m².

Modalidad de siembra	N° de plantas/m ²	Tukey al 5 %
Voleo	76	A
Línea	75	A
Surco	71	B

Figura 6

Número de plantas por metro cuadrado en función de la modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo).



En la Tabla 16 y la Figura 7, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor densidad de siembra, se observa que la densidad 100 pl/m² con promedio de 98 plantas/m², es estadísticamente superior a las densidades 75 pl/m² cm y 50 pl/m², que obtuvieron 74 y 51 plantas/m², respectivamente.

Tabla 16

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra (100 plantas/m2, 75 plantas/m2 y 50 plantas/m2), en número de plantas/m2.

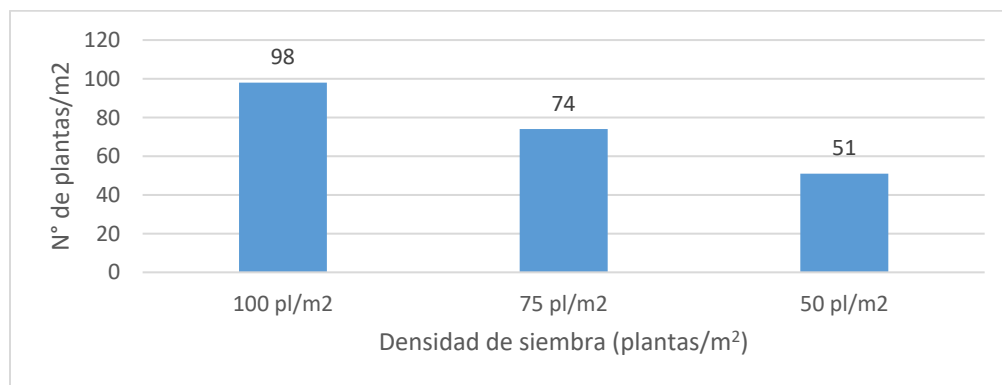
Densidad de siembra	N° de plantas/m ²	Tukey al 5 %
100 pl/m ²	98	A
75 pl/m ²	74	B
50 pl/m ²	51	C

Los resultados encontrados indican que el número de plantas/m² aumenta conforme se agrega más cantidad (densidad) de semilla por m². De manera que el mayor número de plantas por metro cuadrado (98 plantas/m²), se obtiene con la máxima cantidad de semillas (100 pl/m²).

Estos resultados son corroborados por Caja (2017), el cual indica que el mayor número de espigas de trigo por metro cuadrado (219.9 espigas/m²), se obtiene con la máxima cantidad de semilla (180 Kg/ha). Del mismo modo es corroborado por Gasparotto (2014), el cual indica que, el número de espigas/m² aumenta conforme aumenta la densidad, obteniendo un promedio de 374 espigas por metro cuadrado utilizando 180 Kg/ha.

Figura 7

Número de plantas por metro cuadrado en función de la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²).



4.6. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la floración.

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la floración (Tabla 17), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 27, muestra que existe significación estadística para los tratamientos, del mismo modo para el factor **modalidad** de siembra (M), **densidad** de siembra (D), y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), puesto que el F calculado es superior al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que la interacción de factores actuó de manera conjunta, causando un efecto significativo en el **número de días a la floración**, es decir que el número de días a la floración, estuvo afectado

directamente por la acción combinada de la modalidad de siembra con la densidad de siembra (M*D).

El coeficiente de variación (CV = 0.47 %), indica la variabilidad de los resultados respecto al número de días a la floración, además es adecuado para las condiciones del experimento.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la floración.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	0.07	0.04	0.47 ns	3.63
Tratamientos	8	11.04	1.38	17.25 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	6.74	3.37	42.82 *	3.63
Densidad de siembra (D)	2	1.85	0.93	11.76 *	3.63
M * D	4	2.37	0.59	7.53 *	3.01
Error	16	1.26	0.08		
Total	26	12.3			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 0.47 %**

Con la finalidad de determinar la mejor combinación de factores (interacción M*D) en el número de días a la floración, se realizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, obteniendo los resultados que se dan en la Tabla 18 y Figura 8.

Se observa que la prueba de Tukey ha formado tres grupos de tratamientos (A, B y C). Nótese que, los primeros lugares dentro del grupo A, ocupan los tratamientos que tienen 100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m² de densidad de siembra en combinación con el sistema de siembra en Línea, respectivamente. Además, dos tratamientos con la modalidad de siembra Voleo con 100 plantas/m² y 75 plantas/m² de densidad de siembra, respectivamente, el cual obtuvieron un promedio de 60 días de floración, siendo superior a los tratamientos que se

encuentran en los dos grupos siguientes (B y C). En conclusión, el efecto de los factores modalidad de siembra y densidad de siembra sobre el número de días a la floración es a través de su interacción.

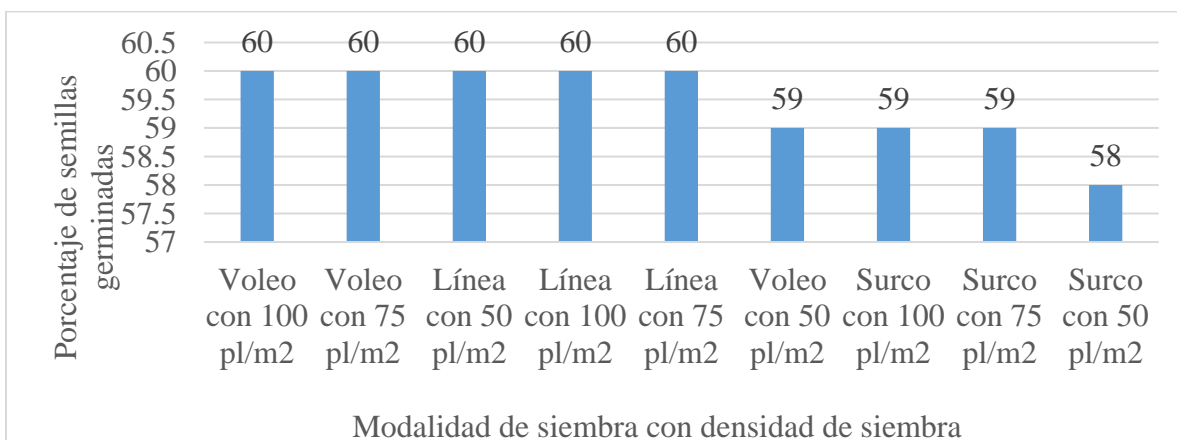
Tabla 18

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción de factores modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²), para el número de días a la floración.

Modalidad de siembra más densidad de siembra	N° de días de Floración	Tukey al 5 %
Voleo con 100 pl/m ²	60	A
Voleo con 75 pl/m ²	60	A
Línea con 50 pl/m ²	60	A
Línea con 100 pl/m ²	60	A
Línea con 75 pl/m ²	60	A
Voleo con 50 pl/m ²	59	B
Surco con 100 pl/m ²	59	B
Surco con 75 pl/m ²	59	B
Surco con 50 pl/m ²	58	C

Figura 8

Número de días a la floración en función a la interacción de modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²).



Estos resultados son inferiores a los reportados por Soto (2018) quien obtuvo que el menor número de días a la floración de lenteja fue de 110 días. Además, es inferiores a los resultados de Bermejo *et al.* (2008) quien reportó que, en Argentina, el menor número de días a la floración de lenteja en promedio fue de 134 días. Estas diferencias indican que, en las condiciones que se llevó a cabo este estudio, la floración se produjo más tempranamente, en consecuencia, las plantas desarrollaron un ciclo más corto.

Sin embargo, los resultados de este estudio es superior al resultado que obtuvo Cárdenas *et al.* (2014) quien reportó que, en Cuba, el menor número de días a la floración de lenteja, en promedio fue 41 días. Esto indica que la floración se produjo en menos tiempo a lo que se obtuvo en este estudio, por ende, el desarrollo de las plantas se dio en un tiempo más corto.

Esta discrepancia, posiblemente dependa, de las condiciones climáticas y el tipo de suelo en la que se lleva a cabo el estudio.

4.7. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

El análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta (Tabla 19), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 28, muestra que existe significación estadística para los tratamientos, al igual, para el factor **modalidad** de siembra (M) y para el factor **densidad** de siembra (D), puesto que el F calculado es superior al F tabular, a la probabilidad del 5 % (0,05). Para las repeticiones y para la interacción de factores (M*D), no se encontró significación estadística, dado que, el F calculado es menor al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Este resultado indica que, los factores en estudio actúan independientemente, es decir que la **altura de planta** estuvo afectada directamente por la acción independiente de la modalidad de siembra y la densidad de siembra. Por lo que se realizó la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, para determinar la mejor modalidad de siembra, y la mejor densidad siembra.

El coeficiente de variación (CV = 2.57 %), indica la variabilidad de los resultados respecto a la altura de planta, además es adecuado para las condiciones del experimento.

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	2.07	1.03	2.27 ns	3.63
Tratamientos	8	333.48	33.35	73.32 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	321.81	160.90	353.78 *	3.63
Densidad de siembra (D)	2	7.45	3.72	8.19 *	3.63
M * D	4	2.16	0.54	1.19 ns	3.01
Error	16	7.28	0.45		
Total	26	340.75			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 2.57 %**

En la Tabla 20 y la Figura 9, al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el factor modalidad de siembra, se observa que las modalidades Voleo y Línea con promedios de 28.78 y 28.49 cm de altura de la planta, respectivamente, son estadísticamente superiores a la modalidad Surco que obtuvo 21.32 cm de altura de planta.

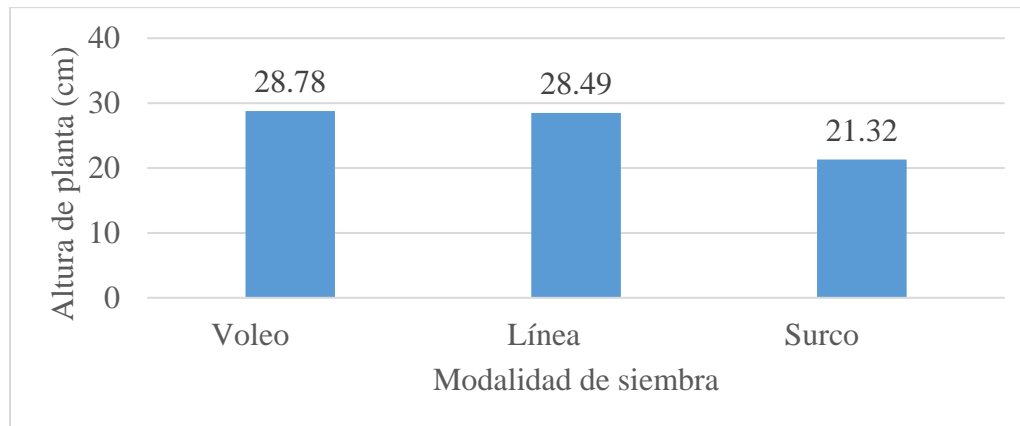
Tabla 20

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la modalidad de siembra, en altura de planta.

Modalidad de siembra	Altura de planta (cm)	Tukey al 5 %
Voleo	28.78	A
Línea	28.49	A
Surco	21.32	B

Figura 9

Altura de planta en función a la modalidad de siembra



En la Tabla 21 y la Figura 10, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el factor densidad de siembra, se observa que la densidad 100 pl/m² con promedio de 26.89 cm en altura de planta, es estadísticamente superior a las densidades 75 pl/m² y 50 pl/m², que obtuvieron 26.07 cm y 25.63 cm de altura de planta.

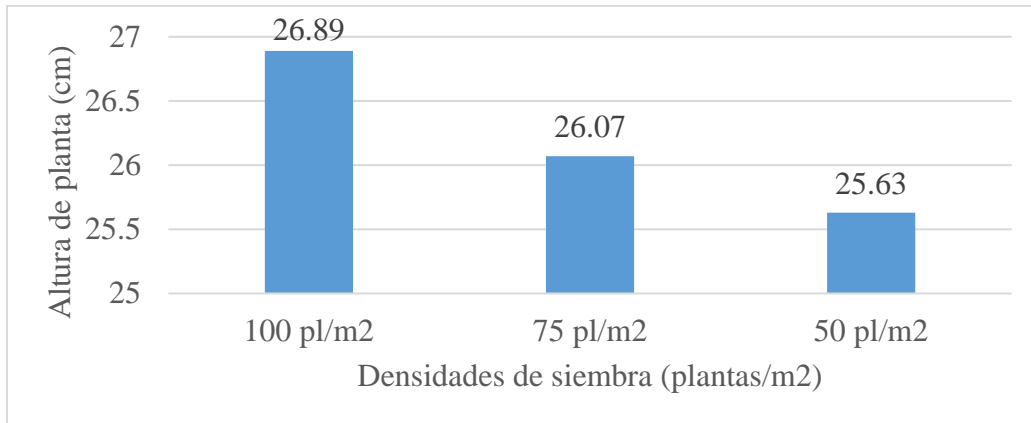
Tabla 21

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles de la densidad de siembra, en altura de planta.

Densidad de siembra	Altura de planta (cm)	Tukey al 5 %
100 pl/m ²	26.89	A
75 pl/m ²	26.07	B
50 pl/m ²	25.63	B

Figura 10

Altura de planta en función a las densidades de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²).



Estos resultados son parecidos a los de Mandujano (2008) quien reportó que, a un distanciamiento de 60 cm x 30 cm obtuvo una altura de 59 cm del cultivo de frijol. Además, se asemejan a los de Vásquez (2018), quien reportó que a chorro continuo en línea alcanzó una altura de planta de 53.140 cm con la variedad línea 31 (FLIP2013-88L).

Por otro lado, Soto (2018) reportó que a un sistema de siembra a chorro continuo, de varias líneas de lenteja, obtuvo la mayor altura con la línea FLIP2012-237L, con la cual se obtuvo 60.30 cm. Estas semejanzas posiblemente se deban a que la densidad de siembra influya la longitud del tallo principal, ya que a mayor distanciamiento existe menos plantas en una determinada área, por lo tanto, mayores nutrientes para cada planta.

Sin embargo, estos resultados difieren de los reportados por Caja (2017), quien encontró que los distanciamientos entre líneas y la densidad de siembra, no influyen en la altura de espiga de trigo, esto posiblemente se dé, por tipo de cultivo a la que se somete un sistema de siembra o una densidad, ya que la fisiología de cada cultivo difiere entre sí.

4.8. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas germinadas.

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas germinadas (Tabla 22), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 26, muestra que existe significación estadística para los tratamientos, del mismo modo para el factor **densidad** de siembra (D), y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), puesto que el F calculado es superior al F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05). Para las repeticiones y la **modalidad** de siembra (M), no se encontró significación estadística dado que el F calculado es menor que el F tabular a la probabilidad del 5% (0,05). Estos resultados indican que el **número de semillas germinadas** estuvo afectada directamente por la acción combinada de la modalidad de siembra con la densidad de siembra.

El coeficiente de variación (CV = 0.31 %), indica la variabilidad respecto al número de semillas germinadas, además es adecuado para las condiciones del experimento.

Tabla 22

Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de semillas germinadas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	24.22	12.11	3.39 ns	3.63
Tratamientos	8	732991.56	91623.95	25664.97 *	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	16.89	8.44	2.37 ns	3.63
Densidad de siembra (D)	2	732873.56	366436.78	102659.33 *	3.63
M * D	4	76.89	19.22	5.39 *	3.01
Error	16	57.11	3.57		
Total	26	733048.67			

No significativo (ns), Significativo (*). **CV = 0.31 %**

Con la finalidad de determinar la mejor combinación de factores (interacción M*D), se realizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 23 y Figura 11.

Se observa que la prueba de Tukey ha formado cuatro grupos de tratamientos (A, B, C y D). Nótese que los primeros lugares dentro del grupo A, ocupan los tratamientos que tienen 100 plantas/m² de densidad de siembra con las dos modalidades de siembra (línea y surco). Lo cual indica que los mejores tratamientos son modalidad de siembra en línea más 100 pl/m² de densidad, y siembra en surco más 100 pl/m² de densidad de siembra, es decir que se puede sembrar en cualquiera de las dos modalidades, pero siempre a una densidad de 100 pl/m², con un distanciamiento de 2.5 cm entre plantas. En conclusión, el efecto de los factores modalidad de siembra y densidad de siembra sobre el número de semillas germinadas es a través de su interacción.

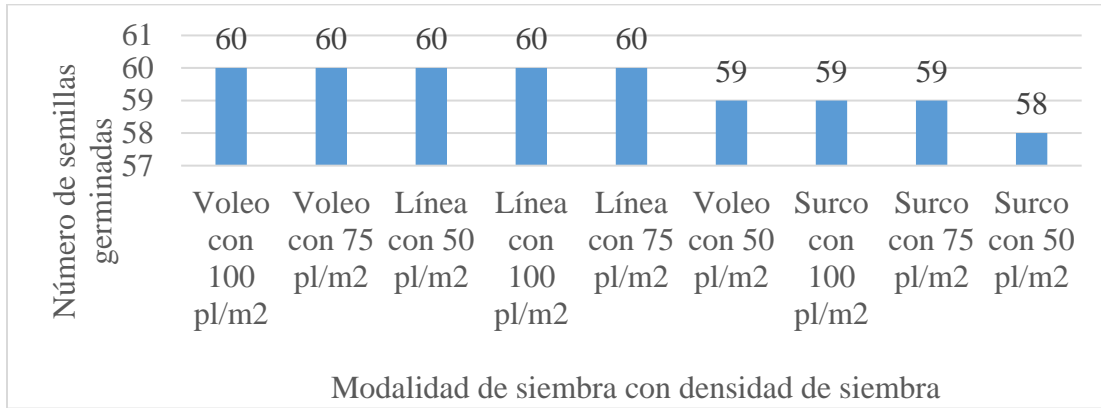
Tabla 23

Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción de factores modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²), para el número de semillas germinadas

Modalidad de siembra más Densidad de siembra	Nº de semillas germinadas	Tukey al 5 %
Línea con 100 pl/m ²	813	A
Surco con 100 pl/m ²	812	A
Voleo con 100 pl/m ²	806	B
Voleo con 75 pl/m ²	611	C
Línea con 75 pl/m ²	610	C
Surco con 75 pl/m ²	610	C
Voleo con 50 pl/m ²	407	D
Surco con 50 pl/m ²	407	D
Línea con 50 pl/m ²	406	D

Figura 11

Número de semillas germinadas en función a la interacción de factores entre la modalidad de siembra (Surco, Línea, y Voleo) y la densidad de siembra (100 plantas/m², 75 plantas/m² y 50 plantas/m²).



4.9. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la germinación.

El análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la germinación (Tabla 24 y Figura 12), obtenida de los resultados de campo mostrados en la Tabla 25, muestra que no existe significación estadística para el factor **modalidad** de siembra (M), al igual que para el factor **densidad** de siembra (D) y para la interacción de factores entre la modalidad y la densidad de siembra (M*D), puesto que la F calculada es menor que la F tabular a la probabilidad del 5 % (0,05), esto muestra que los tratamientos en estudio, no causaron efecto significativo en la **velocidad de germinación** respecto al **número de días**. Este resultado indica que la respuesta de las semillas germinadas de lenteja se debe a la semilla sumado a otros factores.

El coeficiente de variación (CV = 10.72 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada, además es adecuado para las condiciones del experimento.

En la Figura 12, se observa que con los tratamientos T1, T5 y T8 se obtuvieron el número mayor de días a la germinación (10 días), que con el resto de los tratamientos que sólo se obtuvieron como resultados 9 días. En los resultados se puede observar que la diferencia respecto a los días a la germinación es de un día.

Tabla 24

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días a la germinación.

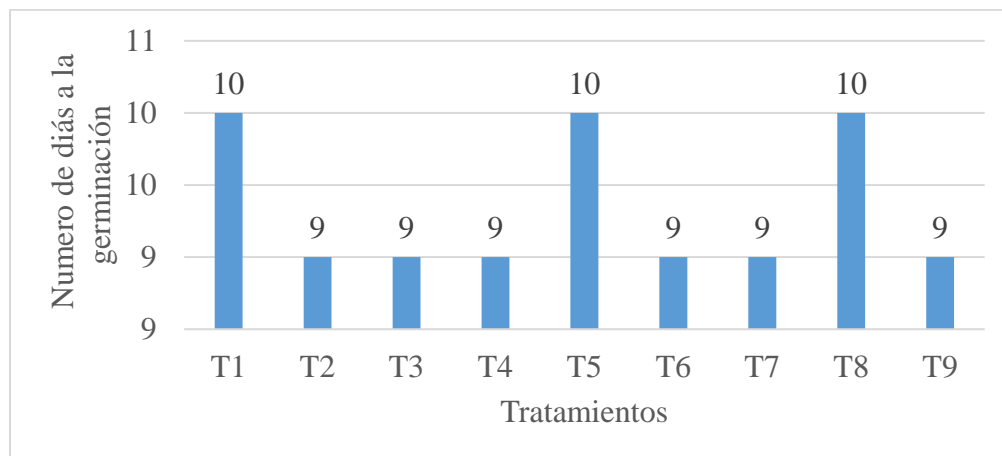
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular (5 %)
Repeticiones	2	1.19	0.59	0.59 ns	3.63
Tratamientos	8	10.15	1.27	1.26 ns	2.59
Modalidad de siembra (M)	2	1.41	0.70	0.70 ns	3.63
Densidad de siembra (D)	2	2.07	1.04	1.03 ns	3.63
M * D	4	5.48	1.37	1.36 ns	3.01
Error	16	16.15	1.01		
Total	26	26.3			

No significativo (ns)

CV = 10.72 %

Figura 12

Número de días a la germinación en función a cada uno de los tratamientos.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El análisis de varianza (ANOVA), para el número de granos por planta, estuvo afectado directamente por la acción independiente de la densidad de siembra; en cambio cambio el peso de granos por parcela y el rendimiento total estuvieron afectados por la acción independiente del factor modalidad de siembra.

Según el análisis de varianza (ANOVA), la velocidad de la germinación respecto al número de días, se debió a la semilla sumado a otros factores ambientales; para el porcentaje de semillas germinadas, las mejores combinaciones fueron la modalidad línea con la modalidad surco y a una densidad de 100 pl/m²; la altura de planta, estuvo afectada por la acción independiente de la modalidad y la densidad de siembra; para días a la floración, estuvo afectada por la acción combinada de los dos factores; en el número de vainas por planta, estuvo afectado por la acción independiente de la densidad de siembra y para el número de pl/m² los factores en estudio actúan independientemente.

Según esta investigación la siembra de lenteja (*Lens culinaris* M.), se debe realizar a una modalidad de siembra surco y a una densidad de siembra de 50 pl/m², ya que en estos factores se adquiere mayor producción total.

5.2. Recomendaciones

Realizar un estudio adicional, aumentando la densidad de siembra del cultivo de lenteja.

Realizar estudios de siembra de la misma variedad estudiada, con la interacción de variedades locales y líneas avanzadas de lenteja.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, F. 1980. Cultivo de Lentejas. Madrid: Neografis S.L. 120p.
- Bascur, B. 1991. Adaptación, características morfológicas y crecimiento de la lenteja (en línea). Consultado 15 de nov. 2022. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/31824/NR17814.pdf?sequence=6>
- Bermejo, C; Cripta, I; Espósito, MA; Cravero, VP; Cointry, EL. 2008. Caracterización de variedades de lenteja mediante marcadores morfológicos (en línea). Consultado el 20 de set. 2022. Disponible en: <https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/130/106>
- Box, M. 1961. Leguminosas de grano. Edit Salvat. Madrid. España. 550p.
- Bravo, M. 1969. Aportes Fisiológicos del Cultivo de Menestras de Costa, Sierra y Selva. Trabajo Presentado al Curso de Menestras de Sierra. Huaraz - Perú.
- Cárdenas T, RM; Ortiz P, RH; Rodríguez M, O; De la Fé M, CF; Lamz P, A. 2014.
- Comportamiento agronómico de la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) en la localidad de Tapaste, Cuba (en línea). Revista Cultivos tropicales 35(4):92-99. Consultado el 20 de set. 2022. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493012.pdf>
- Caja L, S. 2017. Evaluación de distancias entre líneas y densidades de siembra en trigo (*Triticum aestivum* L.) en Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 63 p.
- Camarena, F., Chura, J. y Blas, R. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Segunda edición. Unalm/agrobanco. Peru-Lima –La Molina.
- Castroviejo, S y Pascual, H. 1999. Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. (Vol. VII (I)). Madrid: Servicio de Publicaciones del CSIC. 622 pp.
- Cubero, J; Pérez, M y Fratini, R. 2009. Origen, Filogénia, Domesticación y Propagación (en línea). (1° Edición ed.). (W. Erskine, F. Muehlbauer, A. Sarker y B. Sharma, Edits.) Wallingford - Reino Unido: CABI Press. Consultado el 23 de marzo de 2022. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5570/Tesis%20Marta%20Rita%20Rey%20Ba%20C3%B1os.PDF?sequence=1>

- Duke, JA. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance Plenum Press. New York and London United States of America. 345 p.
- Espinoza, P. 1985. Rendimiento de Grano y Componentes de Rendimiento. México: Chapingo.
- Espinoza, E. 2009. Evaluación de 16 Genotipos Seleccionados en dos Densidades de Siembra de Frijol CV. Centenario. Por su Calidad y Rendimiento en Condiciones de Costa Central. Lima - Perú: UNALM.
- FAO. 2016. Legumbres, Semillas Nutritivas para un Futuro Sostenible. España: FIAT PANIS.
- FAO. 2001. Manejo Agronómico, Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Lenteja. Colombia.
- Financiera Rural. 2010. Monografía de la lenteja (en línea). Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. México. Consultado el 23 de 03 de 2021. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/24466405/monografia-de-la-lenteja-financiera-rural>
- Gasparotto, G. 2014. Sistemas agrícolas de producción extensivos. Respuesta agronómica en trigo a diferentes densidades de siembra en lotes con ondulaciones (en línea). UNC. 12 p. Consultado 22 de set. 2019. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1732/Gasparotto%20-%20Respuesta%20agron%C3%B3mica%20en%20trigo%20a%20diferentes%20densidades..%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos (6° Edición ed.). México: Ediciones Mundi - Prensa.
- Gruseck, MA. 2009. Nutricional and Health - Beneficial Quality. En: Erskine W, Muehlbauer FJ, Sarker A, Sharma B (eds). The Lentil: Botany, Production and Uses. Wallingford: CABI Press. pp. 368 - 390.
- Herrera, R. 2013. Manual de Producción de Lenteja (*Lens culinaris* Medick) y Garbanzo (*Cicer arietinum* L.). España: Universidad de Valladolid.
- INIA-INDAP. 1989. Leguminosas de Grano para la V Región. Programa de Capacitación de Agentes de Extensión. En F. Tapia F., Manejo Agronómico y Recomendaciones Técnicas. Quilampu: IPA La Platina 30.

- Jael Calla Calla 2003. Tesis Cultivo de Lenteja en Cajabamba. Consultado 4 de ene. 2023. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2020/07/Guia-BPA-LENTEJA-1.pdf>
- Jessica, H. 2015. Las Legumbres, y la Importancia de su Consumo (en línea). Consultado el 23 de 03 de 2021. Disponible en: <https://www.e-quipu.pe/publication/las-legumbres-y-la-importancia-de-su-consumo-1459722734>
- Kay, D. 1985. Legumbres Alimenticias. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 437 p.
- Lara Bone, J. M. (2013). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3646>
- Lázaro, A. 1969. Curso sobre Menestras de Sierra. Huaraz - Perú: Reforma Agraria y Estación Agrícola.
- Lino R, FA. 2011. Proyecto de procesamiento de enlatado de lenteja. Tesina Ing. Químico. Guayaquil, Ecuador, UG. 157 p.
- Mandujano Y, BS. 2008. Evaluación de nueve variedades de siembra en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Chaucha en Tingo María (en línea). Tesis Ing. Agr. Tingo María, Perú, UNAS. 59 p. Consultado el 10 de Set. 2019. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/72/AGR-515.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miliani, A. 2015. Desarrollo de Nuevos Marcadores y Mapeo Genético en Lens. León: Universidad de León.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, Perú). 2015. Fichas Técnicas. Lima - Perú: La Molina.
- Muehlbauer, F y Tullu, A. 1997. *Lens culinaris* Medik. In: NewCROP FactSHEET. Consultado el 23 de 03 de 2019. Disponible en: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/lentil.html>
- Nitsche M, J. 1991. Efecto y Control de las Malezas en Lenteja. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental la Platina. Arica - Chile: Boletín INIA n° 30. 87-96 p.
- Peñaloza H, E. 1987. Efecto de la densidad de plantas sobre la distribución de vainas en el sistema de ramificación de la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) (en línea). Revista Agricultura Técnica 47(4):335 – 339. Consultado el 14 de Set. 2022. Disponible en http://www.chileanjar.cl/files/V47I4A04_es.pdf

- Peñaloza H, E y Levío C, J. 1992. El tamaño de la semilla y su efecto sobre el establecimiento de plantas, rendimiento y calibres cosechados en lenteja cv. Araucana-INIA (en línea). Revista Agricultura Técnica 52(2):156 – 161. Consultado el 14 de Set. 2021. Disponible en http://www.chileanjar.cl/files/V52I2A08_es.pdf
- Peralta, E. (sf). Manual Agrícola de Leguminosas. Quito - Ecuador: Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuario
- Peralta, E., A. Murillo, N. Mazón, C. Monar, J. Pinzón y M. Rivera. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y otras leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. Pp. 70.
- Roberts, E; Summerfield, R; Muehlbauer, F y Short, R. 1986. Florescencia en Lenteja (*Lens culinaris* Medic.): La duración de la Fase Inductiva Fotoperiódica como una Función de Longitud de Día Acumulada por Encima del Fotoperiodo Crítico. La Florida - USA: Annals of Botany.
- Rodrigues, I. 2017. Menestras del Perú para el Mundo. Perú, URP. 11p. Consultado 26 de oct. 2022. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/20921/n/menestras-del-peru-para-el-mundo.pdf>
- Soto I, KL. 2018. Evaluación de los componentes de rendimiento de líneas élites de lenteja (*Lens culinaris* L.) introducidas de ICARDA-Siria en condiciones de E.E.A. el Mantaro (en línea). Tesis Ing. Agr. Mantaro, Perú, UNCP. 114 p. Consultado el 10 de Set. 2019. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4383/Soto%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sonnante, G; Hammer, K y Pignone, D. 2009. Desde la Cuna de la Agricultura un Puñado de Lentejas: Historia de la Domesticación. Italia: Rendiconti Lincei.
- Street K., Rukhkyan N. and Ismail A. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: lenteja. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 10 pp. Consultado el de feb. 2023. Disponible en https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/other_crops/Lentil_SP.pdf
- Tapia F, F. 1991. Aspectos Generales del Cultivo de la Lenteja. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile: Boletín INIA N° 30. 1-24 p.
- Tay, N; Tay, U y Valenzuela, S. 2015. Producción de Leguminosas de Invierno Provincia de Arauco. Cañete: Instituto Nacional de Investigación Agraria.

Vásquez R, EP. 2018. Comportamiento fenotípico de líneas avanzadas de lenteja (*Lens culinaris* L.) introducidas de ICARDA-Siria en condiciones de E.E.A. el Mantaro (en línea). Tesis Ing. Agr. Mantaro, Perú, UNCP. 118 p. Consultado el 10 de Oct. 2022. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4385/Vasquez%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villanueva, E. 2016. Distanciamientos de Siembra y el Rendimiento de lenteja (*Lens esculenta* L) Variedad Rubia Castellana en Condiciones Edafoclimáticas de Yamos-Huacrachucro. Tesis Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHVVH. Consultado el 18 de Oct. 2022. Disponible en https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/2074/TAG_Villanueva_Lopez_Eliatha.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Tabla 25

Número de días a la germinación

Resultados promedios evaluados días a la germinación, por modalidad y por tratamiento							
Modalidad	Distancia promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I	II	III		
			\bar{x} Parc	\bar{x} Parc	\bar{x} Parc		
Línea	0.05	1	10	11	9	30	10.00
	0.033	2	8	9	9	26	8.67
	0.025	3	9	8	9	26	8.67
	0.05	4	10	10	8	28	9.33
Surco	0.033	5	11	9	11	31	10.33
	0.025	6	9	10	9	28	9.33
	0.05	7	8	9	10	27	9.00
Voleo	0.033	8	10	10	10	30	10.00
	0.025	9	8	11	8	27	9.00
Totales			83	87	83	253	

Tabla 26

Número de semillas germinadas

Resultados promedios evaluados en porcentaje de germinación por modalidad y por tratamiento								
Modalidad	Distancia promedio	Trat.	Repeticiones			N° de plantas germinadas	Total de plantas sembradas	Porcentaje de germinación
			I	II	III			
			\bar{x} Parc	\bar{x} Parc	\bar{x} Parc			
Línea	0.05	1	404	407	408	1219	1224.00	99.59%
	0.033	2	609	611	611	1831	1836.00	99.73%
	0.025	3	814	813	812	2439	2448.00	99.63%
	0.05	4	408	407	406	1221	1224.00	99.75%
Surco	0.033	5	609	609	611	1829	1836.00	99.62%
	0.025	6	811	813	813	2437	2448.00	99.55%
	0.05	7	406	408	408	1222	1224.00	99.84%
Voleo	0.033	8	610	612	611	1833	1836.00	99.84%
	0.025	9	800	808	810	2418	2448.00	98.77%
Totales			5471	5488	5490	16449	16524.00	

Tabla 27*Número de días a la floración*

Resultados promedios evaluados días a la floración por modalidad y por tratamiento							
Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I \bar{X} Parc	II \bar{X} Parc	III \bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	60	60	60	180	60.00
	0.033	2	60	59	60	179	59.67
	0.025	3	60	60	59	179	59.67
Surco	0.05	4	58	58	58	174	58.00
	0.033	5	59	59	59	177	59.00
	0.025	6	59	59	59	177	59.00
	0.05	7	59	59	59	177	59.00
Voleo	0.033	8	60	60	60	180	60.00
	0.025	9	60	60	60	180	60.00
Totales			535	534	534	1603	

Tabla 28*Altura de planta (cm)*

Resultados promedios de 10 plantas evaluadas en altura de planta por modalidad y por tratamiento							
Modalidad	Distancia promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I \bar{X} Parc	II \bar{X} Parc	III \bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	28.45	27.1	28.75	84.3	28.10
	0.033	2	28.1	28.15	29.1	85.35	28.45
	0.025	3	29.1	28.5	29.2	86.8	28.93
Surco	0.05	4	22.3	20.3	20.35	62.95	20.98
	0.033	5	20.75	21.7	21.25	63.7	21.23
	0.025	6	21.1	21.9	22.2	65.2	21.73
	0.05	7	28.05	26.85	28.5	83.4	27.80
Voleo	0.033	8	29.1	27.6	28.85	85.55	28.52
	0.025	9	30.4	30.15	29.5	90.05	30.02
Totales			237.35	232.25	237.7	707.3	

Tabla 29*Número de vainas por planta*

Resultados promedios de 10 plantas evaluados en n° de vainas por planta por modalidad y por tratamiento

Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I	II	III		
			\bar{X} Parc	\bar{X} Parc	\bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	122.9	96	94.4	313.3	104.43
	0.033	2	87.3	57.7	69.7	214.7	71.57
	0.025	3	57.6	71.5	51.1	180.2	60.07
Surco	0.05	4	104.9	143.5	117.9	366.3	122.10
	0.033	5	114.7	93.1	75	282.8	94.27
	0.025	6	64.5	68.5	42.9	175.9	58.63
Voleo	0.05	7	115	116.5	93.5	325	108.33
	0.033	8	80.8	71.3	73.7	225.8	75.27
	0.025	9	72	52.7	44.7	169.4	56.47
Totales			819.7	770.8	662.9	2253.4	

Tabla 30*Número de plantas por metro cuadrado.*

Resultados promedios evaluados en plantas/m2 por modalidad y por tratamiento

Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I	II	III		
			\bar{X} Parc	\bar{X} Parc	\bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	48	53	49	150	50.00
	0.033	2	76	74	77	227	75.67
	0.025	3	99	98	103	300	100.00
Surco	0.05	4	51	49	45	145	48.33
	0.033	5	74	70	72	216	72.00
	0.025	6	98	91	91	280	93.33
Voleo	0.05	7	50	55	55	160	53.33
	0.033	8	73	78	73	224	74.67
	0.025	9	96	102	100	298	99.33
Totales			665	670	665	2000	

Tabla 31*Número de granos por planta*

Resultados promedios de 10 plantas evaluados en n° de granos por planta por modalidad y por tratamiento

Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic.	Total Promedio
			I	II	III		
			\bar{X} Parc	\bar{X} Parc	\bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	177.9	139.7	132.2	449.8	149.93
	0.033	2	121.7	79.1	97.4	298.2	99.40
	0.025	3	79.9	90.7	70.7	241.3	80.43
Surco	0.05	4	147.2	190.8	159.4	497.4	165.80
	0.033	5	158.7	117.4	107.1	383.2	127.73
	0.025	6	87.8	100.2	60.7	248.7	82.90
Voleo	0.05	7	152.2	156.9	137.9	447	149.00
	0.033	8	105.6	98.9	102.4	306.9	102.30
	0.025	9	98.5	71.3	63	232.8	77.60
Totales			1129.5	1045	930.8	3105.3	

Tabla 32*Peso de grano por parcela.*

Resultados promedios evaluados, peso de granos por parcela, por modalidad y por tratamiento

Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic. (Kg/Parc.)	Total Promedio (Kg/Parc.)
			I	II	III		
			\bar{X} Parc	\bar{X} Parc	\bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	3.31	2.61	2.65	8.57	2.86
	0.033	2	3.59	2.26	3.18	9.03	3.01
	0.025	3	2.93	3.25	2.76	8.94	2.98
Surco	0.05	4	2.73	3.74	3.29	9.76	3.25
	0.033	5	4.69	3.47	3.42	11.58	3.86
	0.025	6	3.33	3.74	2.52	9.59	3.20
Voleo	0.05	7	2.92	2.86	2.94	8.72	2.91
	0.033	8	2.75	2.63	2.99	8.37	2.79
	0.025	9	3.52	2.51	2.19	8.22	2.74
Totales			29.77	27.07	25.94	82.78	

Tabla 33*Rendimiento total*

Resultados promedios evaluados en rendimiento total (kg/ha) por modalidad y por tratamiento							
Modalidad	Distancia Promedio	Trat.	Repeticiones			Total Repetic. (kg/ha.)	Total Promedio (kg/ha.)
			I	II	III		
			\bar{X} Parc	\bar{X} Parc	\bar{X} Parc		
Línea	0.05	1	3447.92	2718.75	2760.42	8927.09	2975.70
	0.033	2	3739.58	2354.17	3312.5	9406.25	3135.42
	0.025	3	3052.08	3385.42	2875	9312.5	3104.17
Surco	0.05	4	2843.75	3895.83	3427.08	10166.66	3388.89
	0.033	5	4885.42	3614.58	3562.5	12062.5	4020.83
	0.025	6	3468.75	3895.83	2625	9989.58	3329.86
Voleo	0.05	7	3041.67	2919.17	3062.5	9023.34	3007.78
	0.033	8	2864.58	2739.58	3114.58	8718.74	2906.25
	0.025	9	3666.67	2614.58	2281.25	8562.5	2854.17
Totales			31010.42	28137.91	27020.83	86169.16	

Tabla 34*Evaluación de las etapas, fenología y periodo vegetativo del cultivo de lenteja (Lens culinaris**M.)*

Etapas, fenología y periodo vegetativo del experimento de lenteja				
Etapas del cultivo	Fenología	Fecha	Periodo Vegetativo	
			Intervalo	Días
Siembra		1/04/2018	0	1
Crecimiento	Germinación	6/04/2018	5	6
	Emergencia	10/04/2018	4	10
	Presencia de hoja	15/04/2018	5	15
	Despliegue de hoja	1/05/2018	16	31
	Desarrollo lateral	10/05/2018	9	40
Floración	Prefloración	21/05/2018	11	51
	Floración	26/05/2018	5	56
Fructificación	Formación de vainas	1/06/2018	6	62
	Llenado de vainas	14/06/2018	13	75
	Maduración de vainas	4/07/2018	20	95
Cosecha	Cosecha	19/07/2018	15	110

Tabla 35*Datos que se obtuvieron de la estación meteorológica de Cajamarca***ESTACIÓN METEOROLÓGICA CAJAMARCA****UBICACIÓN POLÍTICA**

DEPARTAMENTO: Cajamarca
PROVINCIA: Cajabamba
DISTRITO: Cajabamba


UBICACIÓN GEOGRÁFICA

LATITUD: 7° 37' 18" Sur
LONGITUD: 78° 03' 04" Oeste
ALTITUD: 2480 m.


Mes/Año	Precipitación Promedio (mm)	Humedad Relativa Promedio (%)	Temperatura Promedio (°C)
Marzo - 2018	4.04	79.61	16.05
Abril - 2018	1.96	76.92	15.54
Mayo - 2018	1.70	76.07	15.62
Junio - 2018	0.07	63.08	15.11
Julio - 2018	0.00	59.56	15.53
TOTAL/PROMEDIO	7.78	71.05	15.57

Figura 13

Resultado del análisis de suelos.



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Decenario de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **JUAN EUGENIO CORDOVA GORMAS**

PROCEDENCIA: Cajabamba - Mollepampa Fecha: **19/03/2018**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
01	SU0124-EEBI-18	23.85	320.0	6.8	2.66	--	39	19	42	Ar

C.C. %	P.M.P. %	A. DISP. %	D Apar. g/cm ³
26.85	15.26	11.59	1.30


INTERPRETACIÓN


Fósforo (P) : ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **NEUTRO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : ARCILLOSO
 Capacidad de campo : C.C.
 Punto marchitez permanente : P.M.P.
 Agua disponible : A. D.
 Densidad aparente : D. Apar.

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES
Cultivo a Sembrar: LENTEJA

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	45	70	35	--								


Recomendaciones y Observaciones Especiales:





Ing. **Tuho A. Velásquez Camacho**
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

T: (051) 076 348386
 www.inia.gob.pe
 binca@inia.gob.pe

 *Trabajando para todos los peruanos*

FOLIO:

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ESTUDIO

Figura 14

Preparación del terreno.



Figura 15

Delimitación de las unidades experimentales.



Figura 16

Preparación de la semilla para la siembra de cada uno de los tratamientos.



Figura 17

Primera fertilización realizada, antes de la siembra.



Figura 18

Siembra de las unidades experimentales.



Figura 19

Vista de cada una de las unidades experimentales sembradas.



Figura 20

Etiquetado de todas las unidades experimentales.



Figura 21

Realizando una segunda fertilización con nitrógeno al cultivo.



Figura 22

Evaluando la variable altura de planta.



Figura 23

Plantas de lenteja para cosecha.



Figura 24

Evaluación de 10 plantas tomadas al azar de cada una de las unidades experimentales.



Figura 25

Arrancado de un m2 de cada una de las unidades experimentales.



Figura 26

Cosecha de todas las unidades experimentales.



Figura 27

Secado de los tres bloques cosechados en la era.



Figura 28

Paleado o chancada de la lenteja



Figura 29

Sacando la parte vegetativa o venteo de las lentejas.



Figura 30

Pesado de 100 semillas de lenteja, extraída de cada parcela totalmente al azar.

