

Evaluación de tres diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Rabo de Gallo, en la vereda San José del municipio de Mutiscua, Norte de Santander

Yeferson Morales Piñeros

Leider Villamizar Contreras

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona

Departamento de Agronomía

Programa de Ingeniería Agronómica

Tutor: Doctor Enrique Quevedo García

Julio 23, de 2020

Dedicatorias

Este gran logro va primeramente dirigido a Dios por haberme permitido culminar con este ciclo en mi vida.

Seguido va una persona muy especial en mi vida, mi abuela que, aunque ya no se encuentre conmigo, siempre confió en mí y en mis capacidades, dándome siempre su apoyo y comprensión durante el inicio de este logro.

Quiero también dedicar este triunfo a las dos personitas más importantes en mi vida, mis hermosos padres, Audrey Villamizar y Nuris Contreras, quienes siempre han sido mi mayor inspiración, a mis hermanos y amigos y a mi hermosa novia por haber estado conmigo durante todo este proceso de formación.

Leider Villamizar Contreras

Agradecimientos

A DIOS primeramente por darme la salud y la oportunidad de realizar uno de mis objetivos.

A la Universidad de Pamplona por brindarme la oportunidad de prepararme como profesional para la vida, con ética y liderazgo.

A los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias por aportarme todos sus conocimientos y experiencias para mi formación profesional.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Enrique Quevedo tutor de la tesis, por sus conocimientos compartidos, su aporte en el análisis estadístico, consejos en la elaboración y finalización de este trabajo de grado.

A mi familia, en especial a mi Madre y mi Padre y a mi novia por sus buenos deseos y apoyo incondicional para seguir adelante en cada paso de la vida.

A todas las personas, amigos y compañeros que hicieron parte de este proceso de formación.

Yeferson Morales P.

Leider Villamizar C.

Pamplona, 23 de Julio 2020


Señores
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO
Departamento de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Pamplona

Cordial saludo:

Amablemente me permito autorizar a los estudiantes, Yeferson Morales Piñeros identificado con CC. 1116866122 de Tame-Arauca, y Leider Villamizar Contreras. identificado con CC. 1050555351 de San Pablo Sur de Bolívar para realizar la entrega y sustentación del documento final de trabajo de grado, en modalidad Investigación titulado: " **EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum L.*) VARIEDAD RABO DE GALLO, EN LA VEREDA SAN JOSÉ DEL MUNICIPIO DE MUTISCUA NORTE DE SANTANDER**" como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pamplona.

Agradezco su atención

Atentamente:



Dr. MSc. Enrique Quevedo García

Tutor Trabajo de Grado

Ingeniero Agrónomo

Docente

Departamento de Agronomía

Contenido

INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I	14
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Justificación.....	15
1.3 Delimitación	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
CAPITULO II.....	18
2 Marco de referencia	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco Contextual.....	21
2.2.1 El departamento Norte de Santander.....	21
2.2.2 La provincia de Pamplona.....	22
2.2.3 Municipio de Mutiscua.....	22
2.2.4 Sector agrícola.....	23
2.3 Marco Teórico.....	23
2.3.1 Generalidades del cultivo de arveja.....	23
2.3.2 Origen y distribución	24
2.3.3 Identificación taxonómica	24
2.3.4 Fenología y desarrollo del cultivo	25
2.3.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	27
2.3.6 Manejo agronómico del cultivo.....	29
2.4 Marco legal.....	31
2.4.1 Normas ambientales	31
Acuerdo No.186.....	31
Capítulo VI. Trabajo de grado.....	31
CAPITULO III.....	33
3. Metodología	33
3.1 Área de estudio.....	33
3.2 Diseño experimental.....	34
3.3 Descripción de los tratamientos	36

3.4 Variables de estudio	37
3.4.1 Altura de la planta.....	37
3.4.2 Diámetro del tallo	37
3.4.2 Área foliar.....	38
3.4.3 Largo de la hoja, ancho de la hoja	38
3.4.4 Número de vainas por planta	38
3.4.5 Número de granos por vaina.....	38
3.4.6 Peso de 100 granos por tratamiento.....	39
3.4.7 Peso total de los granos por planta	39
3.4.8 Días a floración (DF).....	39
3.4.9 Días a cosecha en vaina verde (DCVV)	39
3.4.10 Rendimiento en vaina verde (RENVV).....	39
3.5 Labores agronómicas.....	39
3.5.1 Preparación del terreno.....	39
3.5.2 Siembra.....	40
3.5.3 Fertilización	40
3.5.4 Tutorado.....	41
3.5.5 Manejo de arvenses	41
Control de plagas y enfermedades.....	41
3.5.6 Riego.....	42
3.5.7 Cosecha.	42
3.6 Análisis estadístico.....	42
CAPITULO IV.....	43
4. Resultados y discusión.....	43
Conclusiones.....	68
Recomendaciones	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	70
ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE ARVEJA</i>	27
<i>Figura 2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO DE MUTISCUA VEREDA SAN JOSÉ.</i>	33
<i>Figura 3. ALTURA DE LAS PLANTAS DE ARVEJA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.</i>	49
<i>Figura 4. DIÁMETRO DE LAS PLANTAS DE ARVEJA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.</i>	50
<i>Figura 5. ÁREA FOLIAR DE LAS HOJAS DE ARVEJA CON RESPECTO A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.</i>	52
<i>Figura 6. EFECTO DE LAS DISTINTAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS VARIABLES LARGO, ANCHO Y LARGO POR ANCHO DE LAS HOJAS.</i>	54
<i>Figura 7. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL CULTIVO DE ARVEJA.</i>	57
<i>Figura 8. PESO DE 100 GRANOS POR TRATAMIENTO.</i>	60
<i>Figura 9. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.</i>	61
<i>Figura 10. DÍAS A COSECHA EN VAINA VERDE.</i>	62
<i>Figura 11. RENDIMIENTO (kg/ha) ARVEJA (P. sativum) EN VAINA VERDE.</i>	64

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. ORGANIZACIÓN TAXONÓMICA DE LA ARVEJA</i>	25
<i>Tabla 2. DENSIDADES DE SIEMBRA A EVALUAR.</i>	36
<i>Tabla 3. TAMAÑO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.</i>	36

<i>Tabla 4. PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO O CARACTERES MORFOFISIOLOGICOS CICLO DE PRODUCCIÓN DEL 2020.</i>	43
<i>Tabla 5. PRUEBAS MULTIVARIANTE.</i>	47
<i>Tabla 6. RESULTADOS DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LA ARVEJA USANDO LA COMPARACIÓN DE MEDIAS MÚLTIPLE DE TUKEY.</i>	47
<i>Tabla 7. MODELO SELECCIONADO PARA ESTIMAR EL ÁREA FOLIAR DE ARVEJA EN MUTISCUA.</i>	54
<i>Tabla 8. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA LA VARIABLE DÍAS A FLORACIÓN.</i>	59
<i>Tabla 9. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LAS DIFERENTES VARIABLES DE CRECIMIENTO EVALUADAS EN EL CULTIVO DE ARVEJA.</i>	65

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Semilla de arveja, variedad rabo de gallo (Fuente: Registro fotográfico propio)	77
Anexo 2. Marcación de los surcos (Fuente: Registro fotográfico propio)	77
Anexo 3. Siembra de la arveja (Fuente: Registro fotográfico propio)	78
Anexo 4. Estacas para tutorado (Fuente: Registro fotográfico propio)	78
Anexo 5. Tutorado del cultivo de arveja (Fuente: Registro fotográfico propio)	79
Anexo 6. Cuelga de ramas en el tutorado del cultivo de arveja (Fuente: fotográfico propio)	79
Anexo 7. Marcación de los tratamientos en el cultivo de arveja (Fuente: Fotográfico propio)	80
Anexo 8. Toma de datos (Fuente: Registro fotográfico propio)	80
Anexo 10. Floración y toma de muestras en el cultivo de arveja (Fuente: Fotográfico propio)	81
Anexo 11. Muestras de cosecha por surco (Fuente: Registro fotográfico propio)	81
Anexo 12. Cosecha por tratamiento (Fuente: Registro fotográfico propio)	82
Anexo 13. Análisis de suelo finca la colorada, municipio de Mutiscua	83
Anexo 14. Regresión lineal múltiple para estimar el área foliar de la arveja en el municipio de Mutiscua.	84
Anexo 15. Comparaciones múltiples Tukey	89
Anexo 16. Costos de producción del cultivo de arveja (Fuente: elaboración propia)	92

Resumen

El municipio de Mutiscua se basa en una economía campesina de tradición agrícola, basada en la siembra de tubérculos, hortalizas y leguminosas como la arveja siendo esta última una alternativa para el desarrollo de la economía local, la generación de empleos e ingresos.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento agronómico en el cultivo de arveja, variedad rabo de gallo bajo las condiciones de la vereda San José del municipio de Mutiscua, Norte de Santander. Se estableció un área de 250m² en el cual se realizó un diseño de bloques completos al azar con muestreo, en el cual se emplearon cuatro tratamientos con 3 repeticiones; T3 (100cm entre surcos y 25cm entre plantas), T2(90cm entre surcos 20cm entre plantas), T1(80cm entre surcos y 20cm entre plantas) y T0 (para el tratamiento testigo que corresponde a la densidad de siembra tradicional que es el utilizado por los productores de la zona comúnmente llamado siembra chorrillo). Se utilizó una distancia entre surcos de 140cm sin distanciamiento entre plantas por lo que la siembra se realiza en chorrillo). Se evaluaron variables como altura de la planta, área foliar, largo de la hoja, ancho de la hoja, largo por ancho de la hoja, diámetro del tallo, para la cosecha se midió el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos por tratamiento, peso total de los granos por planta, días a floración, días a cosecha en grano verde y producción en vaina verde. De acuerdo con los resultados obtenidos durante el desarrollo del cultivo se pudo apreciar las diferencias estadísticas entre los tratamientos el T2 se observó la mayor altura, ancho, largo, largo por ancho de la hoja, área foliar, diámetro del tallo de las plantas que mostraron diferencias. No se observaron diferencias a un nivel de $p > 0,05$ en el número de días a la floración y días a cosecha en vaina verde, siendo estas variables poco sensibles a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio. La mejor respuesta en cuanto a NVP (número de vainas por planta) se

observó en T2. La producción en vaina verde tuvo diferencias a un nivel de $p < 0,05$ entre los tratamientos, siendo el T0 el que menor producción presentó a diferencia del T2 que obtuvo un rendimiento de 5833kg/ha seguido del tratamiento T1 con 5000kg/ha en vaina verde. Las variables altura de la planta, largo, ancho, largo por ancho de la hoja, área foliar, diámetro del tallo y número de vainas por planta, presentaron diferencias a un nivel de $p < 0,05$ por efecto de la densidad de siembra.

Palabras claves: densidades de siembra, producción, rendimiento agronómico, arveja, componentes de rendimiento, determinante del rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La arveja pertenece a la familia de las leguminosas, este producto conforma el alimento conocido también como guisante o chícharo. En la antigüedad, las leguminosas, formaron parte de los primeros cultivos realizados por el hombre, además de haber sido base de la alimentación humana durante siglos (Bernardi, 2016). A nivel mundial.

En Colombia el cultivo de arveja (*P. sativum*), es la segunda leguminosa de mayor importancia después del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), siendo una alternativa económica para los pequeños productores en la zona andina (Osorio & Castaño, 2011). Este cultivo genera grandes oportunidades de empleo, debido a la cantidad de mano de obra y alto número de labores para su producción. Se estima que dependen de este cultivo más de 26.000 productores, además genera alrededor de 2,3 millones de jornales y 15.000 empleos directos (Fenalce, 2010).

Los cinco principales productores del mundo conforman el 70% de la producción total, siendo liderados por Canadá, con alrededor del 30%, seguido en orden de importancia por Rusia, China, Estados Unidos e India. Si bien, la producción mundial es oscilante, el clima tiene un rol preponderante, ubicándose en torno a los 10 y 11 millones de toneladas, para lo cual se destinan una superficie cercana a los 6,2 millones de hectáreas. Actualmente en los EE.UU. se implantan unas 500.000 hectáreas, tanto Australia como Francia destina al mercado unas 200.000 hectáreas. A eso hay que agregar lo que se destina a consumo verde fresco. El principal productor de arveja fresca es India con el 65% del total, y le sigue en importancia Pakistán: Entre ambos países producen el 90% del total mundial. Muy distante ocupa el tercer puesto Turquía, que cosecha el 5-6% del volumen mundial, mientras que el mayor productor de arvejas secas (guisantes secos) del año 2007 es Canadá que produjo el 29,9% de un volumen mundial de 10.128.486 toneladas,

seguido por China y la Federación Rusa participaron con el 13,8% y el 8,6%, respectivamente, ubicándose como el segundo y el tercer productor de arvejas. (Bernardi, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, se estableció en la vereda San José del municipio de Mutiscua un área de 240 m² de arveja variedad Rabo de gallo con el fin de evaluar tres diferentes distancias de siembra, y observar cuál de estas distancias se comporta mejor en cuanto a rendimientos de producción se refiere. Todo esto se realizó utilizando un manejo agronómico propuesto de manera técnica según los conocimientos adquiridos con el propósito de mejorar los niveles de producción y compartir con los productores de la zona la experiencia técnica del cultivo.

La densidad de siembra modifica la expresión de características agronómicas y fisiológicas y permite conocer el comportamiento de diferentes variedades frente a un mayor o menor grado de competencia poblacional, en esta forma el investigador puede identificar y recomendar métodos de siembra que conduzcan a una expresión óptima del potencial genético de una variedad (Sánchez & Quevedo, 1998)

CAPITULO I

1.1 Planteamiento del problema

En Colombia, la gran mayoría de pequeños productores de arveja (*P. sativum* L) están utilizando densidades de siembra sin ningún criterio técnico, actualmente las densidades utilizadas oscilan entre el uso de 100 y 120 kg de semilla/ha, con lo que se logra establecer de 70 a 80 plantas/m² (Tay, 2015). Teniendo en cuenta que dentro de los costos de producción es uno de los rubros más importantes es la semilla.

Por otro lado, la arquitectura de las plantas de una variedad difiere considerablemente de otra variedad y por lo tanto cada una va a expresar su potencial a determinada densidad de siembra, no siendo necesariamente la misma para todas las variedades.

Las densidades de siembra modifican los factores de rendimiento de la mayoría de cosechas, ya sea que se obtengan de asociados o de monocultivos con diferente la intensidad de su efecto en cada caso. Cuando la densidad es alta, se incrementan los valores de índice de área foliar, pero esto no siempre se correlaciona positivamente con el rendimiento del grano (Sánchez & Quevedo, 1998)

Todas estas consideraciones han hecho necesaria este trabajo, que tiene como objetivo evaluar el efecto en la producción de tres densidades de siembra en el cultivo de arveja (*P. sativum*) y así dar a conocer a los agricultores los métodos más apropiados en cuanto a plantación, sobre la densidad de siembra que mejor se adapta a esta zona. Y nos lleva a hacernos la pregunta ¿las densidades de siembra usadas en arveja afectan los componentes de rendimiento del cultivo?

1.2 Justificación

Durante los últimos años, el comportamiento de la arveja (*P. sativum* L.) en el mercado local y externo ha mostrado que es de gran importancia en la canasta familiar, teniendo un gran aumento en la demanda de este producto. A nivel regional se ha identificado un alto consumo del producto en fresco, sumado a las condiciones de suelo y clima que se presentan en la región permite la producción de este cultivo en gran parte del año (Amaya, 2017).

La realización de labores culturales adecuadas y oportunas no son suficientes para mejorar los rendimientos de un cultivo. Se ha comprobado experimentalmente en varias plantaciones comerciales, que aumentando el número de plantas por área sembrada se puede incrementar de forma significativa el rendimiento.

Sin embargo, el aumento de la población por unidad de superficie se encuentra limitado. Se ha observado en estudios que dicha práctica puede llegar a disminuir el rendimiento y la calidad del producto, principalmente cuando se utilizan poblaciones demasiado altas por unidad de superficie (Montezuna, Ruiz, & Montenegro, 1986). Es por ello que el objetivo de este trabajo es comparar el efecto en la producción de tres densidades de siembra del cultivo de arveja (*P. sativum*) variedad Rabo de gallo, con el fin de obtener claridad en las distancias de siembra a utilizar en el cultivo de arveja en la vereda San José del municipio de Mutiscua Norte de Santander.

1.3 Delimitación

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar los conocimientos de los productores de arveja en el municipio de Mutiscua, con el fin de dar a conocer nuevas alternativas de manejo de densidades de siembra, aportando el conocimiento necesario para que los productores logren adoptar nuevas técnicas de carácter técnico- científico para optimizar el uso de semilla reduciendo los costos y obteniendo mejores rendimientos. El estudio estará delimitado a la utilización de distintas distancias de siembra, comparándolas con la siembra tradicional que manejan los productores del municipio de Mutiscua y viendo su efecto sobre los componentes de rendimiento. La siembra se realizó en la vereda San José, finca la Colorada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres densidades de siembra sobre los componentes de rendimiento y el rendimiento agronómico del cultivo de arveja (*P. sativum*) variedad Rabo de Gallo, bajo las condiciones de la vereda San José del municipio de Mutiscua, Norte de Santander

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar el efecto de la densidad de siembra sobre variables de crecimiento del cultivo de arveja variedad Rabo de Gallo, bajo las condiciones de la vereda San José del municipio de Mutiscua, Norte de Santander.

Comparar las diferentes densidades de siembra con respecto a la variable número de vainas por planta con el fin de estimar el rendimiento del cultivo de arveja.

Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de arveja variedad Rabo de Gallo, bajo las condiciones de la vereda San José del municipio de Mutiscua Norte de Santander.

CAPITULO II

2 Marco de referencia

2.1 Antecedentes

Internacionales

Mejía, (2019) llevó a cabo un estudio en la Granja Experimental "San Pablo", de la Facultad de Ciencias de Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. En el trabajo se manejaron teorías como el Comportamiento agronómico de tres variedades de arveja (*P. sativum*), sembradas a tres distancias de siembras se utilizaron 3 variedades temprana, Arvejón y Quantum como tratamientos, y 3 distanciamientos de siembra de 80 x 20; 70 x 30 y 90 x 25 cm. Las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud de vainas, número de vainas por planta, número de granos en vaina, rendimiento y análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que en la variable altura de planta desde los 7 a los 45 días después de la siembra, las variedades de arvejas registran variación respecto a los distanciamientos de siembra; la variedad Arvejón con distanciamiento de siembra de 80 x 20 cm registró mayor longitud de vainas; en lo referente a las variables vainas por planta y granos por vainas no existieron diferencias significativas, obteniendo promedios de 7 vainas por planta y 5 granos por vainas; en el rendimiento del cultivo, sobresalió la variedad Quantum con distancia de siembra de 70 x 30 cm con 6349,3 kg/ha.

En un trabajo realizado por Zepita & German, (2019) en la universidad mayor de San Andrés, la Paz Bolivia) se evaluó el efecto del fertilizante Biol (Es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre nosotros, en ausencia de oxígeno). Es una especie de vida (bio), muy

fértil (fertilizante), rentables ecológicamente y económicamente.) y densidades de siembra en arveja china (*P. sativum* var. Oregon sugar pod II) bajo ambiente protegido, se evaluaron tres densidades de siembra (15x10cm, 15x15cm y, 15x20cm), en el rendimiento de vaina en arveja china, se plantearon ocho variables de respuesta las cuales son; Días a la emergencia, días a la floración, altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de vainas, ancho de vainas, peso de vainas, número de vainas y análisis económico preliminar, en esta investigación se encontró que el rendimiento para los tres diferentes densidades de siembra, se obtuvo un mayor rendimiento de vainas de arveja china con la densidad uno (15x10cm), con 1.603,31g/tratamiento, con la densidad dos (15x15cm) se obtuvo un promedio de 1.419,97g/tratamiento y por último la densidad tres (15x20cm) con 1.319,61g/tratamiento.

Nacionales

En un trabajo realizado por Patiño & Checa, (2018) se evaluó el efecto de una mayor densidad de siembra sobre los indicadores de precocidad y componentes de rendimiento en líneas promisorias de arveja voluble (*P. sativum*) con gen afila (es un gen recesivo que reemplaza los folíolos laterales por numerosos zarcillos, conservando únicamente las estípulas, que abrazan el tallo). La investigación se realizó en el Centro de Investigación Obonuco, Pasto – Colombia. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. En este caso la parcela principal correspondió a cada una de las cuatro líneas promisorias de arveja voluble con gen afila y un testigo comercial que correspondió a la variedad Andina, las subparcelas fueron 4 densidades de siembra así: 80.000, 100.000, 160.000 y 200.000 plantas/ha. Además, se encontró que la línea L23 tuvo los mejores rendimientos con la

densidad de 200.000 plantas, mientras que la variedad regional Andina y L27 no mostraron respuesta en rendimiento cuando se incrementó la densidad de siembra.

En la granja LOPE del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA ubicada en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño, donde Casanova, Solarte & Checa, (2012) realizaron una investigación en la que el objetivo fue evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra sobre el periodo vegetativo y los componentes de rendimiento de siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*P. sativum*). Tomando densidades de siembra tales como; D1= 666.666; D2= 333.333; D3= 250.000 y D4=200.000 plantas por hectárea. Se encontró que no se observó un efecto significativo de las densidades de siembra evaluadas sobre las variables altura de la planta, días a cosecha en vaina verde y días a cosecha en grano seco. La densidad de 200.000 pl/ha superó en rendimientos en vaina verde a la densidad de 666666pl/ha Las densidades de 333.333, 250.000 y 200.000 plantas mostraron mayores rendimientos en grano seco con respecto a la densidad de 666.666pl/ha. Las variables número de vainas por planta, número de granos por vaina, rendimiento en vaina verde, rendimiento en grano seco y peso de 100 semillas, fueron afectados negativamente por la mayor densidad de siembra.

Regionales

Amaya, (2017) implementó el establecimiento de un proyecto productivo de arveja (*P. sativum*) en un área de 5.000 m² como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, Norte de Santander. El objetivo de la investigación fue determinar la densidad de siembra óptima en la producción de arveja (*P. sativum*) variedad Rabo de Gallo, donde se evaluaron variables como; altura de la planta y rendimiento en vaina verde. En tres densidades de siembra en doble hilera y la siembra tradicional, con relación a los componentes

de rendimiento en la producción. Se encontró que diferentes densidades de siembra evaluadas mostraron diferencias significativas con respecto al T3 con una distancia de 80 cm entre surco y 20 cm entre plantas y una densidad de (55.555 plantas); obtuvo un mejor rendimiento en vaina verde a diferencia de los otros tratamientos, lo que indica que las hileras con doble surco pueden generar un mayor rendimiento por hectárea a comparación de la siembra tradicional en hilera sencilla.

2.2 Marco Contextual

2.2.1 El departamento Norte de Santander.

Este departamento es un territorio heterogéneo el cual se compone por seis subregiones entre las cuales se encuentra la provincia de la región sur occidental con dos municipios Pamplona y Pamplonita, esta región posee variedad de pisos térmicos y tipos de suelos además de una gran diversidad de accidentes geográficos, se encuentra situado entre los 6°58' y 9°18' de latitud Norte y los 72°03' y 73°35' de longitud occidental del meridiano Greenwich, al nororiente del país Colombiano y es atravesado por la Cordillera Oriental (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

El departamento posee una extensión de 22.130 km, siendo el equivalente al 1,91% del territorio nacional, se divide en 40 municipios y 108 corregimientos, distribuidos en seis subregiones. Subregión Norte; Tibú, Bucarasica, El Tarra y Sardinata; Oriental; Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano y Villa del Rosario; Subregión Occidental: Ábrego, Cáchira, Convención, El Carmen, Hacarí, La Esperanza, La Playa, Ocaña, San Calixto y Teorema; Centro; Arboledas, Cucutilla, Gramalote, Lourdes, Salazar Santiago y Villacaro; Sur oriental: Bochalema, Chinácota, Durania, Herrán; Ragonvalia, Labateca y Toledo y Sur

Occidental o provincia de Pamplona: Cacota, Chitagá, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita y Silos, que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina (MADR, 2006).

Geográficamente el departamento y la provincia está ligada a la relación de la zona fronteriza entre Colombia con Venezuela, en el intercambio comercial y la captación de recursos financieros entre estos dos países, esta proximidad con Venezuela le permite desarrollar cultivos frutícolas con posibilidades de comercialización en este país. (Consonorc, 2010).

2.2.2 La provincia de Pamplona.

Esta provincia está situada en las coordenadas 72°39' de longitud al oeste de Greenwich y a 7°23' de latitud norte, actualmente Pamplona, limita: al Norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con Cécota y Mutiscua, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. Posee una extensión de 318 Km², una altitud de la cabecera municipal de 2200 metros sobre el nivel del mar y temperatura media 16°C.

La provincia de Pamplona la conforman los municipios de Chitagá, Cacota, Silos, Mutiscua, Pamplonita y Pamplona, siendo una región netamente agropecuaria y con predominio de lo rural sobre lo urbano, en el desarrollo agronómico Norte de Santander aparece en el puesto 14 dentro de los departamentos que siembran ciruela con aproximadamente 21 hectáreas sembradas, que posicionan al departamento Norte de Santander en el tercer lugar en el país. (Consonorc, 2010).

2.2.3 Municipio de Mutiscua.

El municipio de Mutiscua perteneciente a la provincia pamplonesa, está ubicado en la zona suroccidental del departamento siendo su posición geográfica Longitud Oeste 71°45'02'' Latitud Norte 07°18'07'' contando con una extensión total de 159 km², posee una altura de 2600msnm

en la cabecera municipal, la temperatura promedio es de 14°C. Cuenta como sistema hídrico principal el río La Plata, que más adelante será afluente de El Zulia, este nace en el Páramo, en Laguna Negra, además cuenta con las Lagunas de Surcurá, Colorada, La Torrecilla y Tapagua. (Consonorc, 2010).

2.2.4 Sector agrícola.

La economía del Municipio está ampliamente sustentada en su tradición agrícola, esta economía se basa principalmente en la agricultura mediante la siembra de hortalizas y tubérculo, estos son comercializados por intermediarios en los mercados de la región siendo estos los de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona. Además de esto se ha implementado la producción del sector pecuario siendo la trucha una alternativa económica que ha generado empleos en la región. (Consonorc, 2010).

2.3 Marco Teórico.

2.3.1 Generalidades del cultivo de arveja

Según (Krarup & Moreira, 1998). La arveja (*P. sativum*) pertenece a la familia Fabaceae, es una planta anual herbácea, el sistema radical presenta una raíz pivotante que desarrolla numerosas raíces laterales o secundarias, y raíces finas terciarias, en los pelos radicales se establecen los Rizobios formando los característicos nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico. Los tallos son trepadores y angulosos, las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos con vainas de 8 a 13cm de largo y suelen tener de 8 a 12 granos por vaina.

2.3.2 Origen y distribución

La arveja (*P. sativum*.) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. Existen evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10.000 años antes de Cristo que fueron descubiertas por arqueólogos que exploraban la “Cueva Espiritu” en la frontera entre Burma y Tailandia, en una excavación arqueológica en Jarmo, al noreste de Irak (FENALCE, 2010). Las especies cultivadas aparecieron después del trigo y la cebada, por lo que se supone que ya se cultivaban hacia el 7.800 a.c; fue introducida en Europa desde Asia por los romanos y griegos, ya como cultivo, hacia el año 500 a.c y se expandió por todo Asia y el resto de Europa, popularizándose las recetas que incluían arveja (Olvera et al., 2012). Las primeras identificaciones datan de 1.500, donde los botánicos encuentran especies de diferentes colores y texturas de grano. En América fue introducida por los españoles y ha sido cultivada durante cientos de años (Krall, 2006). A partir de ese momento, empezó a usarse también el grano fresco.

2.3.3 Identificación taxonómica

La arveja (*P. sativum*) es planta anual, herbácea con tallos trepadores y angulosos; existen variedades de crecimiento determinado y otro de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame. Las hojas tienen dos pares de folíolos y terminan en zarcillos, y presentan las siguientes características botánicas (Núñez, 2012).

Tabla 1.*ORGANIZACIÓN TAXONÓMICA DE LA ARVEJA.*

Rango	Nombre científico
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub familia	Faboideae
Genero	Pisum
Especie	<i>P. sativum</i> L.
Nombre científico	<i>Pisum sativum</i> L.
Nombre común	Arveja, guisante, chícharo

Fuente: Arveja *P. sativum* (Nolasco, 2001)

2.3.4 Fenología y desarrollo del cultivo

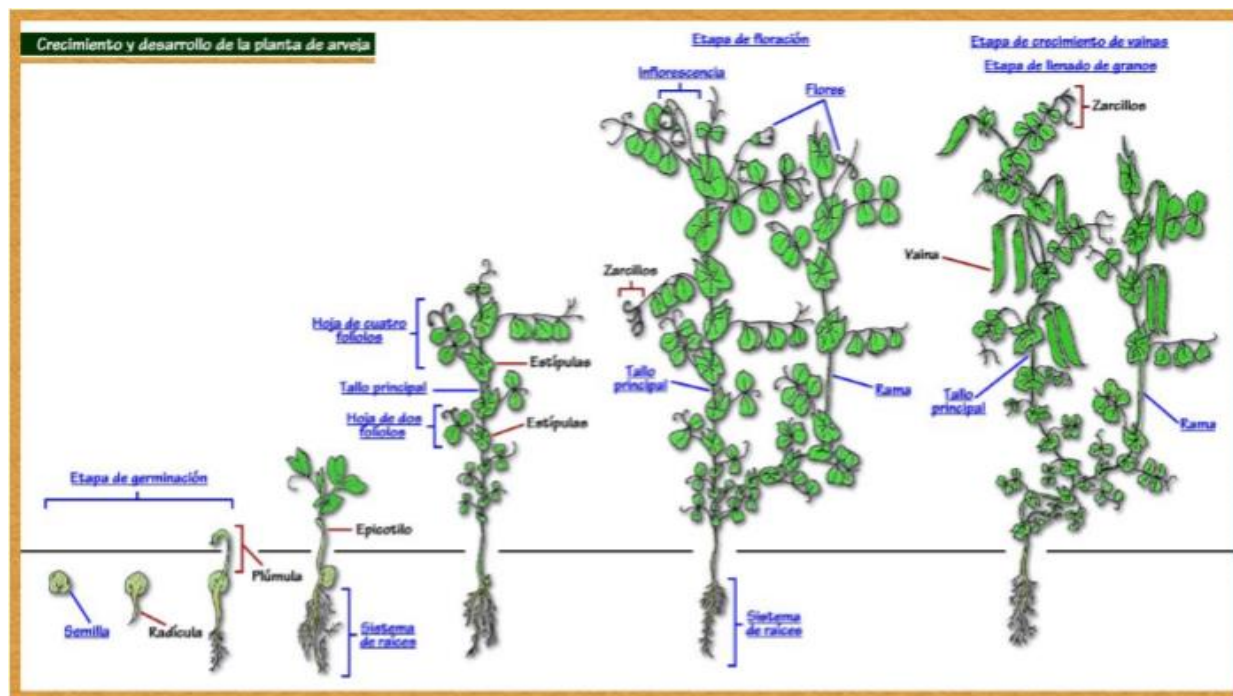
En condiciones de temperatura y humedad adecuadas en dos días aproximadamente la semilla de arveja empieza su proceso de germinación (Londoño & Naranjo, 1996). Después de la emergencia de una pequeña planta, se empiezan a desarrollar el primer par de hojas verdaderas y simultáneamente se desprenden los cotiledones. Esta emergencia ocurre de 10 a 15 días después de la siembra (Villareal, 2006; Flores, 2008).

Posteriormente, se forman los nudos vegetativos y el tallo principal comienza a ramificarse a partir del segundo nudo, el crecimiento del tallo continúa y van apareciendo las hojas, folíolos y zarcillos, simultáneamente las ramas laterales van creciendo, pero de menor tamaño.

Dependiendo de la variedad; esto se da entre las tres y seis semanas después de la siembra (Londoño & Naranjo, 1996). Seguido a esto continúa la etapa de floración que inicia entre los 25 a 30 días después de la siembra, en variedades precoces y entre 40 y 45 días en materiales más tardíos (Villareal, 2006). Por otro lado, el proceso de fecundación dura de dos a tres días, siendo las horas más efectivas las de máxima intensidad solar (Flores, 2008). Después de la fecundación, los pétalos se desprenden, dejando una vaina pequeña y por otra parte los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen; este hecho comienza a los 125 días de la siembra, y tiene una duración de 25 días aproximadamente (Londoño & Naranjo, 1996; Vaca, 2013; Villareal, 2006). Después de un tiempo de crecimiento lento, los granos entran a una fase de rápido crecimiento y por ende un abultamiento de las vainas; este se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. Lo anterior se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74% y el tamaño promedio de los granos al obtener este estado de madurez es dependiente de los cultivares (Londoño & Naranjo, 1996; Vaca, 2013; Villareal, 2006).

Figura 1.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE ARVEJA



(Fuente: Faiguenbaum, 1990)

2.3.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.3.5.1 Suelos

Estos deben ser de texturas medias, franco limosas a franco-arcillo arenosas, con profundidad efectiva de 45 a 60 centímetros, bien drenados, ricos en materia orgánica, pH o acidez de 5,5 a 6,5 y buena fertilidad natural o disponibilidad de nutrientes (Sánchez, 2015).

2.3.5.2 *Clima*

La arveja es una planta que se cultiva en climas fríos, medios y algo húmedo, en alturas sobre el nivel del mar que van desde los 1.800 a los 2.800 metros (Fenalce, 2006).

La arveja es un cultivo de clima templado algo húmedo y que se adapta al frío y periodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta lo que favorece su enraizamiento y el macollaje (Bolívar, 2013).

2.3.5.3 *Temperatura*

Su temperatura óptima es de 13 a 18 °C, con media máxima de 21 °C y mínima de 9 °C. Las flores, las vainas y los granos tiernos son fuertemente afectados cuando se presentan heladas a temperaturas de -1 a -2 °C (Mosquera, 2010). La planta de arveja detiene su crecimiento cuando la temperatura empieza a ser menores de 5 o 7 °C, el desarrollo vegetativo tiene su óptimo decrecimiento con temperaturas correspondidas entre 16 y 23 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C (Salvatierra, 2013).

2.3.5.4 *Requerimiento hídrico*

Este cultivo requiere de 250 a 380 milímetros de agua bien distribuidos durante el ciclo del cultivo, con mayor demanda durante la etapa de crecimiento y floración (Ramirez, 2018).

2.3.5.5 *Luminosidad*

La presencia de una buena luminosidad favorece los procesos de la fotosíntesis y de la transpiración de la planta, requiriéndose de 5 a 9 horas/sol/día. En el país se cultiva dentro de un amplio rango altitudinal comprendido entre los 2000 a 3 000 msnm (Paspuel, 2013).

2.3.6 Manejo agronómico del cultivo

2.3.6.1 Altitud y ciclo de cultivo

Se cultiva desde los 2000 hasta los 3200 m, en los más diversos agro ecosistemas, debiendo mencionar que su ciclo puede variar de 100 a 128 días y se siembra en áreas de temporal o secano bajo riego. Las formas de intercalar o rotar con otros cultivos varían de acuerdo con la zona y altitud (Guamán, 2010).

2.3.6.2 Preparación del suelo

El cultivo requiere suelos preparados para lograr una buena germinación de la plantación, incorporando la materia orgánica de 5 o más toneladas por ha en su preparación. Las labores de arada y surcado pueden realizarse con yunta o tractor. En terrenos inclinados, el surcado debe realizarse en sentido contrario a la pendiente, manteniendo un ligero desnivel para evitar la erosión y el encharcamiento del agua de riego (Gutiérrez, 2010).

2.3.6.3 Siembra y densidad poblacional

La siembra se realiza al inicio del período de lluvias o en cualquier época del año si se dispone de riego. La semilla debe ser depositada a una profundidad no mayor de 2,5 a 5 cm. Cuando la siembra se realiza en suelo seco, se debe regar en los siguientes 3 a 5 días. Si se realiza en suelo húmedo (Después del riego o una lluvia), la siembra se realizará a una hilera al costado o al fondo del surco, a chorro continuo o por golpes (Saunders, 2010).

Siembra al voleo, se realiza en zonas en donde se desarrollan cultivos con baja tecnología, la distribución de la semilla y la germinación no son uniformes, por lo cual se requiere una mayor cantidad de semilla, que puede ser de 60 a 80 kilogramos por hectárea, por lo que se recomienda

adelantar la siembra durante el semestre más seco del año, los rendimientos pueden alcanzar 4.000 kilos en vaina verde y 1.000 kilogramos de grano seco por hectárea (Mayorga, 2013).

Siembra en surcos para el cultivo de arveja con hábito de crecimiento voluble o indeterminado, por lo general la distancia de siembre entre surcos sencillos es de 1,0 a 1,2 metros y 10 centímetros entre sitios, dependiendo de la fertilidad del suelo como de la variedad a establecer; en el caso de surcos dobles la distancia entre pares de surcos es de 85 centímetros (Manzo, 2013).

Siembra con tutorado, es el sistema de siembra más recomendado, ya que facilita las labores del cultivo, un mejor control de malezas y una menor incidencia de enfermedades. Por su distribución homogénea y uniforme, permite el adecuado manejo agronómico, la distancia entre surcos puede ser de 1 a 1,2 metros y 10 centímetros entre sitios (Meier, 2013).

2.3.6.4 Fertilización

La fertilización se realiza en base al análisis del suelo, de no contarse con éste, se recomienda aplicar al momento de la siembra 4 sacos de 18-46-00 o de 10-30-10 por hectárea. Puede ser incorporado al voleo, pero es más eficiente aplicar ligeramente debajo de la semilla en surcos poco profundos. La arveja exige fósforo y potasio para asegurar buenos rendimientos y dulzura del grano tierno (Plus, 2010).

2.3.6.5 Control de Plagas y Enfermedades

Se recomienda realizar aplicaciones de pesticidas únicamente cuando sea necesario y después de haber comprobado la presencia de una plaga en niveles de población que ha alcanzado el

umbral económico, es decir cuando el nivel de la población o de ataque justifique realizar el control (Suquilanda, 2010).

2.4 Marco legal

2.4.1 Normas ambientales

Para enmarcar el proyecto se tiene como referencia las siguientes son las normas ambientales específicas en Colombia para lograr el desarrollo del proyecto:

- La ley 23 de 1973; objetivo: prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.

Acuerdo No.186

Capítulo VI. Trabajo de grado.

Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.
- Formular y evaluar proyectos.
- Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado:

El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en: Investigación: Comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación (Acuerdo No.186 del 02 de diciembre de 2005).

CAPITULO III

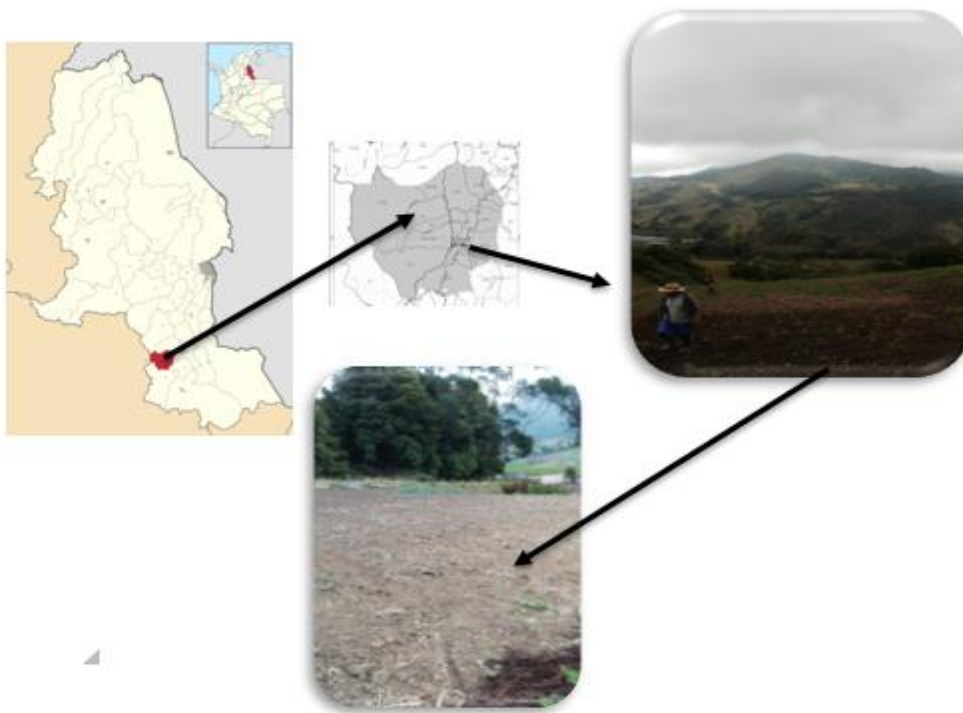
3. Metodología

3.1 Área de estudio.

El presente trabajo de grado se desarrolló en la finca La Colorada *figura 2*, ubicada en la vereda San José del municipio de Mutiscua perteneciente al departamento de Norte de Santander con coordenadas geográficas de; latitud $7^{\circ} 18' 12,7''$ y longitud $72^{\circ} 43' 22,8''$ a una altura de 2940 mmsm, y posee una temperatura de 12°C promedio.

Figura 2.

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO DE MUTISCUA VEREDA SAN JOSÉ.



(Fuente: Modificado de Google Maps, 2020)

3.2 Diseño experimental

Para el procesamiento de los datos se realizó un análisis de varianza multivariado (Manova) para evaluar el efecto de dos factores fijos tales como el tratamiento y los días después de la siembra. Circunstancia que no se puede evaluar con un Anova de un solo factor, y una prueba de comparación múltiple de medias por el procedimiento de Tukey ($p < 0,05$). En estadística el análisis multivalente de la varianza o **MANOVA** (por su nombre en inglés, **Multivariate análisis of variante**) es una extensión del análisis de la varianza o **ANOVA** para cubrir los casos donde hay más de un factor dependiente que no pueden ser combinadas de manera simple (Tratamiento y días después de la siembra). Se seleccionaron 9 plantas de cada tratamiento en total 81 planta a las cuales se les midió la altura, el área foliar, largo de la hoja, ancho de la hoja, largo por ancho de la hoja, diámetro del tallo número de vainas por planta. Se completaron 10 muestreos. El análisis de varianza multivariado (Manova), proporciona un análisis de varianza para las variables asociados a la planta de arveja), en función de una distribución factorial de tratamientos con niveles fijos, utilizando como fuente de variación al tratamiento y tiempo después de la siembra de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = m + P_i + D_j + P_i \times D_j + e_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = representa el valor observado de los parámetros asociadas al bloque, del tratamiento i y de los días después de la siembra j tomado al azar

m = valor de la media de la población

P_i = efecto del tratamiento i , donde $i = 1 \dots 3$

D_j = efecto del día después de la siembra j , donde $j = 1...2$

$P_i \times D_j$ = efecto interacción del tratamiento i con el día después de la siembra j

e_{ijk} = efecto aleatorio de la observación (media= cero; varianza= s^2)

Para el estudio del nivel del tratamiento se separaron en cuatro grupos, de acuerdo a la población muestreada por tratamiento. Los procedimientos de prueba del análisis multivariado fueron: Traza de Pillai, Lambda de Wilks, Traza de Hotelling y Raíz de Roy (Timm, 2002).

En el análisis de ANOVA para las variables escogidas, se usaron cuatro estadísticos de prueba para establecer si existieron diferencias o no a un nivel de $p < 0,05$ entre los tratamientos, los días después de la siembra y la interacción entre los tratamientos y los días después de la siembra evaluados sobre el conjunto de parámetros asociados a la hoja y el fruto (vaina), para aceptar o rechazar la hipótesis nula de igualdad de vectores de medias, e indicar que de los cuatro vectores de medias correspondientes a los tratamientos y los diez vectores de los días después de la siembra comparados, cuando menos un vector de medias pueda ser diferente o todos son iguales.

Se seleccionó un área experimental de 240 m² el área útil para cada una de las unidades experimentales se calculó descartando los extremos de los surcos y hallando el largo y ancho de estos mismos (tabla 3), cada tratamiento contaba con tres surcos, para el tratamiento testigo que corresponde a la densidad de siembra tradicional se utilizó una distancia entre surcos de 1,40cm sin distanciamiento entre plantas por lo que la siembra se realiza en chorrillo.

Para el análisis de las gráficas se utilizaron las medias móviles que son indicadores basados en datos básicos de cada variable y retrospectivos (que presentan autocorrelación entre ellos) que muestran el dato medio de un valor en un período de tiempo determinado. Una media móvil es una buena manera de medir el momento de la variable, así como de confirmar las tendencias y

definir las áreas de soporte y resistencia. Básicamente, las medias móviles suavizan el "ruido" al intentar interpretar gráficos de crecimiento. El ruido se compone de fluctuaciones dada por los datos atípicos de cada variable. Debido a que una media móvil es un indicador retrospectivo y que reacciona a eventos que ya han ocurrido en el tiempo después de la siembra, no se utiliza como un indicador predictivo, sino como un indicador interpretativo para conseguir confirmaciones y llevar a cabo los análisis.

3.3 Descripción de los tratamientos

En la Tabla 3, se puede observar los tratamientos y densidades de siembra y el número de plantas por hectárea, en la T0 siendo la densidad tradicional de los productores de la vereda tomada como referencia y las demás T1, T2 y T3 son las densidades a evaluar por cada tratamiento.

Tabla 2.

DENSIDADES DE SIEMBRA A EVALUAR.

Tratamientos	Distancias		Plantas/ha
	Entre surcos	Entre plantas	
T0 (0,0)	140cm	Siembra chorrillo	Indefinidos
T1 (1)	80cm	30cm	41. 666 Plantas
T2 (2)	90cm	20cm	55. 555 Plantas
T3 (3)	100cm	25cm	40. 000 Plantas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.

TAMAÑO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

Tratamiento	Tamaño por surco (m ²)	Surcos por parcela	Área útil m ²
TO (0,0)	20mX0,20m= 4	3	19,7mX0.18m=3,546
T1 (1)	20mX0,20m= 4	3	19,7mX0.18m=3,546
T2 (2)	20mX0,20m= 4	3	19,7mX0.18m=3,546
T3 (3)	20mX0,20m= 4	3	19,7mX0.18m=3,546

Fuente: Elaboración propia

3.4 Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron, altura de la planta, área foliar, largo de la hoja, ancho de la hoja, diámetro del tallo, para la cosecha se medirá el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos por tratamiento, peso total de los granos por planta, días a floración, días a cosecha en grano verde y producción en vaina verde. La metodología para cada variable en la toma de datos fue realizada de la siguiente manera:

3.4.1 Altura de la planta

La altura de la planta se midió 60 días después de la siembra, las mediciones se hicieron cada ocho días. Se tomarán tres plantas al azar por repetición siendo nueve muestras de cada tratamiento, esta se halló midiendo la distancia desde la base de la planta hasta el último foliolo.

3.4.2. Diámetro del tallo

Esta variable se tomó a 5 cm de altura de la base del tallo de la planta utilizando como herramienta el medidor de pie de rey, a 5 plantas al azar de cada tratamiento, 60 días después de la siembra.

3.4.2 Área foliar

La metodología de esta variable se desarrolló en la etapa crecimiento, se seleccionarán tres plantas por cada repetición de un tratamiento, clasificándolas en tres grupos: hojas extendidas (adultas), del tercio medio y juveniles. Posteriormente se tomó una fotografía a una altura de 18cm perpendicular al plano de los tres tipos de hojas, utilizando un fondo blanco cuadriculado. Para en análisis de imágenes existen en internet plataformas de software libre como ImageJ (Rasband,2007) que permite determinar el área de objetos gráficos en los que se introduce una referencia de tamaño conocido. Las fotografías se adjuntaron al programa ImageJ donde se calculó el área foliar.

3.4.3 Largo y ancho de la hoja

Esta variable se obtuvo al tomar las mismas hojas utilizadas para hallar el área foliar, nueve plantas de cada tratamiento, tres por cada repetición. Utilizando como instrumento de medición el pie de rey y una cinta métrica.

3.4.4 Número de vainas por planta

Este dato se tomó escogiendo una muestra de 9 plantas tomadas al azar de cada tratamiento, luego se contó el número de vainas de cada una y por último se sacó el promedio, este dato lo expreso en número promedio de vainas por plantas.

3.4.5 Número de granos por vaina

Esta variable se obtuvo contando los granos de 20 vainas tomadas al azar de cada tratamiento y registrando el promedio.

3.4.6 Peso de 100 granos por tratamiento

Para esta variable se tomó el peso de 100 granos por tratamiento.

3.4.7 Peso total de los granos por planta

Para la toma de este dato se acogió cinco plantas y se pesarán todos los granos de cada una de estas, y realizando un promedio por tratamiento.

3.4.8 Días a floración (DF)

Correspondió a los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas presentaron la primera flor abierta. Teniendo en cuenta la escala BBCH.

3.4.9 Días a cosecha en vaina verde (DCVV)

Correspondió a los días cuando las vainas alcanzaron el tamaño típico (madurez verde). Arvejas totalmente formadas, todo eso teniendo en cuenta la escala BBCH.

3.4.10 Rendimiento en vaina verde (RENVV)

Esta variable se determinó pesando el número total de vainas por surco experimental. Se llevó el rendimiento a kilogramos por hectárea (kg/ha)

3.5 Labores agronómicas

3.5.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de manera mecánica, con un tractor cuyo implemento fue un arado de disco para una mejor optimización del suelo al momento de la siembra y así poder realizar la división de las parcelas para cada uno de los tratamientos. (Anexo 2)

3.5.2 Siembra

Una vez preparado el terreno y delimitado las parcelas se procedió a la siembra utilizando semillas de arveja de la variedad Rabo de Gallo, la siembra se desarrolló de manera manual. Para los tratamientos T1, T2 y T3 se utilizaron 3 semillas por hueco a una profundidad de 1.5 cm, en el tratamiento T0 se realizó la siembra de manera tradicional a chorrillo a la misma profundidad utilizando rastrillos manuales (Anexo 3).

Esta semilla es utilizada por la mayoría de agricultores de la zona, debido a que es de muy buena calidad, presenta un grano grande, un gran número de granos por vaina por plantas y es bastante resistente al ataque de plagas y enfermedades, pero aun así estas semillas no son certificadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

3.5.3 Fertilización

La fertilización se fracciona en tres aplicaciones, la primera se efectuó los 60 días de sembrado el cultivo, y de ahí cada 15 días. Aplicando tres fertilizantes con nombre comercial CULTISEM DESARROLLO (13N-10P2O5-25K2O) este fertilizante es formulado con cristales solubles, su inyección al suelo, con concentraciones de potasio y nitrógeno, recomendado especialmente para suplir necesidades nutricionales del cultivo en etapa de producción, llenado de frutos y estructura. HUMITA*15 que es un fertilizante húmico líquido, 100% soluble en agua. Acompañados con ISABION (N: 140g/L-Carbono orgánico oxidable total 380g/L-Aminoácidos libres (17) 130g/L) que es un fertilizante orgánico de última generación, con aminoácidos y péptidos, recomendado para etapa de desarrollo vegetativo, floración y diferenciación de yemas.

3.5.4 Tutorado.

Después de la fertilización y a los 40 días después de la siembra se realizó el establecimiento del tutorado para la cuelga de las plantas de arveja (anexo 5). Teniendo en cuenta que este proceso agronómico facilita las labores del cultivo como lo son el manejo en el control de arvenses y por ende reducir el índice de plagas y enfermedades.

3.5.5 Manejo de arvenses

Esta labor se realizó de forma manual cada ocho días durante el tiempo de producción con el fin de asegurar un mejor manejo agronómico y así evitar la competencia entre plantas.

3.5.6 Control de plagas y enfermedades

Este control se realizó después de haber realizado los surcos, aplicando Clorpirifos 500 g/L con el fin de evitar daños a las semillas por insectos plaga. Seguido de esto se hicieron 4 aplicaciones, la primera fue con Carbe y Thiamethoxam. .141 g/L para el manejo de insectos plaga en el cultivo, la segunda se aplicó Azoxystrobin + Metalaxil-M y Lambdacihalotrina y Thiamethoxam para el control de enfermedades como dormidera, la tercera aplicación se realizó con Pyrimethanil. .600 g/L para el manejo de Botrytis (*Botrytis cinérea*) Myclobutanil 400 g/Kg para Antracnosis (*Colletotrichum corda*) y por último se aplicó Mancozeb para control de Mildew velloso (*Peronospora corda*), cabe aclarar que estas aplicaciones se realizaron cada 15 días después de los 60 días de sembrado el cultivo todas fueron de manera preventiva para las plagas y enfermedades anteriormente mencionadas.

3.5.7 Riego

El riego se aplicó mediante aspersores este tipo de riego consiste en hacer llegar el agua en forma de lluvia, utilizando para ello una serie de aspersores. La frecuencia de riego fue aproximadamente cada dos días y dependerá de las condiciones climáticas prevalecientes durante el tiempo de producción.

3.5.8 Cosecha.

La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra de forma manual, tomando como referencia la escala BBCH cuando las vainas alcanzan el tamaño típico (madurez verde) con arvejas de la arveja completamente formadas, la cosecha se realizó por tratamiento e inmediatamente pesando cada uno, mirando así sus rendimientos en kg/hectárea (Anexo 12).

3.6 Análisis estadístico

Con la base de datos se desarrolló un procedimiento Manova (usando el programa SPSS 23), que proporciona un análisis estadístico de varianza para las variables dependientes múltiples (parámetros morfofisiológicos asociados a la hoja y al tallo, y de rendimiento, asociados al fruto (Vaina), morfofisiológicos asociados a la hoja y al tallo y, componentes de rendimiento primario al momento de la cosecha), en función de una distribución factorial de tratamientos con niveles fijos, utilizando como fuente de variación el tratamiento y el tiempo después de la siembra, según el caso. Cuando el MANOVA fue significativo un nivel de $p < 0,05$, se aplicó una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para la separación de medias (Anexo 15). Para analizar la relación entre las variables de estudio se empleó un análisis de correlación Lineal de Pearson. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS 23 (Timm, 2002)

CAPITULO IV

4. Resultados y discusión

El análisis de Manova tabla 4, indica que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con respecto a las variables morfofisiológicas. En la tabla 6, se presentan los valores promedios obtenidos para las variables altura, área foliar, largo, ancho, largo por ancho, diámetro del tallo y número de vainas de la planta en respuesta a los diferentes tratamientos evaluados. En la tabla 6, donde se comparan las medias de los tratamientos, se muestra que el T2, fue significativamente más alto a un nivel de $p < 0,05$ que el resto de los tratamientos para los componentes de rendimiento, e indicó que el tratamiento es el adecuado para lograr cultivos de arveja con mayor producción resultado de las variables asociadas a la hoja y al fruto(vaina) de importancia agronómica. El Manova también en la tabla 4 muestra diferencias entre DDS a un nivel de $p < 0,001$. Es decir, indica que el estado fenológico tiene que ver con el desarrollo y expresión de los componentes primarios y secundarios del rendimiento del cultivo de la arveja.

Tabla 4.

PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO O CARACTERES MORFOFISIOLOGICOS CICLO DE PRODUCCIÓN DEL 2020.

Origen Modelo corregido	Variable dependiente	Tipo III de		Media cuadrática	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^a	
		suma de cuadrados	GL						
o	Altura (cm)	257375,64 ^a	35	7353,590	111,2	0,000	0,931	3890,22	1,000
	AF (cm ²)	16006,59 ^b	35	457,331	86,0	0,000	0,913	3010,57	1,000
	Largo(cm)	435,77 ^c	35	12,451	14,466	0,000	0,637	506,30	1,000

	Ancho(cm)	77,83 ^d	35	2,224	7,493	0,000	0,477	262,26	1,000
	Ancho por largo (cm ²)	33155,8 ^e	35	947,307	11,617	0,000	0,585	406,59	1,000
	Diámetro del tallo	1179,8 ^f	35	33,708	298,554	0,000	0,973	10449,4	1,000
	Numero de vainas por planta	15039 ^g	35	429,685	233,489	0,000	0,966	8172,12	1,000
Intersección	Altura (cm)	3309367,4	1	3309367,361	50020,9	0,000	0,994	50020,88	1,000
	AF (cm ²)	489550	1	489549,926	92076,1 2	0,000	0,997	92076,12	1,000
	Largo(cm)	35605,6	1	35605,593	41368,0 8	0,000	0,993	41368,08	1,000
	Ancho(cm)	8710,1	1	8710,074	29350,6 4	0,000	0,990	29350,64	1,000
	Ancho por largo (cm ²)	981236,63	1	981236,629	12032,7 9	0,000	0,977	12032,77	1,000
	Diámetro del tallo (cm)	5394,168	1	5394,168	47776,7 5	0,000	0,994	47776,747	1,000
	Numero de vainas por planta	14360,028	1	14360,028	7803,18 5	0,000	0,964	7803,185	1,000
Dds	Altura (cm)	253948,889	8	31743,611	479,803	0,000	0,930	3838,421	1,000
	AF (cm ²)	15861,803	8	1982,725	372,917	0,000	0,912	2983,339	1,000
	Largo(cm)	293,352	8	36,669	42,604	0,000	0,542	340,829	1,000
	Ancho(cm)	72,173	8	9,022	30,401	0,000	0,458	243,205	1,000
	Ancho por largo (cm ²)	26635,561	8	3329,445	40,829	0,000	0,531	326,629	1,000
	Diametro del tallo	1167,350	8	145,919	1292,41 9	0,000	0,973	10339,350	1,000
	Numero de vainas por planta	14983,611	8	1872,951	1017,75 5	0,000	0,966	8142,038	1,000
Trata	Altura (cm)	1632,528	3	544,176	8,225	0,000	0,079	24,676	0,992
	AF (cm ²)	113,565	3	37,855	7,120	0,000	0,069	21,360	0,981
	Largo(cm)	130,203	3	43,401	50,425	0,000	0,344	151,275	1,000
	Ancho(cm)	2,893	3	0,964	3,249	0,022	0,033	9,748	0,743
	Ancho por largo (cm ²)	5428,027	3	1809,342	22,188	0,000	0,188	66,563	1,000
	Diámetro del tallo(cm)	7,978	3	2,659	23,554	0,000	0,197	70,663	1,000
	Numero de vainas por planta	30,725	3	10,242	5,565	0,001	0,055	16,696	0,941
DDS * Trata	Altura (cm)	1794,222	24	74,759	1,130	0,309	0,086	27,120	0,862

	AF (cm ²)	31,221	24	1,301	0,245	0,000	0,020	5,872	0,195
	Largo(cm)	12,219	24	0,509	0,592	0,938	0,047	14,197	0,504
	Ancho(cm)	2,763	24	0,115	0,388	0,996	0,031	9,310	0,317
	Ancho por largo (cm ²)	1092,164	24	45,507	0,558	0,955	0,044	13,393	0,474
	Diametro del tallo(cm)	4,445	24	0,185	1,640	0,032	0,120	39,368	0,974
	Número de vainas por planta	24,636	24	1,026	0,558	0,956	0,044	13,387	0,473
Error	Altura (cm)	19054,000	288	66,160					
	AF (cm ²)	1531,237	288	5,317					
	Largo(cm)	247,882	288	0,861					
	Ancho(cm)	85,467	288	0,297					
	Ancho por largo (cm ²)	23485,513	288	81,547					
	Diametro del tallo	32,516	288	0,113					
	Numero de vainas por planta	530,000	288	1,840					
Total	Altura (cm)	3585797,000	324						
	AF (cm ²)	507087,753	324						
	Largo(cm)	36289,250	324						
	Ancho(cm)	8873,370	324						
	Ancho por largo (cm ²)	1037877,894	324						
	Diametro del tallo	6606,457	324						
	Numero de vainas por planta	29929,000	324						
Total, corregido	Altura (cm)	276429,639	323						
	AF (cm ²)	17537,827	323						
	Largo(cm)	683,657	323						
	Ancho(cm)	163,296	323						
	Ancho por largo (cm ²)	56641,265	323						
	Diámetro del tallo	1212,289	323						
	Numero de vainas por planta	15568,972	323						

a. R al cuadrado = ,931 (R al cuadrado ajustada = 0,923)

b. R al cuadrado = ,913 (R al cuadrado ajustada = 0,902)

c. R al cuadrado = ,637 (R al cuadrado ajustada = 0,593)

d. R al cuadrado = ,477 (R al cuadrado ajustada = 0,413)

e. R al cuadrado = ,585 (R al cuadrado ajustada = 0,535)

f. R al cuadrado = ,973 (R al cuadrado ajustada = 0,970)

g. R al cuadrado = ,966 (R al cuadrado ajustada = 0,962)

h. Se ha calculado utilizando alpha = 0,05

Fuente: archivo personal

La tabla 6 donde está los resultados de la prueba de Tukey muestra que la distribución marginal por tratamiento fue mayor para 2. Con el análisis realizado, pudiera aseverarse que la

interacción (dds*trata) no fue significativa tabla 4, entre los días después de la siembra y los tratamientos. Del mismo modo, la prueba de efectos intersujetos a un nivel de $p < 0,05$, mostró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos respecto de los siete parámetros asociados a la planta de arveja (tabla 4). Se pudo constatar que, hubo diferencias significativas entre los componentes de rendimiento asociadas a la planta de arveja, lo que se atribuyó al efecto del tratamiento y a los días después de la siembra. En los análisis realizados sobre los resultados obtenidos, se apreció que existen diferencias entre los componentes de rendimiento asociadas a la planta de arveja (efecto del tratamiento), y no se apreció efectos de interacción entre tratamiento y días después de la siembra, comparando las variables de los grupos experimental.

Un análisis de los citados efectos permitió afirmar que los valores de las variables asociadas al fruto (vaina) mejoraron en el tratamiento 2, y que mejora la expresión de las otras variables en este tratamiento a los encontradas a los otros tratamientos usados (tabla 4). La interacción días después de la siembra y el tratamiento no fue significativa para cada una de las variables estudiadas.

En el análisis de Anova para las variables asociadas a la planta de arveja presentes en la tabla 5, se evidencia que existieron diferencias a un nivel de $p < 0,05$ entre los tratamientos. Los días después de la siembra y la interacción entre los tratamientos y los días después de la siembra evaluados sobre el conjunto de parámetros asociados a la planta, por tanto, se aceptó la hipótesis nula de igualdad de vectores de medias, lo cual indicó que de los cuatro vectores de medias correspondientes a los tratamientos y los diez vectores de los días después de la defoliación comparados, cuando menos un vector de medias fue diferente.

Existieron diferencias a un nivel de $p < 0,05$ entre los tratamientos e indicó que existieron diferencias para las variables componentes de rendimiento altura, área foliar, largo, ancho, largo por ancho, diámetro del tallo número de vainas fueron mayores en el T 2 (figuras 3 a 7),

Tabla 5.

PRUEBAS MULTIVARIANTE.

Efecto		Valor	F	GL de hipótesis	GL de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^d
Intersección	Traza de Pillai	1,000	129218 ^b	7	282	0,000	1,000	904526	1
	Lambda de Wilks	0,000	129218 ^b	7	282	0,000	1,000	904526	1
	Traza de Hotelling	3208	129218 ^b	7	282	0,000	1,000	904526	1
	Raíz mayor de Roy	3208	129218 ^b	7	282	0,000	1,000	904526	1
Dds	Traza de Pillai	2,42	19,04	56	2016,	0,000	0,346	1066,13	1
	Lambda de Wilks	0,001	80,63	56	1523,9 27	0,000	0,653	2871,7	1
	Traza de Hotelling	87,62	438,53	56	1962,0 00	0,000	0,926	24557,6	1
	Raíz mayor de Roy	75,91	2732,9 ^c	8	288,00 0	0,000	0,987	21863,2	1
Trata	Traza de Pillai	0,661	11,5	21	852,00 0	0,000	0,220	240,91	1
	Lambda de Wilks	405	14,3	21	810,30 2	0,000	0,260	284,58	1
	Traza de Hotelling	0,307	17,5	21	842	0,000	0,303	366,8	1
	Raíz mayor de Roy	0,178	47,8 ^c	7	284	0,000	0,541	334,467	1
dds * Trata	Traza de Pillai	459	0,841	168	2016	0,927	0,066	141,341	1
	Lambda de Wilks	608	0,871	168	1914	0,876	0,069	140,871	1
	Traza de Hotelling	542	0,904	168	1962	0,802	0,072	151,795	1
	Raíz mayor de Roy	284	3,407 ^c	24	288	0,000	0,221	81,778	1

a. Diseño: Intersección + dds+ Trata + dds* Trata

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

d. Se ha calculado utilizando $\alpha = p < 0,05$

Tabla 6.

RESULTADOS DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LA ARVEJA USANDO LA COMPARACIÓN DE MEDIAS MÚLTIPLE DE TUKEY.

TRATAMIENTO	Altura de la planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Largo de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Ancho por largo de la hoja (cm ²)	Diámetro del tallo (cm)	Numero de vainas por planta
0,0	98,61b	38,7b	9,49c	5,05b	48,4c	3,84c	6,47b
1	101,4ab	38,4b	10,57b	5,3a	56,4ab	4,10b	6,61b
2	104,6a	39,9a	11,25a	5,24a	59,6 ^a	4,27 ^a	7,17 ^a
3	99,7b	38,6b	10,63b	5,16ab	55,7b	4,11b	6,38b

Nota: Las letras con diferente letra presentan una diferencia a un $p < 0,05$ Fuente: Elaboración propia.

Efecto de las densidades de siembra sobre la altura de la planta de arveja

La altura de las plantas permite evidenciar una mejor respuesta del cultivo a los tratamientos por efecto de la plasticidad fenotípica que tiene que ver con la variación de un carácter morfológico ante el cambio del medio ambiente representado por las diferentes poblaciones. Las alturas más altas se apreciaron en T2 y T1 y mostraron diferencias a un nivel de $p < 0,05$ con los otros tratamientos en el caso de T2. Aunque T1 no presentó diferencias a un nivel $p < 0,05$ con T3 y T0. Las menores alturas se observaron en T0 y T3 con la siembra tradicional, la distancia entre plantas de este tratamiento fue nula debido a que esta se realizó al voleo lo que evidencia que las plantas no respondieron favorablemente a esto ya que la competencia por agua, nutrientes y luz fue mayor (Figura 3) y en la tabla 6. De igual forma se realizó una regresión lineal simple con el fin de ver cual tratamiento se comportó mejor durante la evaluación de la variable altura de la planta en la cual se encontraron con R cuadrado menores en el tratamiento uno.

ALTURA REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

$$T_0 = 3,177 + 0,015 \text{dds}$$

$$R^2: 0,878 \quad \text{SCr: } 1,053$$

$$T_1 = 3,230 + 0,015\text{dds}$$

$$R^2: 0,778 \text{ SCr: } 2,078$$

$$T_2 = 1,444 - 27,528\text{dds}$$

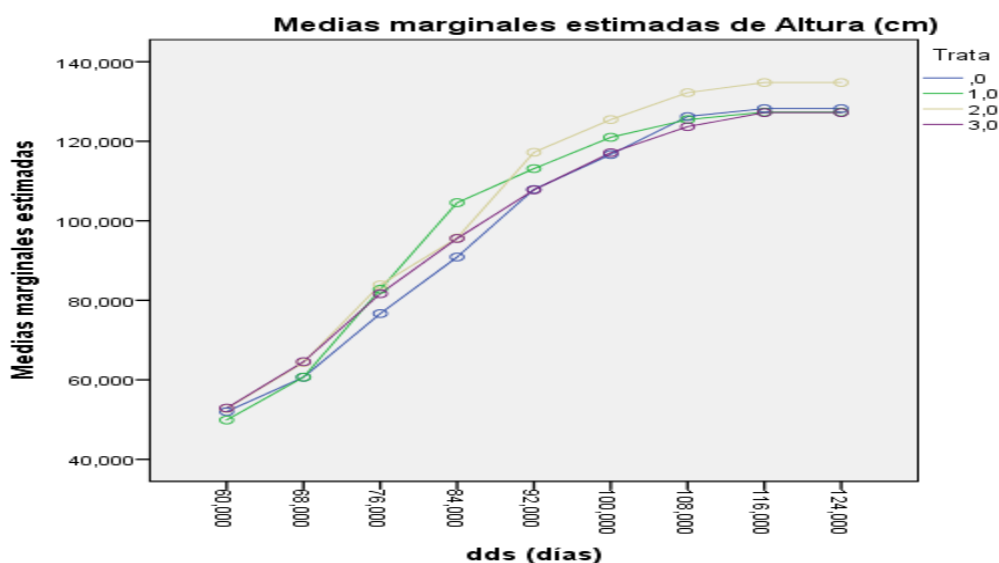
$$R^2: 0,802 \text{ SCr: } 16120,624$$

$$T_3 = 3,295 + 0,014\text{dds}$$

$$R^2: 0,864 \text{ SCr: } 1,025$$

Figura 3.

ALTURA DE LAS PLANTAS DE ARVEJA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.



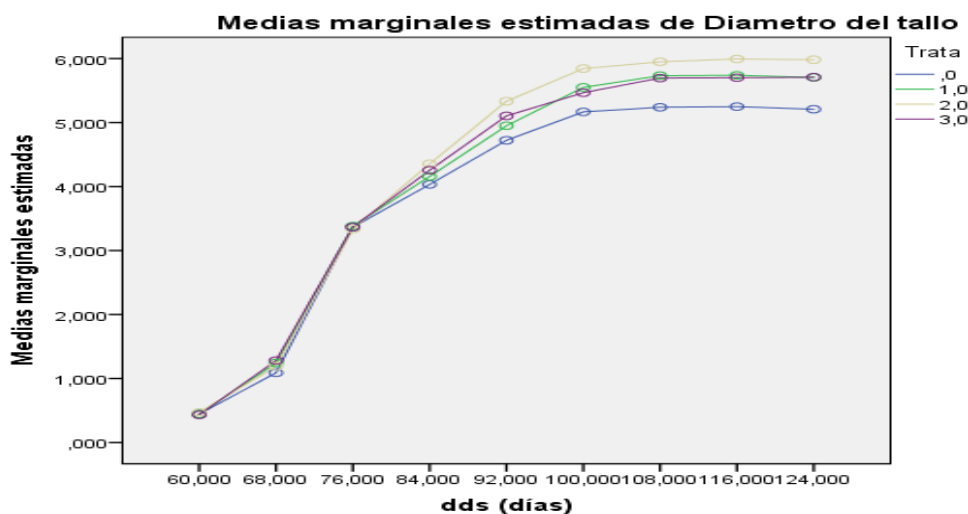
Por otro lado, la altura de las plantas observada en este estudio resultó mucho más altas con promedios de 120-130cm a las obtenidas por Checa, Bastidas & Narváez (2017), en un trabajo en el cual realizaron una evaluación agronómica de diferentes variedades de arveja en diferentes épocas de siembra, donde encontraron valores promedios de 18,37cm y 27,94cm entre las diferentes épocas de siembra y líneas evaluadas en ese trabajo.

Por su parte, Mejía, (2019), obtuvo valores de altura de las plantas también por debajo a los encontrados en este estudio, se observó que el mayor valor en la variedad Arvejón con 64,8 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor promedio para la variedad Temprana con 27,9 cm.

Efecto de las densidades de siembra sobre el diámetro de la planta de arveja

Figura 4.

DIÁMETRO DE LAS PLANTAS DE ARVEJA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.



El mayor diámetro se observó en T2 (figura 4 y tabla 6) y mostró diferencias a un nivel de $p < 0,05$ con los otros tratamientos. T1 no presentó diferencias a un nivel $p < 0,05$ con T3. Los menores diámetros se observaron en T0 con la siembra tradicional que presentó diferencias a un nivel $p < 0,05$ con los otros tratamientos, la distancia entre plantas de este tratamiento fue nula debido a que esta se realizó al voleo lo que evidencia que las plantas no respondieron favorablemente a esto ya que la competencia por agua, nutrientes y luz fue mayor. También se

realizó una regresión para ver la entrada de la variable diámetro del tallo en la que se encontraron mejores R cuadrados en el tratamiento dos.

DIAMETRO DEL TALLO REGRESIÓN CUADRÁTICA

$$DIAT_0 = 0,466 + 0,063dds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,948 \text{ SCr: } 0,260$$

$$DIAT_1 = 0,420 + 0,063ds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,961 \text{ SCr: } 0,206$$

$$DIAT_2 = 0,185 + 0,069dds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,962 \text{ SCr: } 0,235$$

$$DIAT_3 = 0,375 + 0,065dds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,96 \text{ SCr: } 0,221$$

Efecto de las densidades de siembra sobre el área foliar de las hojas de arveja

En la tabla 6, podemos observar que se encontraron diferencias estadísticamente a un nivel de $p > 0,05$ entre los diferentes tratamientos que fueron objeto de estudio en este trabajo. T2, podemos apreciar en la media observada que fue significativamente más alto a un nivel de $p < 0,05$ que el resto de los tratamientos (figura 5). De igual forma se realizó una regresión para el área foliar en la que se encontraron R cuadrados mayores en el tratamiento dos.

AREA FOLIAR REGRESIÓN CUADRÁTICA

$$AFT_0 = -91,674 + 2,756dds - 0,04dds^2$$

$$R^2: 0,898 \text{ SCr: } 415,429$$

$$AFT_1 = -89,544 + 2,697dds - 0,014dds^2$$

$$R^2: 0,829 \text{ SCr: } 739,198$$

$$AFT_2 = -97,203 + 2,891dds - 0,015dds^2$$

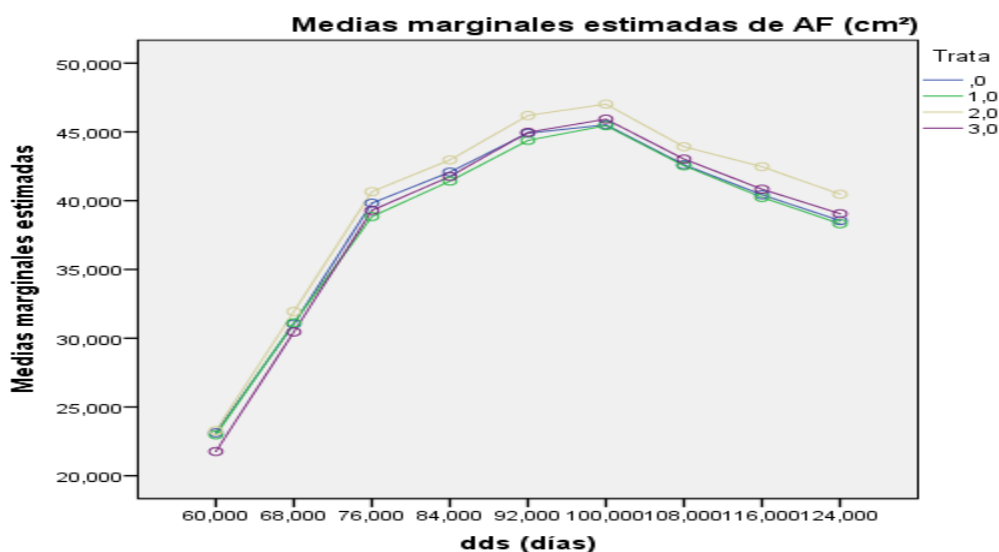
$$R^2: 0,929 \text{ SCr: } 311,890$$

$$AFT_3 = -97,950 + 2,867dds - 0,014dds^2$$

$$R^2: 0,908 \text{ SCr: } 428,223$$

Figura 5.

ÁREA FOLIAR DE LAS HOJAS DE ARVEJA CON RESPECTO A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS.



La tabla 6 y la figura 5 muestra que el T2 presentó diferencias a un nivel de $p < 0,05$ con los otros tratamientos. T2 y T3 no presentaron diferencias a un nivel de $p < 0,05$. T2 y T3 presentaron diferencias a un nivel de $p < 0,05$ con T0. La determinación de área foliar como determinante del rendimiento agronómico se realiza en la investigación agrícola, se ha empleado en estudios básicos de fisiología (Enciso y Gómez, 2004), mejoramiento (Kolukisaoglu y Thurow, 2010), o nutrición vegetal (Pagola et al., 2009). La hoja fotosintéticamente activa es la superficie de intercambio gaseoso entre la planta de arveja y el medio ambiente, es allí donde se realiza la fotosíntesis; la intensidad de estos intercambios en procesos como la respiración

vegetal, transpiración cuticular y estomática y la actividad fotosintética tienen una relación directa con el área foliar, lo indica que el T2 es el que más fotosíntesis y transpiración realizó por el tamaño de la hoja que actúa como órgano fuente para la producción de fotoasimilados. Que serán transportados al órgano demanda para su llenado (Vaina).

El área foliar obtenido en este estudio estuvo por debajo al encontrado por Checa & Riascos (2018) en el cual obtuvieron áreas foliares que oscilaron entre 46,8 y 151,7cm² en un ensayo en el cual evaluaron la selección de líneas de arveja con gen afila bajo dos densidades de población.

Al respecto Mera et al. (1989), afirman que bajo condiciones favorables y dependiendo de la variedad, las plantas de arveja pueden producir hasta cuatro ramificaciones basales cuando las plantas están espaciadas, esto hace que tenga más área foliar para producir vainas, aumentando el NVP.

Modelo de regresión para estimar el área foliar del tratamiento 2

De acuerdo con Quevedo et al., (2012) y (2017b), quien trabajó en otra especie (*Prunus pérsica*) se logró establecer y comprender las interacciones entre las estimaciones área foliar del mejor tratamiento establecido T2. Por lo tanto, un método simple, barato, rápido, fiable y no destructivo, para estimar el área foliar fue necesario con el fin de realizar los experimentos en campo (Kumbhani et al., 2017).

Las variables independientes para la modelación y predicción del área foliar fueron el producto del largo por el ancho de la hoja (cm²) tal como lo determinó Buttaro et al., (2015), además del peso seco del área foliar (g), tal como lo reportado por Quevedo et al., (2012) Valvuenza et al., (2016) a partir de las mediciones del largo y el ancho de las hojas, estimaron eficientemente el área foliar en *B. brizantha* usando la ecuación: $bo + b_3 X_3$, donde, bo : constante y

$b_3 X_3$: largo por ancho de las hojas y obtuvieron un coeficiente de regresión de (0,67), valor por debajo del presente trabajo.

Según el análisis de varianza (tabla 7), el modelo utilizado fue Mutiscua $AF=***23,208+***4,771DT-***0,571NVP$. Esta ecuación se utilizó, para estimar el área foliar, variables regresoras no destructivas, lo que le dio ventajas para su medición en campo por su bajo costo, tal como lo demuestran trabajos hechos por Casierra-Posada et al., (2017). Los datos recabados presentaron una distribución normal validando los supuestos del modelo y un R^2 : 0,865. El criterio de predicción de Mallows (Cp) presento valores bajos para el modelo. Las variables independientes diámetro del tallo (cm) y, numero de vainas por planta fueron las que se comportaron en forma adecuada para estimar el área foliar de la arveja (Anexo 14).

Tabla 7.

MODELO SELECCIONADO PARA ESTIMAR EL ÁREA FOLIAR DE ARVEJA EN MUTISCUA.

Localidad	Modelo seleccionado	Manov a	n	R^2	R^2 Ajustado	C(p)
Mutiscua	$AF=***23,208+***4,771DT-***0,571NVP$	***	81	0,865	0,864	15,900

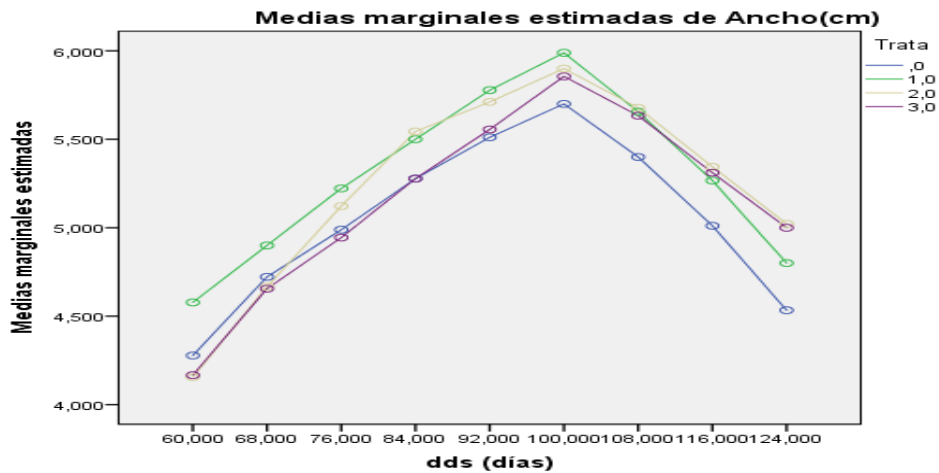
AF: Área foliar, **DT:** Diámetro del tallo, **NVP:** Número de vainas por planta. **NS:** No hubo significancia, *****:** $p < 0,001$.

Efecto de las distintas densidades de siembra en las variables largo, ancho y largo por ancho de las hojas.

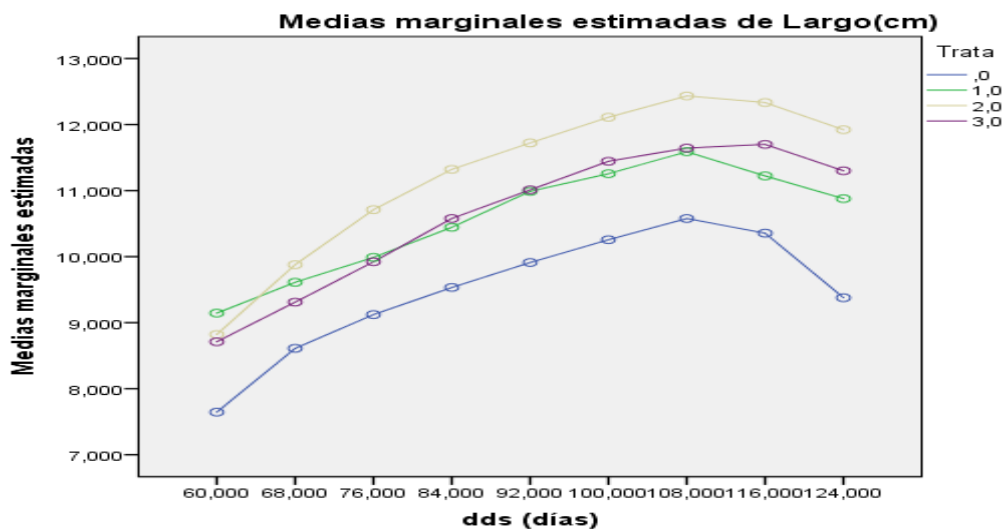
Figura 6.

VARIABLES A. ANCHO B. LARGO Y C. ANCHO POR LARGO DE LAS HOJAS.

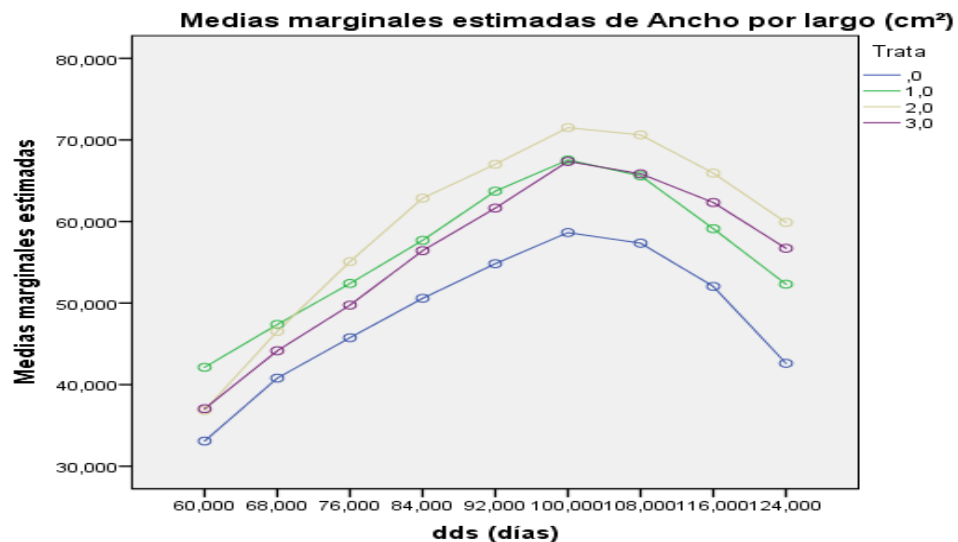
A. Ancho(cm)



B. Largo(cm)



C. Ancho por largo (cm²)



En la tabla 6, y en la figura (6 B) podemos observar que el largo de la hoja fue significativamente más alto a un nivel de $p < 0,05$ que corresponde a T2 con respecto a los demás tratamientos, el largo de la hoja fue estadísticamente más bajo a un nivel de $p < 0,05$ en T0 comparado con el resto de los tratamientos, y Entre T1 y T3 no hubo diferencias a un nivel de $p < 0,05$.

En la tabla 6 y en la figura (6A) en el ancho de la hoja se puede apreciar que los tratamientos T1, T2 fueron significativamente más alto a un nivel de $p < 0,05$ con respecto a los demás tratamientos, T3, no presento diferencias con T0 ni con T1 y T2. El ancho de la hoja fue más bajo a un nivel de $p < 0,05$ en T0.

En la tabla 6 y en la figura (6C) el ancho por largo de la hoja se pudo observar que el T2 y T1 fue significativamente mayor a los demás tratamientos aún nivel de $p < 0,05$. T1 no presentaron diferencias estadísticas a un nivel de $p < 0,05$ con T3. El T0 fue el que menor valor para esta variable a un nivel de $p < 0,05$ con respecto a los demás tratamientos evaluados.

Efecto de las distintas densidades de siembra sobre el número de vainas por planta del cultivo de arveja

En la figura 7, se puede observar que el número de vainas por planta fue significativamente más alto a un nivel de $p < 0,05$ en el T2 durante todo el ciclo del cultivo, con respecto a los demás tratamientos. El número de vainas por planta fue más bajo a un nivel de $p < 0,05$ en el T3 comparado con los demás tratamientos. Los T0, T1 y T3 no hubo diferencias según la (figura 7). Y la regresión cuadrática realiza a los diferentes tratamientos evaluados en el trabajo.

NUMERO DE VAINAS POR PLANTA REGRESIÓN CUADRÁTICA

$$DIAT_0 = 4,368 - 0,050dds + 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,950 \text{ SCr: } 2,684$$

$$DIAT_1 = 4,060 + 0,043ds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,944 \text{ SCr: } 3,068$$

$$DIAT_2 = 3,790 + 0,038dds - 0,0001dds^2$$

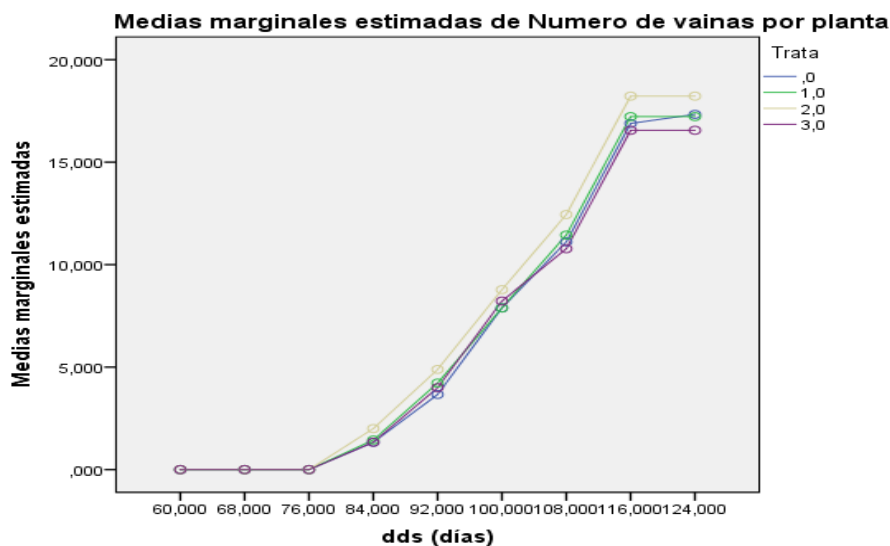
$$R^2: 0,927 \text{ SCr: } 3,923$$

$$DIAT_3 = 3,951 + 0,040dds - 0,0001dds^2$$

$$R^2: 0,930 \text{ SCr: } 3,639$$

Figura 7.

*NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
EVALUADOS EN EL CULTIVO DE ARVEJA.*



En la tabla 6 y en la figura 7 se muestra que los valores promedios acompañados por letras distintas indican diferencias estadísticas para esta variable a un $p < 0,05$ entre los tratamientos siendo mayor para T 22(90cm ES-20cm EP) con respecto a T0:0,0, Siembra tradicional, T1:1 (80cm ES-30cm EP) y, T3: 3 (100cm ES-25cm EP).

Lo dicho anteriormente da a conocer que al aumentar el número de plantas por unidad de área produjo una baja en el número de vainas por planta, lo cual es aceptado, debido a que a mayores densidades de siembra hay siempre una mayor competencia por luz y nutrientes que afectaron la expresión de esta variable (Ligarreto, 2006)

Autores como Gonzáles & Ligarreto (2006) Afirman que el número de vainas por planta es una variable que es bastante afectada por las altas densidades de siembra del cultivo, debido a que están presenta mayor competencia intraespecífica, de manera que a mayor número de plantas por hectárea menor será la producción de vainas por planta.

Los resultados obtenidos en este ensayo fueron parecidos a los obtenidos por Casanova, Solarte & Checa (2011) quienes obtuvieron valores con promedios de 20,1 y 20,25 vainas por

planta, en una evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisoras de arveja arbustiva.

Por otro lado, Patiño (2018) realizó un ensayo en la universidad de Nariño donde se valuó la densidad de siembra en líneas de arveja voluble, encontrando que las densidades de 80.000 y 100.000 plantas por hectárea mostraron un mayor número de vainas por planta con promedios de 33,33 y 32,37 respectivamente, superando a las densidades 160.000 y 200.000 plantas por hectárea que obtuvieron 20,13 y 20,00 vainas por planta. En comparación con los datos obtenidos en este trabajo en el cual se encontraron promedios de 15 a 20 vainas por planta, estuvieron por debajo a los expuestos anteriormente por Patiño en el 2018.

Efecto de las distintas densidades de siembra sobre los días a floración

En la tabla 8, se observa que el número de días a floración fue parecido entre los tratamientos donde la media presentada fue de 73,5 por lo tanto, no se encontró diferencia estadística para esta variable. Según González y Ligarreto (2006), tanto el número de vainas como los días a floración son variables susceptibles a la densidad de población del cultivo y a las condiciones ambientales.

Tabla 8.

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA LA VARIABLE DÍAS A FLORACIÓN.

Grupos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Error típico
Tratamientos	4	0	3	1,5	1,29099445	0,64549722
NDF	4	73	74	73,5	0,57735027	0,28867513

NDF: Número de días a floración. N: número de muestras.

Fuente: Elaboración propia.

En un trabajo realizado por Casanova, Solarte & Checa (2011) donde se evaluaron cuatro densidades de siembra en siete líneas promisoras de arveja arbustiva. Se observó que las plantas necesitaron entre 61,33 y 65 días para iniciar la floración.

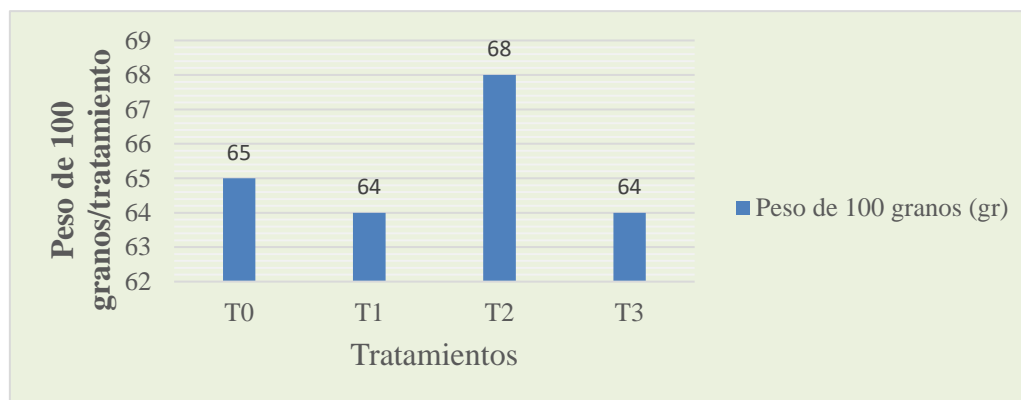
Por otra parte, Valencia et al., (2011), en un estudio de evaluación de 20 líneas de arveja (*P. sativum*) de hábito indeterminado y su reacción al complejo de *Ascochyta*, reportaron la floración entre 46 y 73 días después de la siembra.

Efecto de las distintas densidades de siembra sobre el peso de 100 granos por tratamiento

Se observó el mayor peso lo genero el T2 seguido de T0, superando significativamente a los T1 y T3 quienes tenían promedios iguales de 64 gramos (figura 4). se puede apreciar que a mayor cantidad de plantas por área menor es el peso de los granos, y que al disminuir las densidades de población el peso de las semillas se incrementa, debido a que a menor competencia intraespecífica por la toma de nutrientes y mayor aireación se favorece el desarrollo fisiológico y reproductivo de las plantas y mayor peso de los granos (Forero & Ligarreto, 2009).

Figura 8.

PESO DE 100 GRANOS POR TRATAMIENTO.



Autores como Montezuma & Ruiz (1974), afirman que un aumento en la densidad de siembra trae como consecuencia la disminución en el peso de los granos.

Por otra parte, Mera (1989), encontró resultados similares a los encontrados en este trabajo, con unos resultados promedios de 60 a 70gramos por los cien granos pesados, determinando que el peso del grano estuvo inversamente correlacionado con densidades de siembra altas.

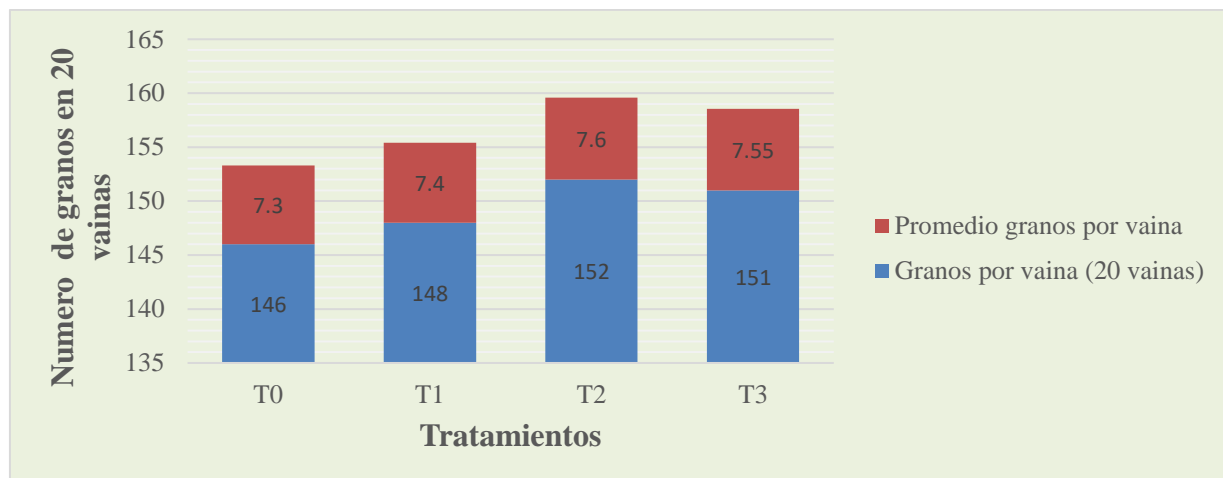
Sin embargo, los estudios de Castro (1995), indican que el peso de los granos fue una de las variables menos afectada por el efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y sus componentes.

Efecto de las distintas densidades de siembra sobre número de granos por vaina

Los tratamientos T2 y T3 presentaron el mayor número de granos en promedio por vaina respectivamente, a diferencia de los T0 y T1 que presentaron los valores más bajos con respecto a los otros tratamientos.

Figura 9.

NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.



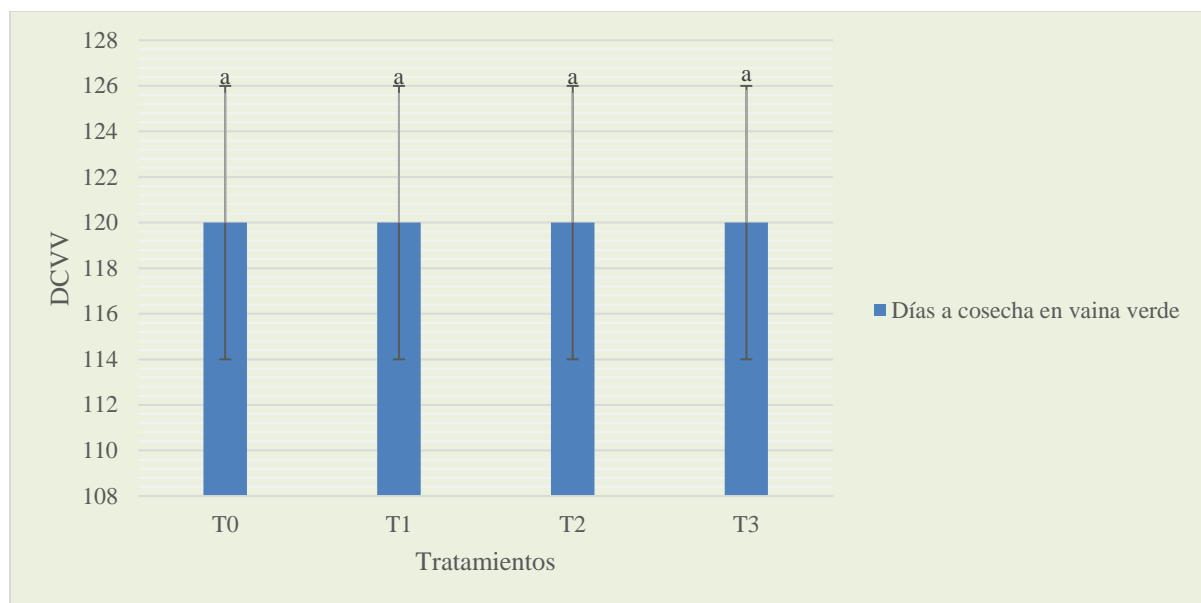
Autores como Páez et al, (2000) & Mera (1989), corroboran que a menores distancias de siembra y por ende mayores densidades de plantas por hectárea se presenta menor producción de fruto debido a la alta competencia que se genera por nutrientes, espacio y radiación, por lo que se ven reflejadas en las bajas producciones de número de vainas por plantas, al igual que el número de granos por vaina.

Efecto de las distintas densidades de siembra sobre días a cosecha en vaina verde

Como se observa en la figura 10, no hay diferencias estadísticamente a un nivel de $p > 0,05$ entre los diferentes tratamientos con respecto a los días a cosecha en vaina verde, recalando que esta variable se ve más afectada por las condiciones ambientales y la constitución genéticas de las plantas, que por las densidades de siembra evaluadas.

Figura 10.

DÍAS A COSECHA EN VAINA VERDE.



Barras con valores promedios acompañados por letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas a un nivel de $p < 0,05$ entre los tratamientos. T0: Siembra tradicional; T1: (80cm ES-30cm EP); T2: (90cm ES-20cm EP); T3: (100cm ES-25cm EP); Fuente: Elaboración propia.

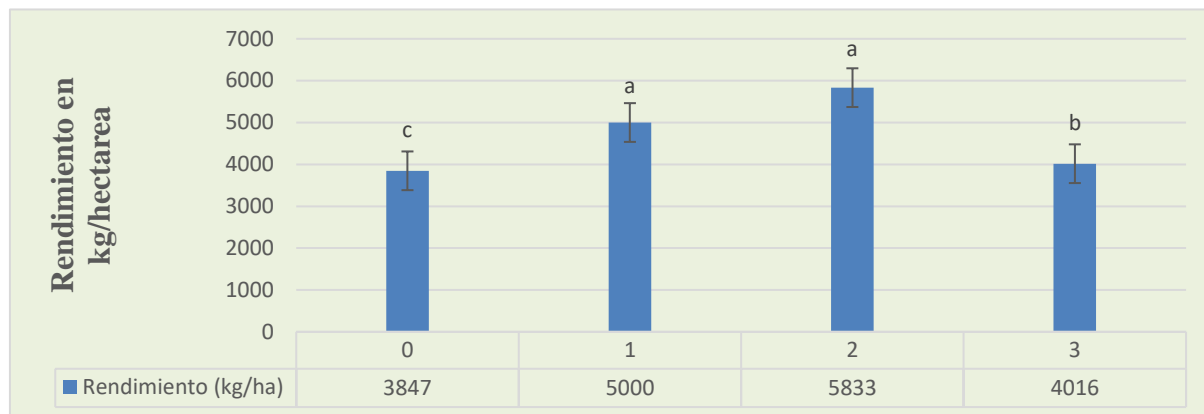
Efecto de las distintas densidades de siembra sobre el rendimiento en vaina verde del cultivo de arveja

Según el análisis de varianza Figura 11, estadísticamente se presentaron diferencias a un nivel de $p > 0,05$ entre los diferentes tratamientos evaluado en este ensayo con respecto a la variable rendimiento en vaina verde del cultivo de arveja.

Estos resultados dan a conocer que a mayor número de plantas por hectárea menor será la producción del cultivo de arveja como se evidencia en el tratamiento T0, por lo que se recomienda el T2 que contaba con distancias de siembra de 90 cm entre surco y 20 cm entre plantas, debido a que este tratamiento arrojó los mejores resultados en rendimiento con 5833 kg por hectárea.

Figura 11.

RENDIMIENTO (kg/ha) ARVEJA (P. sativum) EN VAINA VERDE.



Barras con valores promedios acompañados por letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas a un ($p < 0,05$) entre los tratamientos. T0: Siembra tradicional; T1: (80cm ES-30cm EP); T2: (90cm ES-20cm EP); T3: (100cm ES-25cm EP); Fuente: Elaboración propia.

Los resultados encontrados en este ensayo fueron similares a los reportados por Amaya (2017), quien encontró mejores rendimientos en tratamientos con distanciamientos entre plantas de 20cm, en el establecimiento de un proyecto productivo manejando con diferentes densidades de siembra. Cabe recalcar que los resultados en kg encontrados en este ensayo estuvieron por encima de los encontrados por Amaya en el 2017.

Por su parte autores como Casanova, solarte & Checa (2011) encontraron resultados parecidos con rendimientos promedios de 4725 y 5968kg por hectárea, en una evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva. Ellos afirman que altas densidades de siembra afectan negativamente la producción en el cultivo de arveja.

Uno de los factores que más afectan la producción es el número de plantas por unidad de superficie, donde los mayores rendimientos suelen encontrarse con niveles altos de población,

aunque se reduce el rendimiento por planta. Pero se debe tener en cuenta que para cada especie de plantas se presenta una densidad de siembra óptima, en la cual se tiene el máximo número de plantas por unidad de área con los mayores rendimientos, en donde al exceder o disminuir dicha densidad se ve reflejado en una baja en el rendimiento. (González & Ligarreto, 2006; Pacheco, Vergara & Ligarreto, 2009).

Lo anteriormente planteado, confirma que las altas poblaciones de siembra generan competencia, y se produce una baja estimable de un factor esencial para el crecimiento, donde el rendimiento de los cultivos resulta ser afectado (Radosevich et al., 1997). Por otra parte, hay mayor competencia entre plantas cuando hay mayor densidad, principalmente por el agua y nutrientes (Azpilicueta et al., 2012).

De acuerdo con los datos reportados por el DANE (2015), el cultivo de arveja variedad Santa Isabel presenta un rendimiento promedio entre 4000 a 5600 kg/ha de vaina verde. Por lo que afirma que los valores encontrados en este ensayo están en el rango promedio de producción.

Análisis de correlación de Pearson entre las diferentes variables de crecimiento evaluadas en el cultivo de arveja con respecto a los diferentes tratamientos

En la tabla 9, se encuentra el análisis de correlación de Pearson realizado a los datos de los componentes de rendimiento obtenidos en el tratamiento T2.

Tabla 9.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LAS DIFERENTES VARIABLES DE CRECIMIENTO EVALUADAS EN EL CULTIVO DE ARVEJA.

Correlaciones

		Altura (cm)	AF (cm ²)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Ancho por largo (cm ²)	Diámet ro del tallo	NVP
Altura (cm)	Correlación de	1	,812**	,838**	,608**	,760**	,966**	,821**
	Pearson							
	Sig.(bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	81	81	81	81	81	81	81
AF (cm ²)	Correlación de	,812**	1	,724**	,693**	,746**	,869**	,434**
	Pearson							
	Sig.(bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Largo(cm)	Correlación de	,838**	,724**	1	,758**	,923**	,817**	,628**
	Pearson							
	Sig.(bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Ancho(cm)	Correlación de	,608**	,693**	,758**	1	,946**	,665**	,277*
	Pearson							
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000	,012
	N	81	81	81	81	81	81	81
Ancho por largo (cm ²)	Correlación de	,760**	,746**	,923**	,946**	1	,780**	,471**
	Pearson							
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	81	81	81	81	81	81	81
Diámetro del tallo	Correlación de	,966**	,869**	,817**	,665**	,780**	1	,763**
	Pearson							
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	81	81	81	81	81	81	81

Numero de vainas por planta	Correlación de Pearson	,821**	,434**	,628**	,277*	,471**	,763**	1
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,000	,012	,000	,000	
	N	81	81	81	81	81	81	81

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En Mutiscua, como muestra la tabla 9 se correlacionó el número de vainas por planta como componente primario de producción con AP (0,812), LH (0,628), y DT (0,763) lo que indica que el área de la planta, donde se puede mantener flores y frutos cuajados, después de la anthesis, son determinantes para obtener buenos rendimientos agronómicos. También que una dimensión de un determinante del rendimiento agronómico para hallar el área foliar es determinante para obtener altos rendimientos. Además, el grosor del tallo se relaciona directamente con el peso de la producción y la cantidad de vainas por planta como componente de rendimiento primario para poder estimar la producción. El determinante del rendimiento AF estuvo correlacionado con AP (0,838), LH (0,724), AH (0,758), L*A (0,9023) y DT (0,817) mostrando que un determinado tamaño y actividad de los meristemos apicales e intercalares de la hoja son necesarios para lograr un tamaño más grande de este determinante del rendimiento, lo que sugiere que la intercepción de la luz es crucial para obtener buen rendimiento por hectárea.

Conclusiones

El efecto de la densidad de siembra sobre las variables altura de la planta, largo, ancho, largo y ancho de la hoja, y diámetro del tallo se mostró por planta en un mayor valor para T2, con diferencias a un valor de $p < 0,05$.

Las mejores variables regresoras para estimar el área foliar como determinante del rendimiento fueron el diámetro del tallo y el número de vainas por planta.

El mayor valor para el número de vainas como componente primario de rendimiento se observó en T2 con diferencias a un valor de $p < 0,05$

El efecto de la variación en las densidades de siembra fue evidente sobre las variables número de vainas por planta y rendimiento en las que se identificó una respuesta negativa a las densidades extremas evaluadas. La mayor densidad poblacional que correspondió al tratamiento con la siembra tradicional se desatacó por generar los rendimientos más bajos.

El mejor comportamiento en cuanto a rendimiento proyectado se presentó en la densidad de siembra T2, con 5833 kg por hectárea, este ajuste agronómico presenta una distancia de siembra de 90cm entre surco, 20cm entre planta y una densidad poblacional de 55.555 plantas/ha.

Recomendaciones

De acuerdo con lo visto en el análisis de los resultados se recomienda las densidades de siembra de 90cm entre surco y 20cm entre planta, con el fin de aumentar la producción en el cultivo de arveja variedad Rabo de gallo.

También se recomienda el total cuidado en el manejo de densidades de siembra a la hora de sembrar, debido a que de esto depende en gran parte la producción de los cultivos, sabiendo que entre más plantas hallan por hectárea menor serán los rendimientos, debido a la alta competencia que se presenta entre las plantas por luz, espacio y nutrientes.

Se recomienda realizar este tipo de estudios en los diferentes municipios de la provincia con fin de comprobar la eficiencia de los métodos utilizados y así fortalecer y mejorar la producción de nuestros municipios, fortaleciendo los conocimientos de los productores.

Se recomienda también evaluar un mayor número de variedades del cultivo de arveja, así como un mayor número de variables en las plantas y en el suelo.

Referencias bibliográficas

- Amaya Contreras, D. (2017). *Establecimiento de un proyecto productivo de arveja (P. sativum) en un área de 5.000 m2 como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, Norte de Santander*. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/71
- Bernardi. (2016). Mercados agropecuarios en Colombia de arveja (*P. sativum*) Recuperado el 21 de febrero de 2020, de <https://bit.ly/2QdTKWm>
- Bolívar, M. (2013). *SCRIBD*. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de SCRIBD: <https://es.scribd.com/doc/135561562/El-Cultivo-de-La-Arveja-y-El-Clima-en-El-Ecuador-11-3-2013>
- Buttaro, D, Roupheal, Y, Rivera, C M, Colla, G, and Gonnella, M. (2015). *Simple and accurate allometric model for leaf area estimation in Vitis vinifera L. genotypes*. *Photosynthetica* (República Checa) 53(3), 342-348. DOI: 10.1007/s11099-015-0117-2.
- Cáceres, G. P; & Gelves, D. Y. M. (2011). *La producción de arveja (P. sativum) en la vereda Monte adentro, provincia de Pamplona, Norte de Santander*. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*.
- Casanova, L., Solarte, J., & Checa, O. (2012). *evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (P. sativum l.)*. *revista de ciencias agrícolas* 29(2): 129 - 140. 2012, 132-138.
- Casierra, F, Zapata, V y Cutler, J. (2017). *Comparación de métodos directos e indirectos para la estimación del área foliar en duraznero (P. persica) y ciruelo (P. salicina)*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas (Colombia)* 11(1):30-38. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.6143>.

- Castro, M. (1995). *Evaluación de arveja voluble (P. sativum) en diferentes densidades y sistemas de siembra en la región de Simijaca (Cundinamarca)*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Checa, Bastidas, J. E. y Narváez, T. (2017). *Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva (P. sativum L.) En diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 20 (2): Pág. 279- 288.
- Consonorc, 2010. *Corporación nueva sociedad de la región nororiental de Colombia. Desarrollo del sector agropecuario de la provincia pamplonesa*. Obtenido de: https://issuu.com/consornocpamplona/docs/hoja_de_vida_consornoc_2017.docx
- Corpoica, (1997). *Ensayo comercial en el cultivo de arveja. Información productiva. No. 3*. Cundinamarca. Recuperado el 5 de marzo del 2020.
- DANE (2015). El cultivo de la arveja en Colombia. Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. N° 33: 1-78 pp.
- Enciso, B.E. y C. Gómez. (2004). Comparación de las respuestas de cuatro cultivares de mora (*Rubus* sp.) a las variaciones del factor luz. *Agronomía Colombiana* 22(1): 46-52.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), (2010). El cultivo de la arveja. Historia e importancia. Publicación mayo-junio de 2010. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de: http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf
- Fleiher, D.H. y D.J Timlin. 2006 Modeling expansion of individual leaves in the potato canopy. *Agric. For. Met.* 139:84-93
- González, F. y Ligarreto, G. (2006). *Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (P sativum) bajo sistema de agricultura protegida*. *Fitotecnia Colombiana* 6(2): Pág. 52-61.

- Guamán, M. (2010). *Cultivo de arveja, Tierra Sur. INIAP (Instituto de Investigaciones Autónomo de investigaciones agropecuarias*. repositorio. INIAP. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de repositorio. INIAP:
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- Gutiérrez, H. (2010). *Cultivo de arveja, Tierra Sur. INIAP (Instituto de Investigaciones Autónomo de investigaciones agropecuarias* repositorio. INIAP. Recuperado el 22 de febrero de 2020, de repositorio. INIAP:
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- Kararup, C; L. Moreira, (1998). *Hortalizas de estación fría*. Biología y diversidad cultural.
- Kolukisaoglu, Ü. and K. Thurow. (2010). Future and frontiers of automated screening in plant sciences. *Plant Science* 178(6): 476-484.
- Krall, J.M., Miller S.D., Cecil J.T., Bastian C., Foulke T., Baltensperger D.D., Harveson, B.M., Burgener, P.A., Hergert, V, Hein, G.L., Lyon, D.J., Nleya, T., Rickertsen J., Blodgett, S. (2006). Pea production in the High Plains. South Dakota State University Extension, Fact Sheet. 13 p.
- Kumbhani n. R., Kuvad, R. P., and Thaker, V.S. 2017. *Development of linear model for leaf area measurement of two medicinally important plants: Helicteres isora L. and Vitex negundo L.* *Journal of Applied Biology and Biotechnology (India)* 5 (03): 057-060. DOI: 10.7324/JABB.2017.50310.
- Londoño, J., M.L. Naranjo. (1996). Aplicación de aminoácidos como complemento a la fertilización química y orgánica en el cultivo de arveja (*Pisumsativum L.*) var. Piquinegra. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad de Caldas. 62p.

- Manzo, I. (2015). *boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria (el cultivo de la arveja en Colombia)*. recuperado el 21 de febrero de 2020, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/bol_insumos31_mar_2015.pdf
- Mejía, G. (15 de junio de 2019). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Obtenido de Comportamiento agronómico de tres variedades de arveja (*P. sativum L.*) sembradas a tres distanciamientos de siembras en la zona: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7248>
- Mera, M. 1989. *Densidad poblacional y espaciamiento en arveja (P. sativum L.) para grano seco de follaje reducido*. Agricultura técnica. Chile, 49: 148 – 152.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural 2006. *Gestión territorial de Norte de Santander (Planeación y estratificación para el desarrollo)*. Obtenido de: <https://www.minagricultura.gov.co/paginas/default.aspx>
- Montezuma, W. y Ruiz, H. (1974). *Efecto de diferentes densidades de población sobre el rendimiento en el cultivo de arveja (P. sativum)*. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 41p.
- Montezuma, W., Ruiz, H., & Montenegro, V. (1986). *efecto de diferentes densidades de población sobre el rendimiento de la arveja (P. sativum l.)*. ciencias agrícolas vol. 9, 65-67.
- Mosquera, T. (2010). Universidad de Nariño. Recuperado el 21 de febrero de 2020, de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7708/1/Bol_Insumos_31_mar_2015.pdf
- Nolasco S., J.S. (2001). Evaluación de diferentes densidades de siembra de haba. (*Vicia faba L.*), como cultivo trampa para trips (*Triphssp.*) en el cultivo de arveja china (*P. sativum l.*), en

- la Aldea Xeabaj, Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis de pregrado. Facultad De Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 82p
- Núñez, M. (2012). *Agrolanzarote*. Recuperado el 21 de 09 de 2019, de Agrolanzarote: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1059/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000211.pdf>
- Olvera L., A.R., Gama L., S., Delgado S., A. (2012). Flora del Valle de Tehuacán Cuicatlán, Fascículo 107 FABACEAE. Departamento de Botánica, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM.
- Osorio, L., y M. Castaño, (2011). Caracterización del agente causante de la pudrición de raíces de la arveja (*P. sativum*), enfermedad endémica en el municipio de Manizales Caldas (Colombia), 19(2) _4.pdf, ISSN: 0568-3076 Agrón, 19(2), 33-43
- Páez, A. Paz, V y López, L. (2000). Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Rio Grande en la época mayo – julio. Efecto de sombreado. Revista facultad de agronomía. (LUZ) 17, 173-184.
- Pagola, M., R. Ortiz, I. Irigoyen, H. Bustince, E. Barrenechea, P. Aparicio-Tejo, C. Lamsfus, and B. Lasa. (2009). New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis: Comparison with SPAD-502. Computers and Electronics in Agriculture 65(2): 213-218.
- Paspuel, O. (2013). *Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Recuperado el 09 de 2020, de Universidad Politécnica Estatal del Carchi: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10067/1/T-UCE-0004-80.pdf>
- Patiño, K., & Checa, O. (12 de mayo de 2018). *evaluación de densidades de siembra en líneas de arveja voluble con gen afila en abonuco*. Obtenido de evaluación de densidades de

siembra en líneas de arveja voluble con gen afila en obonuco:

<http://sired.udenar.edu.co/5968/>

- Quevedo, G, Arévalo, G, y Cancino, E. (2012). *Determination of a Mathematical Model to Estimate the Area and Dry Weight of the Leaf Hoja of P. Persica cv. Jarillo*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 65, (2), 6605-6613.
- Quevedo, G, Cancino, E, y Barragán T. (2017). *Modelos de regresión para estimar el peso seco de órganos y área de hoja del duraznero, Variedad jarillo*. Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica, 20 (2), 299-310.
- Ramírez, J. (13 de diciembre de 2018). *Las 5 Claves de éxito en el cultivo de arveja*. Obtenido de Las 5 Claves de éxito en el cultivo de arveja: <https://www.cropscience.bayer.co/es-CO/Centro-de-Noticias/Noticias/2018/12/5-claves-arveja.aspx>
- Rasband, W.N. (2007). ImageJ, US National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsbweb.nih.gov/ij/>; consulta: February 2020.
- Salvatierra, M. (2013). SCRIBD. *El Cultivo de La Arveja y El Clima en El Ecuador* Recuperado el 22 de febrero de 2020, de: <https://es.scribd.com/doc/135561562/El-Cultivo-de-La-Arveja-y-El-Clima-en-El-Ecuador-11-3-2013>
- Sánchez L., G. y Quevedo G., D. (1988). Comportamiento agronómico de seis cultivares de arveja (*P. sativum*) en cuatro densidades de siembra. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, pp 13-44.
- Sánchez, E. (2015). *Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (P. sativum) variedad 'Santa Isabel'* Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 21 de febrero de 2020, de Universidad Nacional de Colombia: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/%20agrocol/article/view/20004/21139>

- Saunders, J. (2010). “*Evaluación de cinco variedades de arveja (P. sativum) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha*”. Recuperado el 20 de febrero de 2020, de repositorio. iniap: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2419/1/106773.pdf>
- Suquilanda, M. (2010). repositorio iniap (*Instituto de Investigaciones Autónomo de investigaciones agropecuarias*). Recuperado el 21 de febrero de 2020, de repositorio iniap: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- Tay, K. (abril de 2013). Informativo N°26 *Producción de Arvejas en la Provincia de Arauco*. Recuperado el 19 de febrero de 2020, de informativo: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40428.pdf>
- Timm, N H (2002). *Applied Multivariate Analysis*, 1a ed, New York: Springer-Verlag Inc.
- Valbuena, N, Parraga, C, Linares, L, Ramos, J, y Junco, J. (2016). *Modelos de estimación de área foliar a partir de observaciones morfológicas en Brachiaria brizantha cv. Toledo*. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología (Venezuela), 34, 40-44.
- Villareal, F. (2006). Determinación del efecto en la productividad de cinco dosis del bioestimulante “Florone” en tres variedades de arveja (*P. sativum*) aplicado en dos épocas. San José-Carchi. Tesis de grado previo a la obtención del título del Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Zepita, A., & German, P. (19 de octubre de 2016). *Repositorio institucional universidad mayor de San Andrés*. Obtenido de Efecto del fertilizante Biol y densidades de siembra en arveja china (*P. sativum L.*) bajo ambiente protegido en la Estación Experimental de Cota: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7628>

ANEXOS

Anexo 1. Semilla de arveja, variedad Rabo de Gallo (Fuente: Archivo propio).



Anexo 2. Marcación de los surcos (Fuente: Archivo propio)



Anexo 3. Siembra de la arveja (Fuente: Archivo propio)



Anexo 4. Estacas para tutorado (Fuente: Archivo propio)



Anexo 5. Tutorado del cultivo de arveja (Fuente: Archivo propio)



Anexo 6. Cuelga de ramas en el tutorado del cultivo de arveja (Fuente: Archivo propio)



Anexo 7. Marcación de los tratamientos en el cultivo de arveja (Fuente: Archivo propio)



Anexo 8. Toma de datos (Fuente: Archivo propio)



Anexo 9. Floración y toma de muestras en el cultivo de arveja (Fuente: Archivo propio)



Anexo 10. Muestras de cosecha por surco (Fuente: Registro Archivo propio)



Anexo 11. Cosecha por tratamiento (Fuente: Registro fotográfico propio)



Fertilizantes : Químicos
Químico Orgánicos
Líquidos

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

CLIENTE	José Ignacio Bautista
FINCA	La Colorada
MUNICIPIO	Mutiscua
CULTIVO	Arándano siembra
FECHA	27-12-2018

RESULTADOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	REFERENCIA	COMPARATIVO			METODO
				BAJO	MEDIO	ALTO	
pH	4,77		Bajo	4-6,5	6,6-7,3	>7,3	Electrométrico phmetro
C.O.	2,65	%	Bajo	<2,9	2,9-5,7	>5,7	Valoración Walkley Black
MAT. ORG.	4,61	%	Bajo	<5,0	5,0-10	>10,0	Valoración Walkley Black
C.E.	0,16	dS/m	Bajo			>2,5	Electrométrico Conductímetro
C.I.C.	16,15	Meq/100 gr	Medio	< 10	10-20	>20	Valoración Acetato de Amonio
POTASIO	0,40	Meq/100 gr	Medio	<0,30	0,3-0,6	>0,6	Refrectometría
CALCIO	4,13	Meq/100 gr	Medio	<3,0	3,0-6,0	>6,0	Colorimétrico
MAGNESIO	2,63	Meq/100 gr	Medio	<1,5	1,5-2,7	>2,7	Colorimétrico
ALUMINIO	1,09	Meq/100 gr	Alto			>0,5	Valoración Extracción KCl
FOSFORO	8,10	ppm	Bajo	<20	20-40	>40	Colorimétrico Bray 2
AZUFRE	3,97	ppm	Bajo	<5,0	5,0-15	>15	Turbidimétrico
HIERRO	178,24	ppm	Alto	<25	25-50	>50	Colorimétrico
BORO	0,09	ppm	Bajo	<0,20	0,2-0,4	>0,4	Colorimétrico
ZINC	2,88	ppm	Medio	<2,5	2,5-5,0	>5,0	Colorimétrico
COBRE	1,10	ppm	Medio	<1,0	1,0-2,5	>2,5	Colorimétrico
ARENA	46,00	%					Bouyoucos
ARCILLA	23,00	%					Bouyoucos
LIMO	31,00	%					Bouyoucos
TEXTURA	Franco						Bouyoucos
REL Ca/Mg	1,57		Baja	<3	3,0-6,0	>6,0	
REL Ca/K	10,31		Baja	<15	15-30	>30	
REL Mg/K	6,36		Baja	<10	10-15	>15	
REL Ca+Mg/K	16,88		Baja	<20	20-40	>40	

JULIO CESAR ANTOLINEZ GÓMEZ

Químico U.I.S. Tarjeta .Profesional. P.Q. 1160

Especialista en fertilizantes y medio ambiente U.A.M. (España)

Anexo 12. Análisis de suelo finca la colorada, municipio de Mutiscua

Anexo 13. Regresión lineal múltiple para estimar el área foliar de la arveja en el municipio de Mutiscua.

Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio					Criterios de selección	Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	l2	ig. Cambio en F	Criterio de predicción de Mallows	
1	0,856 ^a	0,733	0,733	3,810606	,733	885,780	1	322	,000	338,742	
2	0,930 ^b	0,865	0,864	2,717191	,131	312,291	1	321	,000	15,900	
3	0,931 ^c	0,867	0,866	2,699186	,002	5,297	1	320	,022	12,464	1,548

a. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo

b. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo, Numero de vainas por planta

c. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo, Numero de vainas por planta, Altura (cm)

d. Variable dependiente: AF (cm²)

ANOVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	12862,156	1	12862,156	885,780	,000 ^b
Residuo	4675,671	322	14,521		
Total	17537,827	323			
Regresión	15167,843	2	7583,922	1027,196	,000 ^c
Residuo	2369,984	321	7,383		
Total	17537,827	323			
Regresión	15206,433	3	5068,811	695,729	,000 ^d
Residuo	2331,394	320	7,286		
Total	17537,827	323			

a. Variable dependiente: AF (cm²)

b. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo

c. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo, Numero de vainas por planta

d. Predictores: (Constante), Diámetro del tallo, Numero de vainas por planta, Altura (cm)

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
(Constante)	25,580	,494		51,761	,000	24,608	26,553					
Diámetro del tallo	3,257	,109	,856	29,762	,000	3,042	3,473	,856	,856	,856	1,000	1,000
(Constante)	23,208	,377		61,545	,000	22,466	23,950					
Diámetro del tallo	4,771	,116	1,254	41,173	,000	4,543	4,999	,856	,917	,845	,454	2,205
Numero de vainas por planta	-,571	,032	-,538	-17,672	,000	-,635	-,508	,389	-,702	-,363	,454	2,205
(Constante)	21,369	,883		24,207	,000	19,632	23,105					
Diámetro del tallo	4,355	,214	1,145	20,334	,000	3,934	4,777	,856	,751	,414	,131	7,634
Numero de vainas por planta	-,616	,037	-,580	-16,437	,000	-,689	-,542	,389	-,677	-,335	,333	2,999
Altura (cm)	,038	,016	,151	2,301	,022	,006	,070	,745	,128	,047	,097	10,295

a. Variable dependiente: AF (cm²)

Gráficos de Normalidad

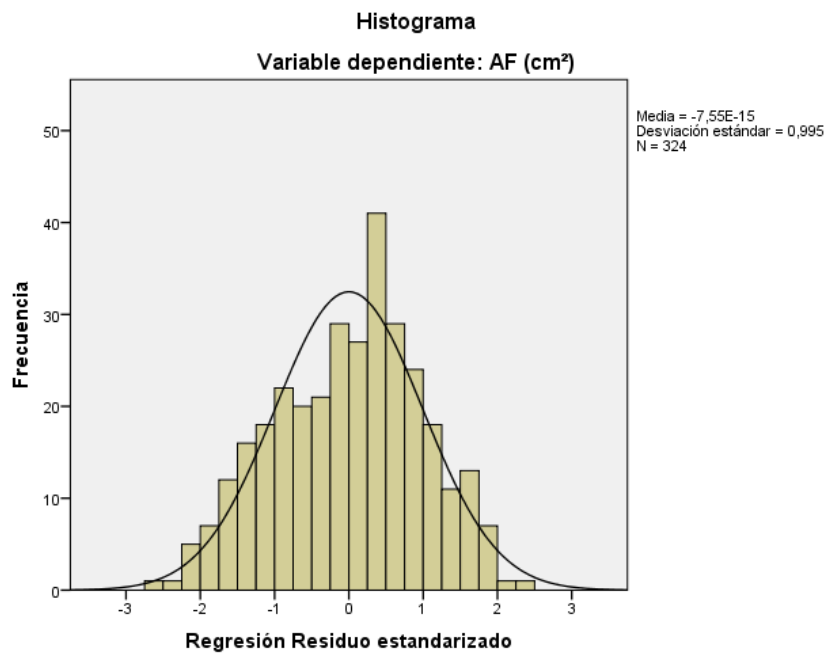
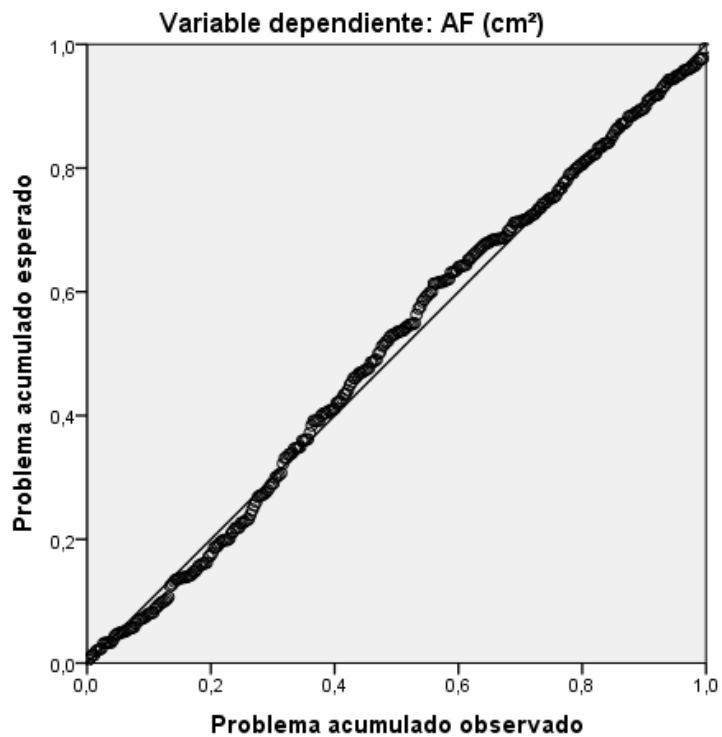


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



Variable dependiente	(I) Trata	(J) Trata	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Altura (cm)	,0	1,0	-2,74074	1,278113	,142	-6,04350	,56202
		2,0	-5,96296*	1,278113	,000	-9,26573	-2,66020
		3,0	-1,13580	1,278113	,811	-4,43857	2,16696
	1,0	,0	2,74074	1,278113	,142	-,56202	6,04350
		2,0	-3,22222	1,278113	,059	-6,52499	,08054
		3,0	1,60494	1,278113	,592	-1,69783	4,90770
	2,0	,0	5,96296*	1,278113	,000	2,66020	9,26573
		1,0	3,22222	1,278113	,059	-,08054	6,52499
		3,0	4,82716*	1,278113	,001	1,52440	8,12992
	3,0	,0	1,13580	1,278113	,811	-2,16696	4,43857
		1,0	-1,60494	1,278113	,592	-4,90770	1,69783
		2,0	-4,82716*	1,278113	,001	-8,12992	-1,52440
AF (cm ²)	,0	1,0	,30928	,362324	,829	-,62700	1,24556
		2,0	-1,20322*	,362324	,006	-2,13950	-,26694
		3,0	,11028	,362324	,990	-,82600	1,04656
	1,0	,0	-,30928	,362324	,829	-1,24556	,62700
		2,0	-1,51251*	,362324	,000	-2,44879	-,57623
		3,0	-,19900	,362324	,947	-1,13528	,73728
	2,0	,0	1,20322*	,362324	,006	,26694	2,13950
		1,0	1,51251*	,362324	,000	,57623	2,44879
		3,0	1,31351*	,362324	,002	,37723	2,24979
	3,0	,0	-,11028	,362324	,990	-1,04656	,82600
		1,0	,19900	,362324	,947	-,73728	1,13528
		2,0	-1,31351*	,362324	,002	-2,24979	-,37723
Largo(cm)	,0	1,0	-1,08148*	,145780	,000	-1,45819	-,70477
		2,0	-1,76296*	,145780	,000	-2,13967	-1,38625
		3,0	-1,13704*	,145780	,000	-1,51375	-,76033
	1,0	,0	1,08148*	,145780	,000	,70477	1,45819
		2,0	-,68148*	,145780	,000	-1,05819	-,30477
		3,0	-,05556	,145780	,981	-,43227	,32115
	2,0	,0	1,76296*	,145780	,000	1,38625	2,13967
		1,0	,68148*	,145780	,000	,30477	1,05819
		3,0	,62593*	,145780	,000	,24922	1,00264

	3,0	,0	1,13704*	,145780	,000	,76033	1,51375	
		1,0	,05556	,145780	,981	-,32115	,43227	
		2,0	-,62593*	,145780	,000	-1,00264	-,24922	
Ancho(cm)	,0	1,0	-,25185*	,085600	,018	-,47305	-,03065	
		2,0	-,19136	,085600	,116	-,41256	,02984	
		3,0	-,10864	,085600	,583	-,32984	,11256	
	1,0	,0	,25185*	,085600	,018	,03065	,47305	
		2,0	,06049	,085600	,894	-,16070	,28169	
		3,0	,14321	,085600	,340	-,07799	,36441	
	2,0	,0	,19136	,085600	,116	-,02984	,41256	
		1,0	-,06049	,085600	,894	-,28169	,16070	
		3,0	,08272	,085600	,769	-,13848	,30391	
	3,0	,0	,10864	,085600	,583	-,11256	,32984	
		1,0	-,14321	,085600	,340	-,36441	,07799	
		2,0	-,08272	,085600	,769	-,30391	,13848	
Ancho por largo (cm ²)	,0	1,0	-8,02346*	1,418980	,000	-11,69023	-4,35668	
		2,0	-11,17778*	1,418980	,000	-14,84455	-7,51100	
		3,0	-7,28728*	1,418980	,000	-10,95406	-3,62051	
	1,0	,0	8,02346*	1,418980	,000	4,35668	11,69023	
		2,0	-3,15432	1,418980	,119	-6,82110	,51246	
		3,0	,73617	1,418980	,955	-2,93060	4,40295	
	2,0	,0	11,17778*	1,418980	,000	7,51100	14,84455	
		1,0	3,15432	1,418980	,119	-,51246	6,82110	
		3,0	3,89049*	1,418980	,033	,22372	7,55727	
	3,0	,0	7,28728*	1,418980	,000	3,62051	10,95406	
		1,0	-,73617	1,418980	,955	-4,40295	2,93060	
		2,0	-3,89049*	1,418980	,033	-7,55727	-,22372	
		3,0	,16012*	,052799	,014	,02369	,29656	
	3,0	,0	,27728*	,052799	,000	,14085	,41372	
		1,0	,01210	,052799	,996	-,12434	,14854	
		2,0	-,16012*	,052799	,014	-,29656	-,02369	
	Numero de vainas por planta	,0	1,0	-,13580	,213164	,920	-,68664	,41503
			2,0	-,70370*	,213164	,006	-1,25454	-,15287
3,0			,08642	,213164	,977	-,46442	,63726	
1,0		,0	,13580	,213164	,920	-,41503	,68664	
		2,0	-,56790*	,213164	,040	-1,11874	-,01707	
		3,0	,22222	,213164	,725	-,32861	,77306	
2,0		,0	,70370*	,213164	,006	,15287	1,25454	

		1,0	,56790*	,213164	,040	,01707	1,11874
		3,0	,79012*	,213164	,001	,23929	1,34096
	3,0	,0	-,08642	,213164	,977	-,63726	,46442
		1,0	-,22222	,213164	,725	-,77306	,32861
		2,0	-,79012*	,213164	,001	-1,34096	-,23929

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Anexo 9. Comparaciones múltiples Tukey

Ajuste de curva

Descripción del modelo

Nombre de modelo		MOD_9
Variable dependiente	1	LH
Ecuación	1	Cuadrático
Variable independiente		dds (días)
Constante		Incluido
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos		Trata
Tolerancia para entrar términos en ecuaciones		,0001

Resumen de procesamiento de casos

	N
Casos totales	3
Casos excluidos ^a	24
Casos predichos	0
Casos creados recientemente	0

a. Los casos con un valor perdido en cualquier variable se excluyen del análisis.

LH Cuadrático**Resumen del modelo**

	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
	,598	,596	,264

La variable independiente es dds (días).

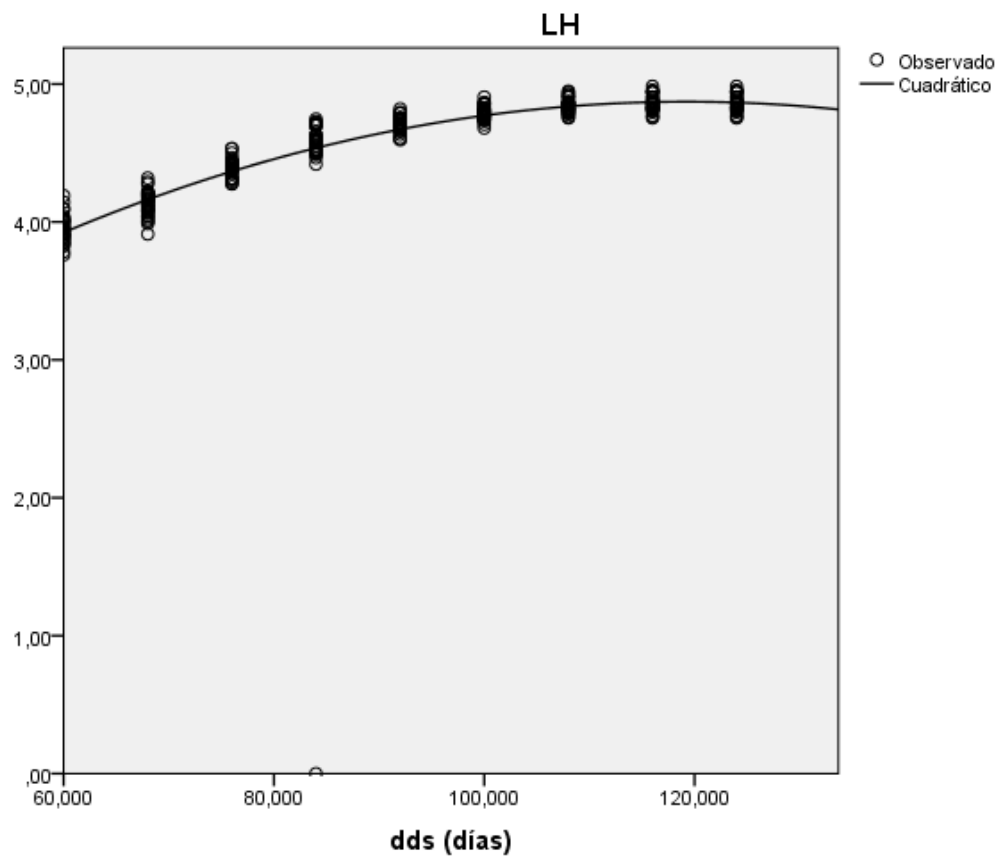
ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	33,267	2	16,633	39,051	,000
Residual	22,335	21	,070		
Total	55,602	23			

La variable independiente es dds (días).

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
dds (días)	,064	,007	3,212	8,901	,000
dds (días) ** 2	,000	,000	-,2490	-,6900	,000
(Constante)	1,031	,322		3,205	,001



Actividades	Unidad	Cantidad	Precio u/n	Valor total
Costos directos			Costos por Ha	
Siembra tapada y abonada	Jornal	10	\$ 30,000.00	\$ 300,000.00
envarada y alambrada	Jornal	10	\$ 30,000.00	\$ 300,000.00
Amarres colgada	Jornal	12	\$ 30,000.00	\$ 360,000.00
Aplicación de fungicidas	Jornal	8	\$ 30,000.00	\$ 240,000.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	8	\$ 30,000.00	\$ 240,000.00
Control de malezas	Jornal	8	\$ 30,000.00	\$ 240,000.00
Recolección	Jornal	30	\$ 30,000.00	\$ 900,000.00
Transporte	Global	2	\$ 30,000.00	\$ 60,000.00
Arreglo terreno	Global	1	\$ 500,000.00	\$ 500,000.00
			Subtotal Directos	\$ 3,140,000.00
Costos Indirectos				
Análisis de suelos	global	1	150,000	150,000
Semilla	1Kg	60	25000	1,500,000
Insecticidas	lts	1		
Plaguicidas	lts	1		
Fungicidas	lts	1		
Cabuya	rollos	30	12,000	360,000
Alambre	rollos	2		
Abonos	kg	7		2,000,000
Postes tutorados	madera	300	10,000	3,000,000
			Subtotal Indirectos	7,010,000
			Total, Ind+Dir	\$ 10,150,000.00

Anexo 10. Costos de producción del cultivo de arveja (Fuente: elaboración propia)