Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Ingeniería Agronómica | Facultad de Ciencias Agropecuarias

1-1-2017

Cultivo de arveja (Pisum sativum L.) como alternativa de diversificación de cultivos y aporte a la seguridad alimentaria del municipio de Gigante Huila

Nelson Andres Daza Narváez
Universidad de La Salle, Yopal, Casanare

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica

Citación recomendada

Daza Narváez, N. A. (2017). Cultivo de arveja (Pisum sativum L.) como alternativa de diversificación de cultivos y aporte a la seguridad alimentaria del municipio de Gigante Huila. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/65

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Agronómica by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) COMO ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS Y APORTE A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DEL MUNICIPIO DE GIGANTE HUILA

INFORME FINAL DE GRADO

ABRIL GIRALDO ZORA DANELLA

DIRECTORA TRABAJO DE GRADO

NELSON ANDRES DAZA NARVAEZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA AGRONÓMICA

El Yopal, Agosto de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 7
2 OBJETIVOS 8
2.1 Objetivo general. 8
2.1.1 Objetivos específicos. 8
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9
4 JUSTIFICACIÓN. 11
5 LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO. 12
6 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL MUNICIPIO DE GIGANTE. 15
6.1 Economía. 15
6.2 Educación. 15
6.3 Vivienda y Servicios públicos. 16
6.4 Empleo. 16
7 COMPONENTE DE INGENIERÍA AGRONÓMICA. 17
7.1 Material vegetal. 17
7.1.1 Requerimientos edafoclimáticos. 17
7.2 Actividades preliminares. 18
7.2.1 Selección del lote. 18
7.2.2 Evaluación de la fertilidad química del suelo. 18
7.2.3 Cosecha de agua. 18
7.3 Preparación del terreno. 19
7.3.1 Control de arvenses en el lote. 19
7.3.2 Construcción del tutorado. 19
7.3.3 Labranza de los surcos. 20
7.3.4 Aplicación de enmiendas. 20
7.4 Siembra. 21
7.5 Actividades culturales. 21
7.5.1 Manejo del tutorado de las plantas. 21
7.5.2 Manejo de las arvenses. 21
7.5.3 Necesidad de riego. 22
7.6 Plan de manejo de la fertilización. 22
7.7 Plan de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE). 25
7.7.1 Monitoreos. 25

7.7.2 Plagas que se presentaron en el cultivo. 26
7.7.3 Enfermedades potenciales para el cultivo. 26
7.8 Cosecha. 28
7.8.1 Momento óptimo de recolección. 29
7.8.2 Logística de recolección. 29
7.9 Poscosecha. 29
7.9.1 Clasificación. 30
7.9.2 Empaque, transporte y comercialización. 30
7.10 Cronograma de actividades. 31
8 COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN. 32
8.1 Situación problema. 32
8.2 Evaluación de tres densidades de siembra para la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad pequinegra en la vereda San Lorenzo del municipio de Gigante-Huila. 32
8.2.1 Metodología. 33
8.2.2 Resultados. 34
8.3 Necesidades de investigación. 38
9 COMPONENTE DE LIDERAZGO SOCIAL, POLÍTICO Y PRODUCTIVO. 39
9.1 Social. 39
9.2 Político. 40
9.3 Productivo. 40
10 COMPONENTE DE EMPRESARIZACIÓN DEL CAMPO. 42
10.1 Importancia económica del cultivo. 42
10.2 Análisis financiero y flujo de caja. 44
10.3 Identificación de organizaciones y oportunidades para nuevos emprendimientos. 46
10.4 Evaluación de la continuidad del proyecto. 47
11 CONCLUSIONES 49
12 BIBLIOGRAFÍA 50
13 ANEXOS 53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Paralelo entre las condiciones locales y los requerimientos de la especie..... 17

Tabla 2. Resultado del análisis de suelo del lote donde se implementó el cultivo. 23

Tabla 3. Necesidad de fertilización para el cultivo de arveja. 24

Tabla 4. Especificaciones de los tratamientos. 34

Tabla 5. Anova para cada variable. 35

Tabla 7. Resumen financiero para el cultivo de arveja en dos ciclos. 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas. 10

Figura 2. Localización del Proyecto productivo a nivel Macro. 12

Figura 3.Visualización satelital del municipio (Gigante) y veredas (Tres Esquinas; San Lorenzo). 13

Figura 4. Esquema de la ubicación del lote. 14

Figura 5. Precipitación presentada en cada mes, Julio-Marzo. 22

Figura 6. Fungicidas, insecticida, bioinsumo y coadyuvante que se utilizaron en el cultivo de arveja. 28

Figura 7. Cronograma para la implementación de un ciclo de cultivo de arveja. 31

Figura 8. Distribución de los tratamientos y repeticiones en 10.000 m2. 34

Figura 9. Promedios de valores obtenidos para cada variable de respuesta. 35

Figura 10. Representación gráfica de la diferencia estadísticamente significativa de las variables días a floración (DF), días a cosecha en vaina verde (DCVV), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV) y rendimiento en vaina verde (RENVV) representado en t/ha). Barras con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (P<0,05).. 37

Figura 11. Prácticas de extensión (a la izquierda; hoja de firmas de participantes y a la derecha; charla educativa con productor de la vereda San Lorenzo). 39

Figura 12. Reuniones educativas para las comunidades de Gigante Huila. 40

Figura 13. Producción mundial de arveja en el año 2010. 42

Figura 14. Producción a nivel departamental en Colombia para el año 2013. 43

Figura 15. Producción del departamento del Huila con sus principales municipios productores de arveja. 44

Figura 16. Red de apoyo para nuevos proyectos en Gigante-Huila. 47

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. A: Socola y tala de árboles y B: Selección de polones funcionales. 53

Anexo 2. Adecuación del tutorado (A: Realización de hoyos y B: Anclada de polones). ...53

Anexo 3. Labranza del terreno (A: Adecuación de los surcos y B: Labranza del suelo con azadón). 54

Anexo 4. Aplicación de enmienda. 54

Anexo 5. A: Siembra, dos granos por sitio y B: Tutorado de las plantas. 55

Anexo 6. Re-tutorado de las plantas. 55

Anexo 7. Manejo de arvenses. 56

Anexo 8. Manejo de la fertilización (A: Medición de gramos por planta; B: Aplicación en campo). 56

Anexo 9. Manejo de plagas (A: Bioinsumo utilizado, B: Pulgones de la arveja (*Acyrthosiphon pisum*), C: Larvas (*Agrotis* sp.) y D: Posible polinizador de la arveja.....57

Anexo 10. Enfermedades potenciales (A: Antracnosis en arveja (*Colletotrichum pisi*), B: Mancha de ascochyta (*Ascochyta pisi*) y C: Botrytis (*Botrytis cinerea*). 57

Anexo 11. Aplicaciones foliares. 58

Anexo 12. Labores de cosecha (A: Revisión del punto óptimo de cosecha y B Recolección.58

Anexo 13. Postcosecha (A: Clasificación según NTC 1250 del 2010, B: Empaque saco gaza y C: Transporte de cosecha. 59

Anexo 14. Variables evaluadas (A: DF, B: DCVV y NVP, C: NGV y D: RENVV).....59

1 INTRODUCCIÓN

La arveja en Colombia es considerada como uno de los productos básicos de la economía campesina de pequeños y medianos productores, se cultiva en 11 de sus 32 departamentos, especialmente en el clima frío y medio, localizados en el altiplano cundiboyacense y en los departamentos de Nariño y Tolima, entre los 2.200 y 3.000 m.s.n.m. (Cáceres y Gelves, 2011). El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2015), afirma que la arveja es un alimento que brinda excelentes propiedades nutricionales por sus aportes de proteínas, carbohidratos, fibra y vitaminas A, B y C; cuando se consume fresca o refrigerada. En Colombia, este cultivo es la segunda leguminosa más cultivada después del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE, 2010) afirma que en el país la totalidad de la producción de arveja se destina al consumo fresco como hortaliza, mientras que para el consumo en grano seco esta es abastecida por importaciones provenientes principalmente de Canadá.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2014) del DANE, durante el año 2013 se cultivaron en Colombia 34.441 h, de las cuales se cosecharon 22.896 h, arrojando una producción de 100.451 t. El departamento de Nariño fue el mayor productor, con 57.116 t, seguido en menor proporción por los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Tolima. DANE (2014) afirma que el cultivo de arveja en el Huila, comprende 177 h, con producciones de 430 t, con una participación del 0,5 % del total nacional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

Establecer un sistema productivo de la arveja (*Pisum. sativum* L.) variedad pequinegra, con el propósito de generar nuevas alternativa de diversificación de cultivos que aporta a la seguridad alimentaria de las personas del municipio de Gigante Huila.

2.1.1 Objetivos específicos.

- Implementar prácticas y tecnologías para el manejo del cultivo de arveja (*P. sativum* L.) para las condiciones de la vereda San Lorenzo.
- Generar una estrategia educativa con los productores de la zona, teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas de la zona.
- Evaluar densidades de siembra, para tener conocimiento de la más adecuada en cuanto a la producción en grano fresco de arveja.
- Realizar un análisis económico del cultivo de arveja para determinar los costos de inversión e ingresos, teniendo en cuenta indicadores financieros.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, el sector agropecuario del municipio de Gigante, ha disminuido su importancia de producción agrícola en relación de otras actividades económicas, debido especialmente a las diferentes oportunidades de ingreso económico que se pueden adoptar y que en particular los más jóvenes del municipio son los protagonistas, asociado al ingreso de hidroeléctricas que ofrecen empleos con salarios asegurados con prestaciones, empleos que para la actualidad han disminuido notoriamente por la degradación de las mismas, conjuntamente, las actividades de industria en hidrocarburos, ganadería y monocultivos de café (*Coffea arabica* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.). Por otra parte, problemáticas que se asocian a las hidroeléctricas, es la reducción del área acta para la agricultura por la inundación de la represa, todo esto conlleva a una disminución considerable de los niveles productivos del sector agropecuario.

Factores que directa e indirectamente han afectado la agricultura en cuanto a la diversidad de cultivos que se pueden implementar. Cultivos como el lulo (*Solanum quitoense* Lam.), maíz (*Zea mayz* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), frijol (*P. vulgaris* L.), arveja (*P. sativum* L.), repollo (*Brassica oleracea* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), entre otros que enriquecen la diversidad agrícola y que pueden abastecer la demanda alimentaria de las personas del municipio y así reducir la entrada de productos de otros lugares. En la siguiente figura se denota la problemática a nivel general, las causas que lo generan y algunos de los efectos que surgen a partir del problema.

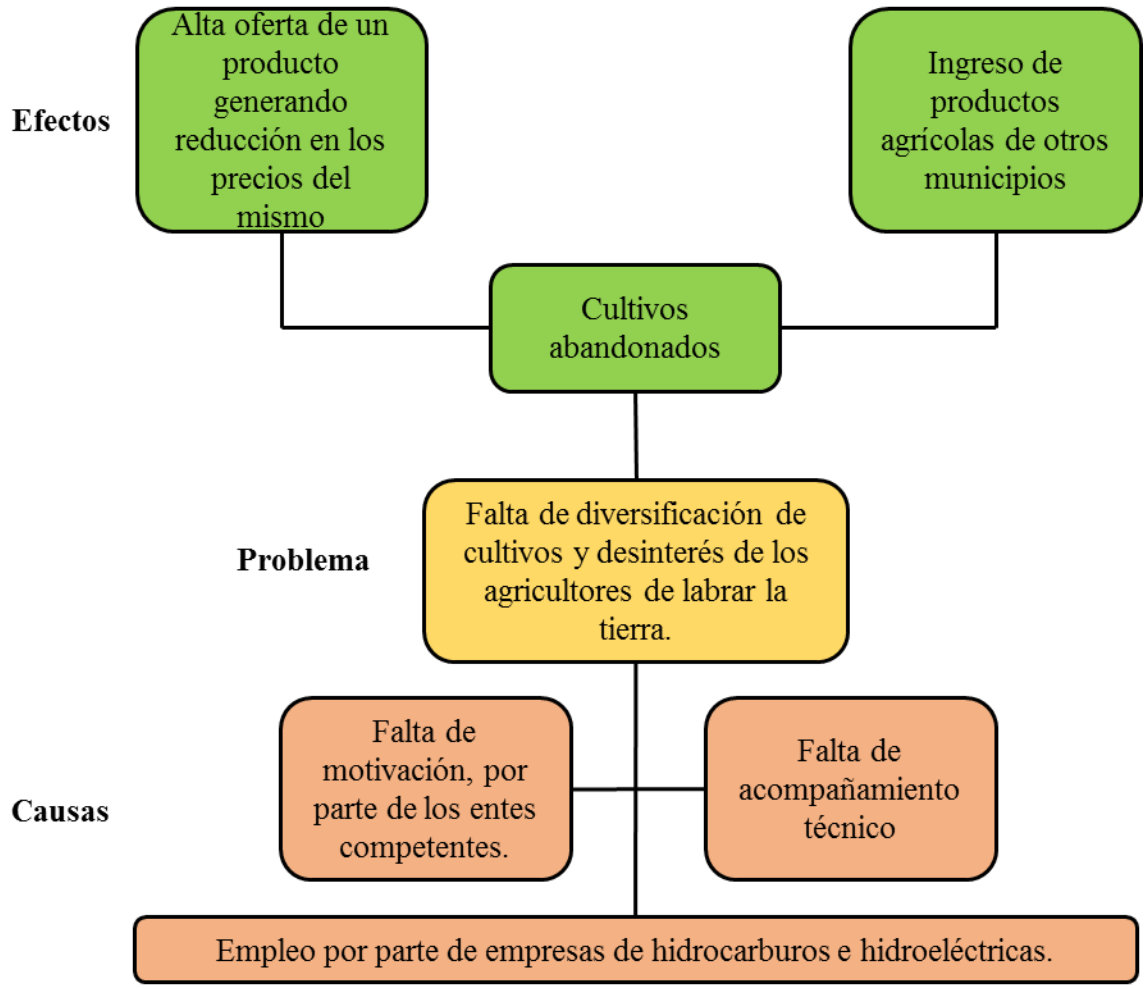


Figura 1. Árbol de problemas.

Fuente: Elaboración propia (2017).

Por otra parte, demostrar mediante este proyecto una forma de manejo agronómico del cultivo de arveja, que sea realizable, para que las personas lo adopten, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones son utilizados los sistemas tradicionales que en algunos casos no son los más adecuados para el buen desarrollo de la plantación y en la contribución con el bienestar común.

4 JUSTIFICACIÓN.

La arveja variedad pequinegra, es una hortaliza de gran arraigo en Latinoamérica, constituyéndose en la canasta familiar como una de las comidas más apetecidas por el paladar humano, debido a sus atractivos en cuanto sabor, olor, propiedades alimenticias, versatilidad culinaria, entre otras características.

El municipio de Gigante cuenta con varios pisos térmicos, suelos, acceso vial, entre otras características que da lugar a la viabilidad de este cultivo, motivando a la implementación de nuevas técnicas de manejo para aumentar la producción y factibilidad del negocio, logrando que los campesinos en especial los más jóvenes se queden en el campo, cultivando las diferentes variedades de arveja que contribuyen con la seguridad alimentaria y la economía de las personas que integran la región.

5 LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.

El proyecto está localizado en el departamento del Huila, el cual cuenta con 37 municipios dentro de los cuales, los principales productores de arveja verde a nivel departamental son: Algeciras, Pitalito, Santa María, Gigante y Colombia.

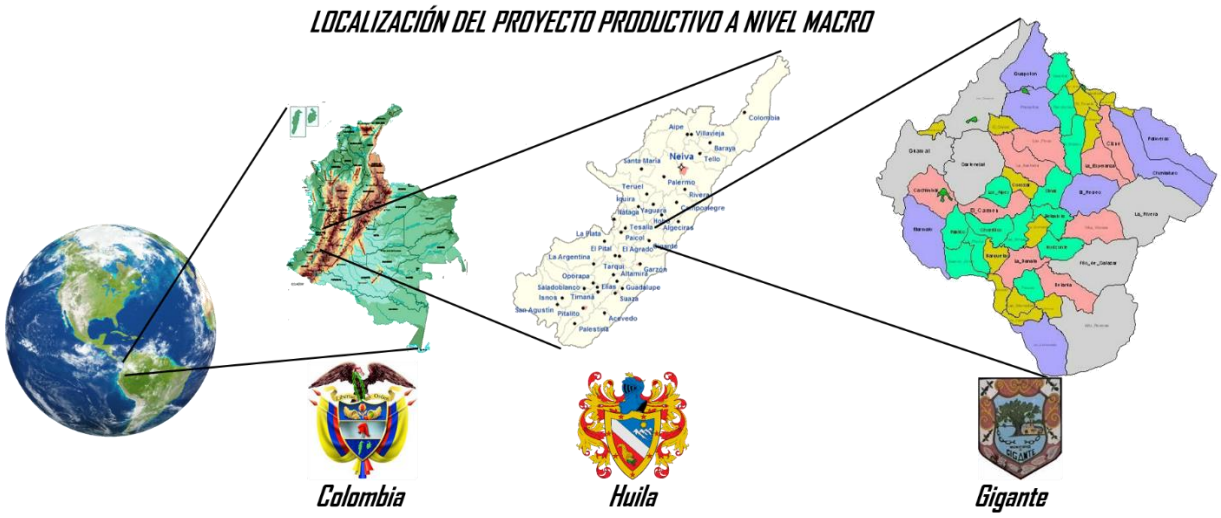


Figura 2. Localización del Proyecto productivo a nivel Macro.

Fuente: Modificado de: IGAC (2015).

El municipio de Gigante se encuentra ubicado geográficamente en el centro oriente del departamento de Huila, con coordenadas de 2°23′12″N 75°32′46″O, su territorio municipal limita al norte con Hobo y Algeciras, al sur con Garzón, al este con Algeciras nuevamente y con el departamento del Caquetá y al oeste con El Agrado, Paicol, Tesalia y Yaguará. Se encuentra a 84 km de la capital Neiva y a 379 km de la capital Colombiana. Altitudinalmente el territorio Municipal se extiende desde el valle del Río Magdalena desde los 600 m.s.n.m. hasta los 1.500 m.s.n.m. en el Cerro Matambo y hasta los 3.500 m.s.n.m. en el Cerro de Miraflores (Consejo municipal, 2012).

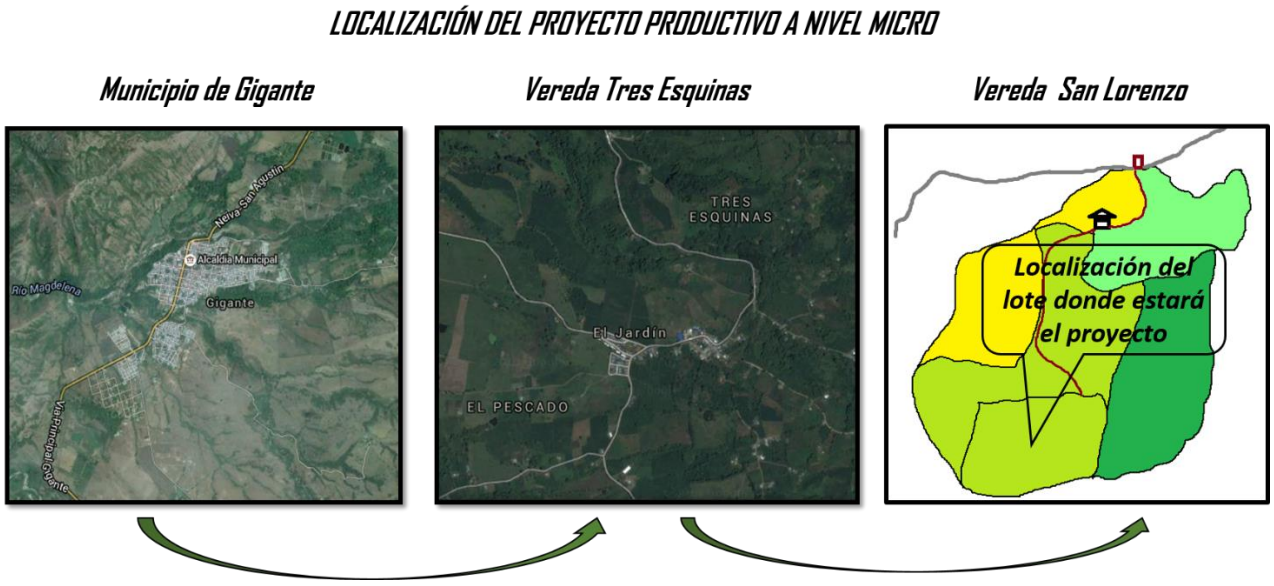


Figura 3.Visualización satelital del municipio (Gigante) y veredas (Tres Esquinas; San Lorenzo).

Fuente: Modificado de: Google maps (2015)

El trayecto que existe de Gigante a la localización del proyecto, cuenta con vías en buen estado, 14,7 km en pavimento; de Gigante-Tres Esquinas y 10 km con gravilla; de Tres Esquinas-San Lorenzo.

El lote donde se implementó el proyecto productivo está ubicado en la finca El Lucerito, con coordenadas de 2° 16' 15.1" N 75° 28' 43.9" W. En la actualidad, la actividad económica de la finca se basa en la agricultura, con cultivos como el fríjol (*P. vulgaris* L.) y una pequeña parte en pastos. Por otra parte, no cuenta con fuentes hídricas propias de la finca, sin embargo, tiene acceso a una quebrada que se encuentra en el bosque de galería.

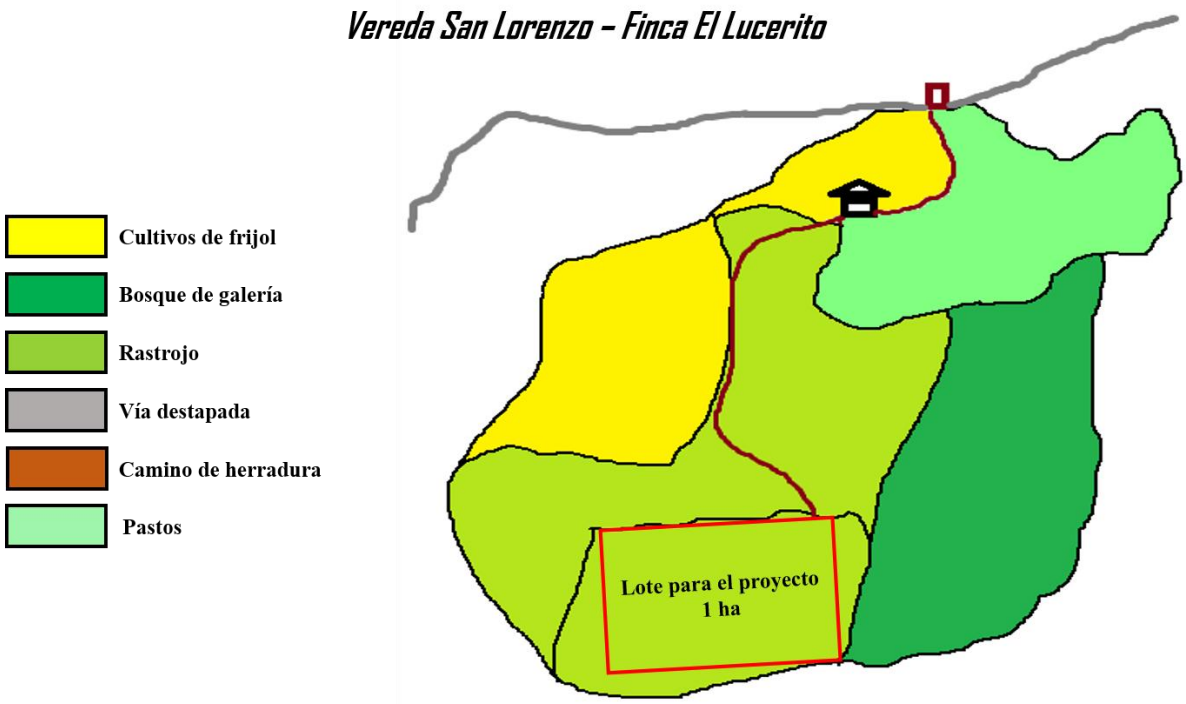


Figura 4. Esquema de la ubicación del lote.

Fuente: Elaboración propia (2015)

6 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL MUNICIPIO DE GIGANTE.

6.1 Economía.

Gigante Huila, un municipio pujante ha perdido protagonismo en los últimos años, sus habitantes atraviesan la recesión de la falsa prosperidad que traería la construcción de la Hidroeléctrica El Quimbo, pese al estar ubicado geográficamente en el centro oriente del Departamento del Huila, el Municipio no ha logrado su desarrollo y actualmente atraviesa una crisis económica y social (Sanmiguel, 2016).

El Municipio de Gigante cuenta con una población que está sobre los 33.000 habitantes y centra su economía en su vocación agrícola, resaltando la producción de café. El sector agropecuario representa el 70 % de las actividades económicas del municipio de Gigante, el sector bienes y servicios el 22,97 % y la industria el 6,82 % (Sanmiguel, 2016).

Gigante se basa en la producción agropecuaria con más de 38.000 t/año, donde el subsector agrícola participa con el 88,64 %, el pecuario con el 6,91 % y el piscícola con el 4,45 % del valor total de la producción alcanzada en el 2015. El sector agrícola se desglosa en la producción de café (*C. arabico* L.), cacao (*T. cacao* L.), caña panelera (*Saccharum officinarum* L.), maíz (*Z. maíz* L.), plátano (*M. paradisiaca* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), tomate (*S. lycopersicum* L) y frutales como lulo (*S. quitoense* L.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), chulupa (*Passiflora maliformis* L.) y cítricos (Concejo Municipal de Gigante Huila, 2016).

6.2 Educación.

Sanmiguel, (2016) afirma que, el servicio educativo se encuentra mayoritariamente en la zona rural con un total de 4.195 estudiantes (66,03 %) con seis instituciones educativas y 44 centros o sedes educativas y en la zona urbana un total de 2.125 estudiantes para un total de (33,96 %) con tres instituciones educativas y 3 centros y/o sedes educativas. Sin embargo, el analfabetismo en el

municipio y los bajos niveles de formación de la población pobre extrema imposibilita su participación en el mercado laboral, reduciendo su capacidad acceso de bienes y servicios disminuyendo su calidad de vida.

6.3 Vivienda y Servicios públicos.

El plan de gestión del riesgo en el municipio de Gigante (2012), afirma que, el agua potable en el Municipio de Gigante es de buena calidad, cuenta con una cobertura del 98 % en el casco urbano y del 67,84 % en el rural, cuenta con servicio de aseo en el área urbana y rural, el cual está a cargo la empresa Empugigante S.A E.S.P y tiene cobertura del 99 % en el casco urbano y 32 % en el rural. En Gigante según cifras del DANE existe un déficit cuantitativo de 2.196 viviendas.

6.4 Empleo.

Se tiene una alta tasa de desempleo que se origina por la inestabilidad económica del municipio, su alta dependencia del sector agropecuario, el cual los últimos años ha venido presentando crisis, sumado al gran porcentaje de hectáreas productivas inundadas por el embalse el Quimbo.

7 COMPONENTE DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

A continuación se describe el componente agronómico del presente proyecto productivo.

7.1 Material vegetal.

La arveja (*Pisum sativum*, L.) es una planta leguminosa de la familia Fabaceae. (Pacheco *et al*. 2010). Las variedades más sembradas en el país son: Santa Isabel, Pequinegra, Guatecana, Sindamanoy, Obonuco San Isidro, Obonuco Andina, ICA-Tominé, Alcalá y Sureña, entre otras. En Nariño, además, se siembran algunas variedades de tipo determinado como Lojanita, Cobri y Santa Cecilia (FENALCE, 2010).

La variedad pequinegra corresponde a una planta de crecimiento indeterminado, la planta crece entre 0,8 y 2,0 metros, con flores blancas, vainas de 4 a 5 cm de largo y 5 a 8 semillas, granos de color crema con hilum de color negro y de forma redonda. Presenta rendimientos de 2.000 a 4.500 kg de vainas verdes y 900 a 1.100 kg de grano seco por hectárea. El ciclo de vida a partir de la siembra es: floración a los 70 días, cosecha de grano verde a los 120 días y cosecha de grano seco 160 días (FENALCE, 2010).

7.1.1 Requerimientos edafoclimáticos.

El cultivo de arveja requiere algunas condiciones edáficas y climáticas acordes para un buen desarrollo. En la tabla 1 se observa que las condiciones de la zona donde se ejecutó el proyecto están dentro del rango de los requerimientos de la especie para cada uno de los aspectos, excepto las precipitaciones las cuales para la zona son mayores.

Tabla 1.Paralelo entre las condiciones locales y los requerimientos de la especie.

ASPECTO	CONDICIONES LOCALES	REQUERIMIENTOS DE LA ESPECIE
Altitud	2.061 m.s.n.m.	2.300 a 2.700 m.s.n.m.
Luz Horas/Día	8 h/Día	8 h/Día

Temperatura	16 – 20 °C	16 y 20 ºC
Precipitación	500-1.400 mm/4 meses	500 a 1.000 mm/ciclo vegetativo
Humedad	70-80 %	70-80 %
Suelos	Franco	Francos con contenido de M.O.

Fuente: Modificado de Sánchez y Mosquera, 2006 (citado por DANE 2015).

7.2 Actividades preliminares.

A continuación se presenta las actividades previas a la siembra.

7.2.1 Selección del lote.

Para el establecimiento del cultivo, se eligió el terreno bajo parámetros que comprende, un suelo poco cultivado, la pendiente, la disponibilidad de recurso hídrico, la proximidad al lugar de residencia, además de la cercanía a la madera para el establecimiento del tutorado.

7.2.2 Evaluación de la fertilidad química del suelo.

Se realizó un análisis de suelo del lote, para esto se tomaron 10 submuestras que formaron una muestra compuesta. Se tomó la totalidad del lote como una única unidad de muestreo cubriéndolo en forma de zigzag, en cada sitio de muestreo se limpió un área de 50 x 50 cm retirando el material vegetal, posteriormente con ayuda de un palín se realizó un hueco en forma de “V” a una profundidad de 30 cm, luego, se tomó una porción de suelo de una de las paredes del hoyo y se depositó en un recipiente limpio junto con las demás muestras para finalmente ser mezcladas con el fin de extraer 1 kg, el cual fue empacado y rotulado con los datos pertinentes, finalmente se envió a un laboratorio para su análisis químico.

7.2.3 Cosecha de agua.

Teniendo en cuenta que el lote no cuenta con acceso de agua potable, se estableció un sistema de cosecha de agua para el abastecimiento de las aplicaciones liquidas, haciendo uso de una caneca con capacidad de 200 L y una carpa de 35 m^2, la cual es funcional como techo para receptar aguas lluvias que son conducidas al tanque.

7.3 Preparación del terreno.

El municipio de Gigante cuenta con terrenos versátiles en cuanto a pendientes, el lote se encuentra ubicado en condiciones topográficas de pendiente pronunciada, lo cual hace imposible la preparación de suelos de manera mecánica, motivo por el cual, la preparación se direcciona hacia métodos tradicionales.

7.3.1 Control de arvenses en el lote.

El terreno utilizado venia de un descanso prolongado, por ende, el rastrojo presente tenía un buen desarrollo vegetativo.

Se realizó la limpia del terreno, mediante prácticas tradicionales como la socola y la tala de árboles. Primero se realizó la limpia, haciendo uso de rulas de 24", cortando los arvenses medianos, para poder despejar el lote y poder luego cortar con motosierra los arbustos más grandes.

El material acto para ser utilizado como polones fue separado (ver anexo 1) y el resto de los desechos como ramas y madera no funcional fue picado para que esta se descomponga más rápido y así, liberar la superficie terrestre.

7.3.2 Construcción del tutorado.

Existen dos sistemas de producción; el primero y de mayor cobertura es el tutorado para la producción de arveja en vaina o verde y el segundo, el rastrero sin tutorado, especialmente para la producción de semilla (FENALCE 2010). El proyecto se implementó con tutorado, para la producción de vaina verde.

Principalmente se realizó el estaquillado, midiendo con el decámetro la distancia a la cual se implementaría el tutorado y anclando una estaca para luego hacer los huecos a la medida exacta. Seguidamente, con el uso de la pala draga, se realizaron los huecos a 60 cm de profundidad a los extremos del lote y se enterraron los polones más resistentes, esto para garantizar la seguridad del

tutorado, después, se efectuaron los huecos restantes a 50 cm de profundidad y se ubicaron los polones en los hoyos correspondientes (ver anexo 2). El tutorado quedó establecido a una densidad de polones de 4 m entre surcos y 6 m entre callejones. Finalmente, a los polones se les acondicionó alambre calibre 16 con el fin de sostener la cabuya de polipropileno ubicada a 1 m entre callejones, dando forma a un sistema de tutorado tipo espaldera.

7.3.3 Labranza de los surcos.

Se realizó labranza mínima, el cual consiste en la aplicación de herbicida (Glifosato 100 ml/20 L de agua) 8 días antes de la siembra, junto con labranza del suelo (por cada surco de 7 a 10 cm de profundidad) con azadón, esto para mejorar aspectos como la infiltración del suelo, enraizamiento de la planta y mejorar la eficiencia en la absorción de los nutrientes (ver anexo 3).

7.3.4 Aplicación de enmiendas.

Se realizaron los cálculos de la necesidad de aplicación de cal, mediante la siguiente formula:

$$\text{Cal requerida en t/ha de CaCO3} = \frac{1{,}8(48{,}18 - 50)(2{,}5)}{100} = -0{,}082 \text{ t/ha}$$

Donde:

1,8 = Constante que cubre los factores de eficiencia de la reacción química.

48,18 = % de saturación de Aluminio (Al) actual, según resultado de análisis de suelo.

50 = RAS (% critico de saturación de Aluminio tolerable por el cultivo.

2,5 = CICE (Capacidad de intercambio catiónico efectivo).

La operación arroja un resultado negativo, lo que quiere decir que las condiciones de pH son ideales para la especie. Sin embargo, se decidió realizar una aplicación de cal en cantidades mínimas para conservar las condiciones de acidez (ver anexo 4). Esta actividad se llevó a cabo

después de la labranza de los surcos, aproximadamente 15 días antes de la siembra, se aplicó 200 kg/ha de cal Dolomita, aportando Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).

7.4 Siembra.

La semilla de arveja, variedad pequinegra se sembró a una distancia entre surco de 1 m y 0,3 m entre plantas, esto para garantizar la aireación del cultivo y evitar microclimas favorables para las enfermedades. La siembra se realizó en periodos de lluvias para garantizar la germinación en su mayor potencial según la variedad. Dos granos se depositaron en huecos de no más de 3 cm de profundidad y se cubrieron con un poco de suelo para evitar que queden expuestas a agentes alternos (ver anexo 5).

7.5 Actividades culturales.

Se presentaran las actividades culturares, las cuales son esenciales en un sistema productivo.

7.5.1 Manejo del tutorado de las plantas.

Las plantas deben ser colgadas o tutoradas una vez aparezcan sus primeros sarcillos, regularmente sucede a los 17 o 20 días después de la siembra (ver anexo 5). Con ayuda de la hilaza, la planta fue atada sin provocar daños mecánicos y con un nudo especial que no permita que seda, para que al momento de ser sujetada a la fibra la planta no sufra algún tipo de estrangulación.

Aproximadamente a los 50-60 días después de la siembra, cuando la planta esta frondosa, se realiza una actividad de re-tutorado, de algunas ramas que tienden a arqueasen e impiden el paso para la realización de otras actividades como aplicaciones y demás (ver anexo 6).

7.5.2 Manejo de las arvenses.

Las arvenses que se presentaron en el lote, en su mayoría fueron de porte bajo, por ende, se controlaron mediante la eliminación de las mismas del tallo de las plantas de arveja, haciendo uso de un machete (ver anexo 7).

7.5.3 Necesidad de riego.

La oferta ambiental de la región en cuanto a precipitación, abasteció las necesidades hídricas de la planta de arveja, teniendo en cuenta que solo consume de 250 a 300 mm de agua útil, teniendo eficiencias en su uso de 10 a 12 kg de arveja por milímetro de agua (Jáuregui, 2012). Se puede decir que las precipitaciones de la región superaron en gran medida los requerimientos de la especie. Como se muestra en la siguiente figura, las precipitaciones de algunos meses, son superiores a los requeridos por la planta de arveja.

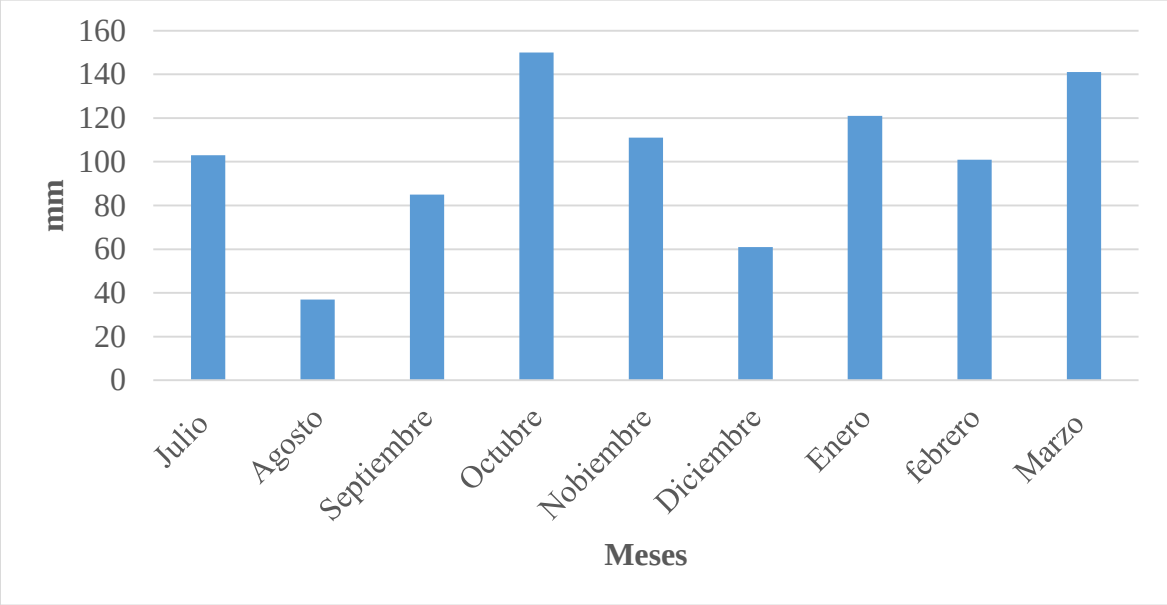


Figura 5. Precipitación presentada en cada mes, Julio-Marzo del año 2016.

Fuente: Estación meteorológica CENICAFÉ, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – Vereda Bajo Corozal (2017)

7.6 Plan de manejo de la fertilización.

La arveja al ser una especie que produce granos con alto valor proteico (20 al 25 %), es exigente en nitrógeno. Siguiéndole en importancia cuantitativa el potasio, luego el magnesio y en menor medida fósforo y azufre (Jáuregui, 2012).

Tabla 2. Resultado del análisis de suelo del lote donde se implementó el cultivo.

Parámetros	Valor	Unidad	Interpretación	Disponibilidad del nutriente en el suelo en kg/ha (DNS)
Materia orgánico (MO)	5,11	%	Medio	23,95
Fósforo (P)	9,11	ppm	Bajo	5,69
Potasio (K)	0,11	meq/100g	Bajo	26,8
Magnesio (Mg)	0,23	meq/100g	Bajo	17,47
Calcio (Ca)	0,85	meq/100g	Bajo	106,46
Hierro (Fe)	133,25	ppm	Alto	83,28
Boro (B)	0,81	ppm	Alto	0,5
Cobre (Cu)	0,76	ppm	Bajo	0,47
Manganeso (Mn)	8,2	ppm	Bajo	5,12

Fuente: Modificado de resultados de análisis de suelos según Agrosoillab (2016).

Se calculó la necesidad de fertilización para el cultivo (Ver tabla 3) teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de la especie y la disponibilidad de nutrientes en el suelo expuesto en la tabla 2, esto, utilizando la siguiente formula:

$$NF = \frac{\text{RNE} - \text{DNS}}{\text{EF}} * 100$$

Donde:

NF: Necesidad de fertilización en kg/ha.

RNE: Requerimiento nutricional de la especie.

DNS: Disponibilidad de nutrientes en el suelo en kg/ha.

E: Eficiencia de la fertilización expresada en %.

Además, se dedujo la necesidad de fertilización (Ver tabla 3), haciendo uso de tres fuentes comerciales (Urea agrícola, Fosfato diamónico y Cloruro de potasio), esto, utilizando la siguiente formula.

$$CF = \frac{\text{NF kg/ha}}{\text{CFC}} * 100$$

Donde:

CF: Cantidad de fertilización en kg/ha.

NF: Necesidad de fertilización en kg/ha

CFC: Concentración de la fuente comercial.

Teniendo en cuenta que según la necesidad de fertilización del Mg, dio negativo, no se efectuarán los cálculos para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar de este elemento.

Tabla 3. Necesidad de fertilización para el cultivo de arveja. Se utilizó la eficiencia en % y el requerimiento nutricional de la arveja en kg del elemento por 3 t de arveja verde producida.

Parámetro	**Eficiencia en % (E)**	**Requerimiento nutricional de la arveja kg/3 t Producidas (RNE)**	**Necesidad de fertilización kg/ha (NF)**	**Cantidad de fertilización kg/ha (CF)**
Nitrógeno (N)	70	126	156,99	333,20 UREA (46-0-0)
Fosforo (P)	50	15	20,68	44,96 DAP (18-46-0
Potasio (K)	80	72	64,45	107,43 KCL (0-0-60
Magnesio (Mg)	90	12	-7,81	

Fuente: Elaboración propia (2017).

Luego se calculó los gramos por planta, para ello se utilizó la siguiente formula:

$$\text{g/planta} = \frac{\text{CF}}{\text{NP}} * 1000$$

Donde:

g/planta: Gramos por planta.

CF: Cantidad de fertilización en kg/ha

NP: Numero de plantas.

$$\text{g/planta} = \frac{485{,}59\ \text{kg/ha}}{62.500\ \text{plantas}} * 1000 = 7{,}77\text{g/planta}$$

Se procedió a realizar el fraccionamiento de la fertilización, el cual se basó bajo el criterio de que la planta de arveja tiene un ciclo de vida corto, por consiguiente, se decidió a efectuar tres aplicaciones en todo el ciclo. Se tuvo en cuenta que las cantidades al inicio de su desarrollo sean con porcentajes menores para evitar posibles intoxicaciones (ver anexo 8).

$$\text{Fraccionamiento No. 1} = \frac{7{,}77\text{g/planta} * 20\%}{100\%} = 1{,}55\text{g/planta}$$

$$\text{Fraccionamiento No. 2} = \frac{7{,}77\text{g/planta} * 30\%}{100\%} = 2{,}33\text{g/planta}$$

$$\text{Fraccionamiento No. 3} = \frac{7{,}77\text{g/planta} * 50\%}{100\%} = 3{,}88\text{g/planta}$$

7.7 Plan de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).

7.7.1 Monitoreos.

Es la labor destinada a evaluar la cantidad y distribución de las plagas y/o enfermedades en un cultivo. Para el cultivo de arveja, se realizaron monitoreos semanalmente con el fin de identificar oportunamente las plagas y/o enfermedades que pudieran presentarse y así plantear y ejecutar la mejor alternativa de manejo.

7.7.2 Plagas que se presentaron en el cultivo.

Dentro de las plagas insectiles que afectan el cultivo de arveja, pueden citarse por el impacto que tienen sobre el rendimiento, a los pulgones de la arveja (*Acyrthosiphon pisum*). Las primeras colonias aparecen previo a la floración, y si bien no hay en el país umbrales para esta especie en arveja, es necesario monitorear semanalmente y ante la aparición de las primeras colonias controlar, dado que en general, la evolución de la población es rápida, pudiendo producir mermas importantes en la productividad, especialmente en estados reproductivos y bajo condiciones ambientales desfavorables para arveja.

Por otra parte, la presencia de larvas (*Agrotis* sp.) y grillos (*Acheta domesticus*) pueden generar complicaciones considerable principalmente al inicio del periodo vegetativo de la planta. El control se efectuó de forma oportuna.

Control cultural: Dentro de las prácticas culturales se incluyó la adecuada fertilización, el tutorado de las plantas y el oportuno control de arvenses, actividades que proporcionan condiciones a la planta para tolerar ataques de plagas y/o enfermedades.

Control foliar: Se vio la necesidad de hacer aplicaciones químicas y de bioinsumo (ver anexo 9), a la parte aérea de la planta ya que las plagas presentaron poblaciones que pudieron crear perjuicios y que además, las condiciones de precipitación de la zona, ameritan los controles radicales.

7.7.3 Enfermedades potenciales para el cultivo.

Mediante la caracterización de los síntomas se pretendió identificar algunas enfermedades que se presentaron en el cultivo de arveja (ver anexo 10), uno de estas fue la mancha de ascochyta (*Ascochyta pisi*) que tiene síntomas muy similares a antracnosis en arveja (*Colletotrichum pisi*), los cuales, según Ferreira, *et al*. ((Citado por Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2012)),

afirma que los síntomas de la antracnosis se localizan en la parte aérea de las plantas. La enfermedad se caracteriza por presentar manchas bien definidas, de color pardo oscuro sobre tallos, hojas cotiledonales, hojas trifoliadas, vainas y semillas, en estados avanzados. Estas manchas se pueden convertir en lesiones cóncavas delimitadas por un borde de color rojizo y en cuyo interior pueden aparecer unas masas gelatinosas de color rojizo o salmón, correspondientes a masas de conidias (estructuras reproductivas). Con el tiempo, estas lesiones se cubren de un moho de color gris y aspecto aterciopelado característico.

Babadoost (citado por ICA. 2012) afirma que *Botrytis cinerea*, afecta principalmente las flores y causa pudrición en los frutos, también puede causar la pudrición de cogollos y tallos, manchas foliares o tizones, pudriciones de bulbo y de raíz. El moho gris es un problema en las hortalizas en almacenamiento y en envío, ya que el hongo es capaz de desarrollarse a temperaturas cercanas a 0ºC. Con algunas excepciones, *Botrytis*, principalmente, ataca a los tejidos tiernos de los pétalos de flores, brotes, o plántulas, debilitando y/o provocando el envejecimiento (senescencia) de estos.

Los productos para las aplicaciones de prevención y control se presentan en la figura plasmada a continuación, con las dosis que recomienda la etiqueta, el coadyuvante para aumentar la eficiencia del producto en las condiciones de precipitación y la variedad de los mismos para ejercer rotaciones correspondientes según el grupo químico.

FUNGICIDAS AGRÍCOLAS											
Mecanismo de acción	**Grupo químico**	**Ingrediente activo Nombre común**	**Nombre comercial**	**P.C. Días**	**P.R. Horas**	**Categoria toxicológica**	**Tipo de aplicación (Preventiva/ Curativa)**	**Movilidad en la planta**	**Ataca a:**	**Registro Nacional ICA No.**	**Dosis**
División celular	Benzimidazoles	Carbendazim	FORDAZIM® 500 SC	11	8	II Moderadamente peligroso dañino	Curativo	Sistémico	Pecoseo o nevada (*Ascochyta* sp.), Botrytis (*Botrytis cinerea*), Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)	6713	30 ml/20 L de agua
Actividad de contacto multi-sitio	Ditiocarbamatos	Mancozeb	DITHANETM M-45 WP NT	4	24	III Medianamente tóxico cuidado	Preventivo o protectante	Contacto	Antracnosis (*Colletotrichum* sp.) Mildeo velloso (*Peronospora* Corda. Roya o polvillo (*Uromyces phaseoli*)	4304	45 g/20 L de agua
Inhibidor de la demetilación del esterol	Triazol	Difenoconazol	SCORE 250 EC	10	4	III Medianamente tóxico cuidado	Protectante y/o curativo	Sistémico	Mancha de ascochyta (*Ascochyta pisi*), Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)	2261	30 ml/20 L de agua
	Estrobilurina	Azoxystrobin	AMISTAR® 50 WG	2	4	IV Ligeramente tóxico precaución	Protectante y/o curativo	Sistemico	Antracnosis (*Colletotrichum pisi*), Mancha de Ascochyta (*Ascochyta pisi)*	4376	8 g/20 L de agua
INSECTICIDA AGRÍCOLA											
Bloquean la Acetil colinesterasa	Organofosforado	Clorpirifos	LORSBANTM 4 EC	20	24	III Medianamente tóxico cuidado	Curativo	Sistemico	Pulgones de la arveja (*Acyrthosiphon pisum*) larvas (*Agrotis* sp.) y grillos (*Acheta domesticus*)	1042	40 ml/20 L de agua
BIOINSUMO DE USO AGRICOLA AGENTE MICROBIANO ENTOMOPATÓGENO											
Invaden el cuerpo del insecto ospedero y por medio de ingestión.	N.A.	Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Lecanicillium lecanii y la bacteria Bacillus thuringiensis	SAFER MIX	N.A.	N.A.	IV Ligeramente tóxico	Preventivo o protectante	Contacto	Pulgones de la arveja (*Acyrthosiphon pisum*) larvas (*Agrotis* sp.) y grillos (A*cheta domesticus*)	9560	20 g/20 L de agua
COADYUVANTE AGRÍCOLA											
N.A.	N.A.	Polyoxyethylene (6) lineal alcohol (9-11) 40 g/L	PORTADOR	N.A.	N.A.	III Ligeramente tóxico precaución	Adherente	contacto	N.A.	6713	10 ml/20 L de agua
Nota	**P.C.**: Periodo de carencia: Días que deben transcurrir entre la última aplicación y la cosecha.										
	P.R.: Periodo de reentrada: Intervalo que debe transcurrir entre la aplicación y el reingreso de personas y animales al área o cultivo tratado.										
	N.A.: No aplica.										

Figura 6. Fungicidas, insecticida, bioinsumo y coadyuvante que se utilizaron en el cultivo de arveja.

Fuente: Elaboración propia (2017).

7.8 Cosecha.

Dentro de las actividades de manejo, esta es una labor en donde se debe ser muy minucioso, teniendo en cuenta que la arveja cosechada en fresco se convierte en un producto perecedero.

7.8.1 Momento óptimo de recolección.

El índice de madurez de cosecha para este producto, corresponde al momento en que las paredes de las vainas se encuentran suculentas y con el grano en crecimiento medio (ver anexo 12-A), ya que con grano lleno se considera sobre maduras para el objetivo de cosecha de vaina verde, tanto para consumo en fresco como para congelación. En estado apropiado de madurez de cosecha, las vainas contienen 85-88 % de agua y pesan generalmente entre 4,5 y 6 g por unidad. La mayoría de las vainas cosechadas de la variedad pequinegra se encuentra en el rango de tamaño de 6-8 cm con una proporción menor que se ubica en el rango de 8-10 cm.

7.8.2 Logística de recolección.

Para la recolección de arveja en vaina verde se tuvieron en cuenta aspectos como: las condiciones climáticas en cuanto a precipitación, ya que la calidad de la cosecha implica vainas libre de humedad exterior, por otra parte, se tuvo en cuenta el tiempo que se tarda en efectuarse la recolección y el tiempo estimado para la comercialización, con la más brevedad posible, ya que si se tarda demasiado, el producto tiende a perder su calidad y por ende su peso y precio de mercado.

Las labores de recolección se realizaron a mano (ver anexo 12-B.), siendo meticuloso para no provocar daños mecánicos a las vainas y/o a las plantas, logrando que estas permanezcan intactas para que realicen el correcto llenado de las demás vainas.

7.9 Poscosecha.

Dentro de los procedimientos básicos realizados durante la poscosecha que tienen como objetivo acondicionar y conservar la calidad del producto, se tiene actividades de clasificación, empaque, transporte y en algunos casos donde la humedad exterior de la vaina es evidente, se realizaron prácticas de secado a la sombra para eliminar el excedente de agua (ver anexo 13).

7.9.1 Clasificación.

Mediante la Norma Técnica Colombiana (NTC 1250 del 2010), donde indica la calidad de la arveja verde.

Comprende a las vainas con sus granos en estado verde procedentes de la especie *Pisum sativum* L. La arveja se clasifica en dos calidades de primera y segunda.

- **Primera:** Vainas que presentan más de 4 semillas
- **Segunda:** Vainas con menos de 4 semillas.

Dentro de los requisitos generales se tiene que la arveja verde debe comercializarse entera con vainas y granos, las vainas deben estar enteras cerradas y deben presentar el color verde típico de la variedad, no debe tener hojas ni parte del tallo y deben estar desprovistas de humedad exterior extra normal. Las vainas deben estar sanas libres de manchas, plagas y daños mecánicos, exentas de olores y sabores extraños no marchitas. Los granos de la arveja deben estar bien formados frescos, suficientemente duros, y tener un olor verde característico de la variedad.

7.9.2 Empaque, transporte y comercialización.

Se utilizaron empaques que garantizaron la conservación y permitieron la ventilación del producto. Los empaques no presentaron residuos de fábrica, su diseño permitió la manipulación durante el transporte y el almacenamiento.

El producto fue distribuido empacado según lo requerido en el mercado, denominado en kilos. Para que la cosecha sea recibida adecuadamente, se contactó el cliente anticipadamente para acordar la logística de entrega y términos relacionados con el precio y calidad. De esta manera se pudo evidenciar que el canal de comercialización para el municipio de gigante-Huila, es mediante los almacenes y/o supermercados e intermediarios minoritarios, los cuales venden directamente al

consumidor, por lo tanto, el precio que ofrecen por kg del producto es mayor al que ofrecería un intermediario mayoritario, debido a que, su misión es adquirir los productos a precios favorables para luego venderlo a los almacenes e intermediarios minoritarios.

7.10 Cronograma de actividades.

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades que se planteó para la siembra de un ciclo de cultivo de arveja y siguiendo las especificaciones del plan de manejo técnico, los tiempos proyectados para cada actividad se modificaron por las condiciones de precipitación que se presentó durante el cumplimiento del cronograma.

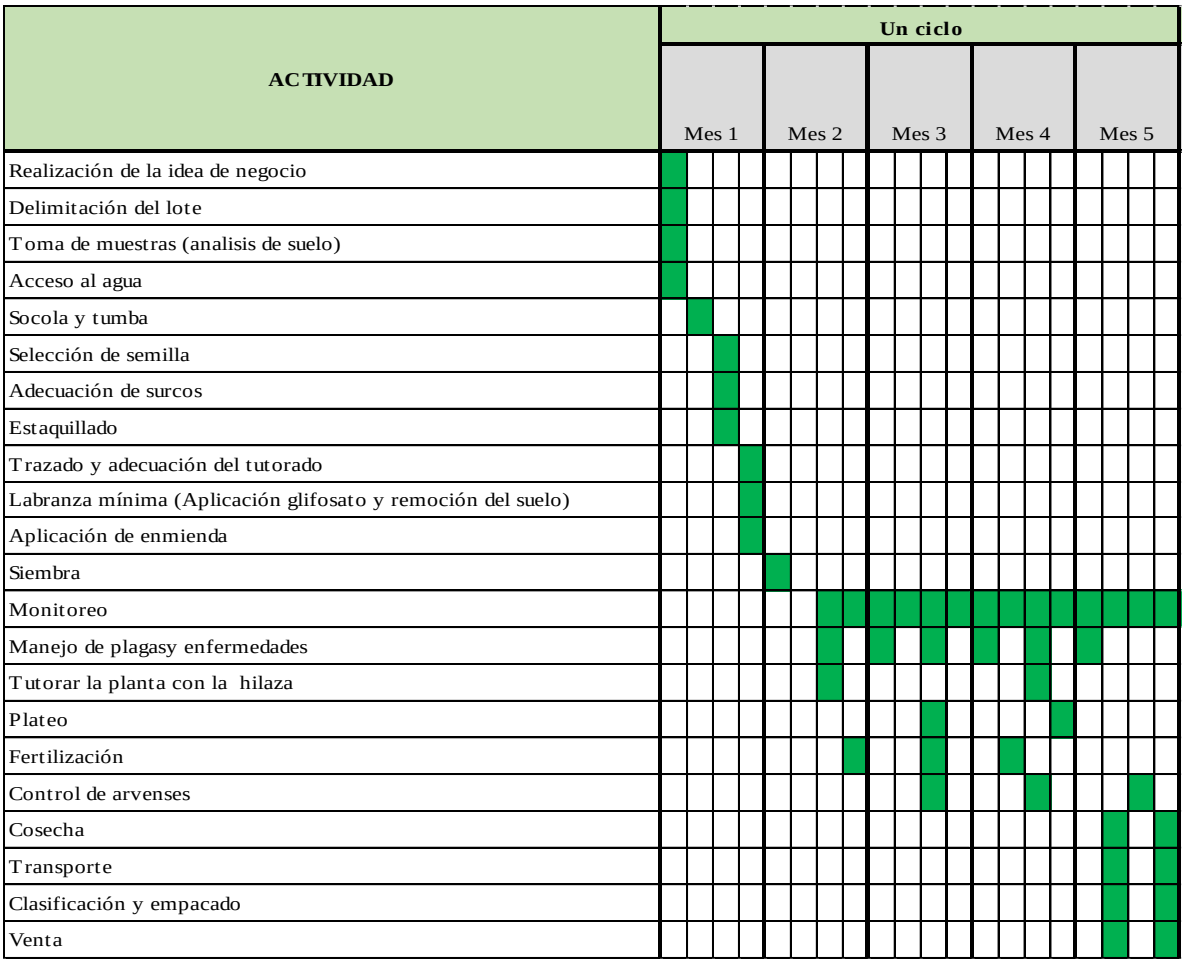


Figura 7. Cronograma para la implementación de un ciclo de cultivo de arveja.

Fuente: Elaboración propia (2016).

8 COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN.

8.1 Situación problema.

En la vereda San Lorenzo del municipio de Gigante, hay establecido sistemas productivos de arveja, sin embargo, se viene incursionando hace pocos años con esta especie en la región. Mediante algunas visitas ejecutadas a diferentes productores se pudo observar que éstos realizan la siembra de la arveja de forma empírica a distintas densidades, sin fijarse en la densidad más conveniente según la producción del sistema, lo que conlleva, a que los productores con la demanda ambiental de la zona, tengan producciones variables, esto se traduce a que no se tiene seguridad para implementar un cultivo de arveja en gran extensión, que aporte a la economía del productor y que además, sirva para fortalecer la seguridad alimentaria del municipio. Partiendo de esta situación se plantea el siguiente ensayo.

8.2 Evaluación de tres densidades de siembra para la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad pequinegra en la vereda San Lorenzo del municipio de Gigante-Huila.

Este ensayo tuvo como objetivo principal determinar la densidad de siembra óptima para la producción de arveja variedad Pequinegra, mediante la evaluación de tres densidades, con el fin de incrementar el rendimiento en la vereda San Lorenzo del municipio de Gigante-Huila. Este se ejecutó bajo el diseño en Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 tratamientos (densidades D1: 4,44 plantas/m^2, D2: 3,33plantas/m^2 y D3: 2,66 plantas/m^2) y 3 repeticiones, teniendo un total de 9 unidades experimentales. Se realizaron los muestreos para notar la floración y cosecha, en donde se registraron datos afines con las siguientes variables de respuesta.

- Días a floración (DF): corresponde a los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas presentan la primera flor abierta.
- Días a cosecha en vaina verde (DCVV): corresponde a los días desde la siembra hasta cuando el 75% de la planta presenta llenado de granos.

- Número de vaina por planta (NVP): se obtiene contando las vainas de 40 plantas de la parcela útil tomadas al azar y registrando el promedio.
- Número de granos por vaina (NGV): se obtiene contando los granos en 50 vainas tomadas al azar de la parcela útil y registrando el promedio.
- Rendimiento en vaina verde (RENVV): se cosecha la totalidad de los surcos de la parcela útil se pesa y se lleva el rendimiento a t/ha.

8.2.1 Metodología.

El ensayo se llevó a cabo entre los meses de febrero de 2017 y mayo del mismo año, en los predios de la finca El Lucerito con coordenadas de 2° 16' 15.1" N 75° 28' 43.9" W, de la vereda San Lorenzo, ubicada en el municipio de Gigante, departamento de Huila; a una altura de 2.060 m.s.n.m., temperatura promedio de 15 °C, precipitación promedio anual de 1.400 mm y humedad relativa de 77%, (Estación meteorológica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – CENICAFÉ Vereda Bajo Corozal 2017).

Se tomaron parcelas de 96 m^2 y se distribuyeron aleatoriamente en 1 ha, (siendo este el lote en donde se ejecutó el proyecto productivo), a cada parcela se le destinó la densidad correspondiente como se muestra en la tabla 4, así como la distribución de sus debidas repeticiones (Figura 8).

Después, se procede a realizar la siembra teniendo en cuenta el efecto borde, así como también el tutorado que fue adecuado para cada densidad. La variedad de arveja utilizada y labores de manejo técnico durante el ciclo fueron conforme a las del proyecto en general.

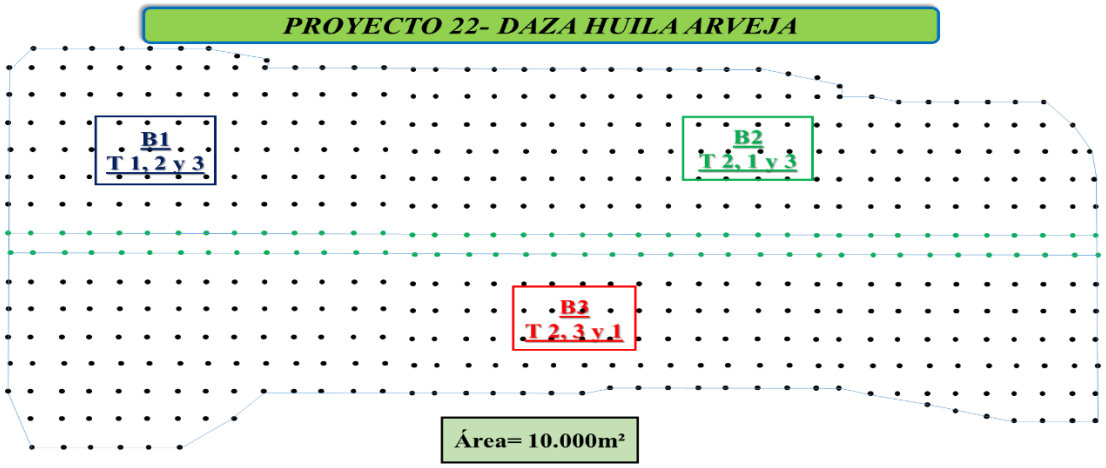


Figura 8. Distribución de los tratamientos y repeticiones en 10.000 m2.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 4. Especificaciones de los tratamientos.

Tratamiento	**Distancia de siembra (m)**		**Plantas/m²**	**Tamaño de parcela**	**Plantas en 96 m²**	**Surcos por parcela**	**Surcos parcela útil**	**Plantas parcela útil**
	Entre surcos	Entre plantas						
D1	0,75	0,3	4,44444	8x12= 96 m²	427	11	9	349
D2	1	0,3	3,33333	8x12= 96 m²	320	9	7	249
D3	1,25	0,3	2,66667	8x12= 96 m²	256	7	5	183

Fuente: Elaboración propia (2016).

Se realizaron los muestreos correspondientes para cada variable y finalmente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Tukey ($P<0,05$).

8.2.2 Resultados.

Después de analizar los datos se obtuvo que; los tratamientos presentaron diferencias con respecto a algunas variables de respuesta, se logra considerar que a nivel de rendimiento en vaina verde, el tratamiento al cual se puede contemplar, por su rendimiento y aprovechamiento de área es la D2, teniendo en cuenta que la D3 obtuvo similitudes muy cercanas, se descarta porque no se

logra aprovechar el terreno. Por otra parte la D1 es anulada por los promedios de su bajo rendimiento en vaina verde, como se denota en la siguiente figura.

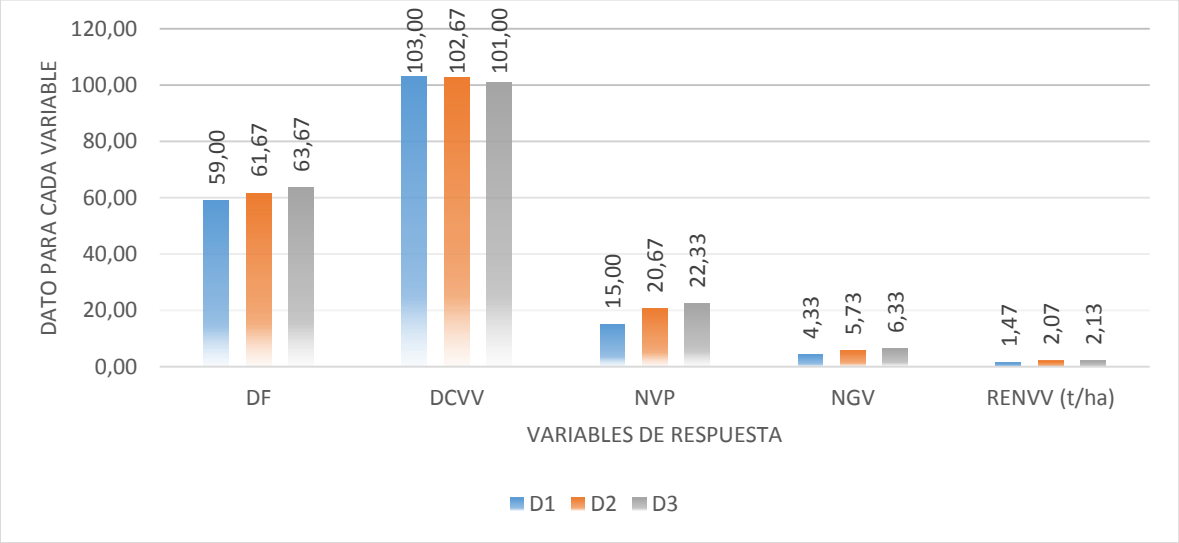


Figura 9. Promedios de valores obtenidos para cada variable de respuesta.

Fuente: Elaboración propia (2017).

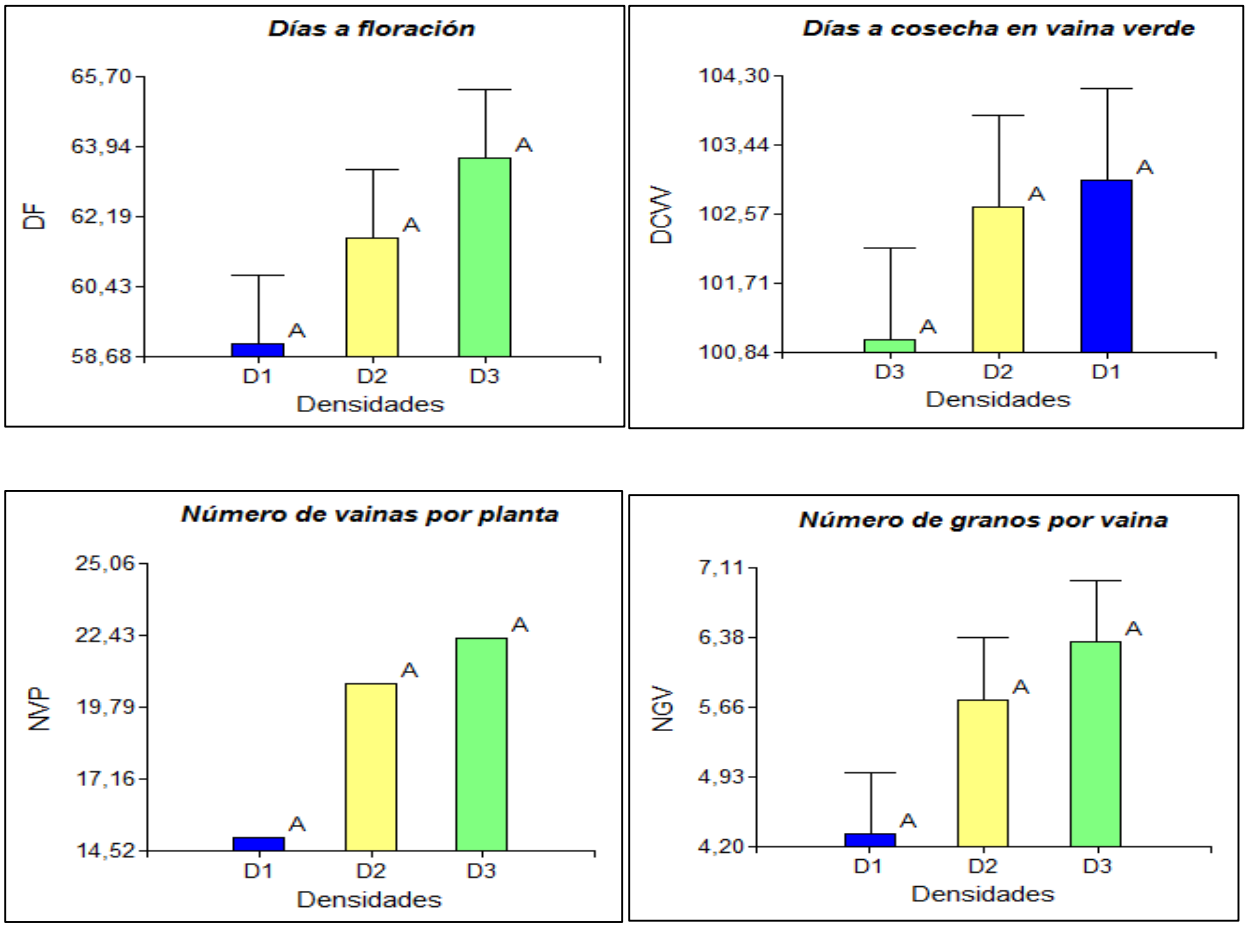
En la gráfica anterior se puede denotar los niveles de los promedios obtenidos en los muestreos para cada variable de respuesta, sin embargo se realizó un análisis estadístico para determinar diferencias estadísticas. En la siguiente tabla se demuestra mediante el análisis de varianza (Anova), las comparaciones de cada variable dependiente, así como también, se determina la diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 5. Anova para cada variable.

Variables	*Origen de las variaciones*	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
DF	Entre grupos	32,888889	2	16,444444	2,792453	0,13892367	5,143253
	Dentro de los grupos	35,333333	6	5,8888889			
	Total	68,222222	8				
DCVV	Entre grupos	6,8888889	2	3,4444444	0,911765	0,451071712	5,143253

	Dentro de los grupos	22,666667	6	3,7777778			
	Total	29,555556	8				
NVP	Entre grupos	88,666667	2	44,333333	2,977612	0,126409761	5,143253
	Dentro de los grupos	89,333333	6	14,888889			
	Total	178	8				
NGP	Entre grupos	6,32	2	3,16	3,434783	0,101335619	5,143253
	Dentro de los grupos	5,52	6	0,92			
	Total	11,84	8				
RENVV (t/ha)	Entre grupos	0,8088889	2	0,4044444	20,22222	0,002156018	5,143253
	Dentro de los grupos	0,12	6	0,02			
	Total	0,9288889	8				

Fuente: Elaboración propia (2017).



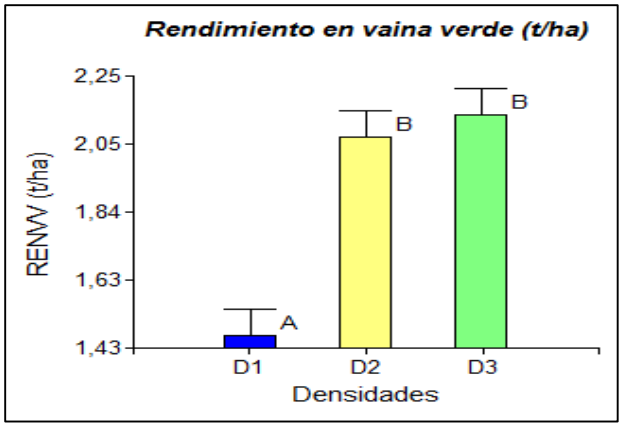


Figura 10. Representación gráfica de la diferencia estadísticamente significativa de las variables días a floración (DF), días a cosecha en vaina verde (DCVV), número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV) y rendimiento en vaina verde (RENVV) representado en t/ha). Barras con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (P<0,05).

Fuente: Elaboración propia (2017).

Según DF; presento precocidad la densidad D1 con respecto a la densidad D2 la cual fue intermedia con 61 días, mientras que la densidad D3 resultó más tardía con 63 días. Según González y Ligarreto (citado por Casanova L. *et al*. 2012), 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. Lo anterior ratifica que hay diferencias pero no estadísticamente significativas (Figura 10), por lo que la densidad de siembra no es un factor que influye significativamente sobre DF y NVP, los cuales, no presentaron diferencias según las densidades evaluadas.

No se observó un efecto significativo de las densidades de siembra evaluadas sobre la variable días a cosecha en vaina verde (DCVV), lo cual sugiere que las densidades de siembra no produjeron ningún efecto importante sobre el periodo vegetativo de las plantas. En general, el promedio para días a cosecha en vaina verde fue de 102 días (Figura 9).

Las variables número de granos por vaina (NGV) y rendimiento en vaina verde (RENVV), fueron afectados negativamente por la mayor densidad de siembra.

Martínez (citado por Casanova L. *et al*. 2012), estudiaron el comportamiento agronómico de 20 líneas de arveja arbustiva en el municipio de Pasto (Nariño), concluyendo que al aumentar la densidad de población los rendimientos en vaina verde disminuyen. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual, aunque la variedad no es la misma, los rendimientos se incrementaron al disminuir la densidad de siembra.

Lo anterior, confirma que las altas densidades generan competencia, y se produce una reducción de un factor esencial para el crecimiento y/o el llenado de los granos, denotado en el número de granos por vaina (NGV), el cual fue inferior en la mayor densidad.

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 poblacional 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, dicho por González y Ligarreto; Pacheco, Vergara y Ligarreto (citados por Casanova L. *et al*. 2012).

8.3 Necesidades de investigación.

Existen diferentes variedades de arveja que se pueden implementar en un sistema productivo, sin embargo, en la zona de impacto del proyecto, se pudo verificar que los productores manejan solamente la variedad piquinegra, bajo el argumento de que es la que mejor se adapta a la demanda ambiental, pero no existen datos confiables que así lo comprueben, además, se tendría que analizar las ventajas y desventajas de manejo de cada variedad. Respecto a esto, se ve la necesidad de realizar una investigación que compare diferentes variedades de arveja, para lograr tener datos confiables que identifiquen la variedad más conveniente para los productores de la zona.

9 COMPONENTE DE LIDERAZGO SOCIAL, POLÍTICO Y PRODUCTIVO.

9.1 Social.

Como referente social, se tuvo la perspectiva puesta en apoyar los productores de la zona en sus labores agrícolas, incentivándolos a creer más en el campo, que a pesar de los altos costos de producción, se puede hacer un manejo del cultivo para que este sea más rentable, además, de trasmitir el mensaje de sostenibilidad, sembrando productos que demanda la canasta del núcleo familiar y por qué no de los habitantes del municipio y municipios aledaños, de tal forma que los productores no tengan la obligación de ir al mercado a comprar productos que fácilmente se pueden producir en sus parcelas.

Dichas razones expuestas anteriormente me llevaron a realizar la extensión rural, las charlas educativas con productores y las capacitaciones como método de impacto social en el municipio.

VISITAS DE ASISTENCIA TÉCNICA

NOMBRE COMPLETO	CÉDULA	VEREDA	FINCA	TEMA	FIRMA
Celina Romero	36165267 Neiva	Alto Tres Esquinas	La Esperanza		
Jesús Antonio Vargas	12'200.724	Alto Tres Esquinas	La Primavera		
Victor Ramos.	12'205.841	Alto Tres Esquinas	La Colombia		
Severiano Silva	4'942.962	Alto Tres Esquinas	El Triunfo.		
Alvaro Muñoz	12'209.514	Alto Tres Esquinas	San Rafael.		
Fernando Muñoz	12.209'620	Alto Tres Esquinas	La Hermosa.		
Rosendo Campo.	4'907.965	Alto Tres Esquinas	Helvecia.		

Figura 11. Prácticas de extensión (a la izquierda; hoja de firmas de participantes y a la derecha; charla educativa con productor de la vereda San Lorenzo).

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Se visitaron fincas de la vereda Alto Tres Esquinas y algunas de San Lorenzo, con el fin de aportar conocimiento en lo que respecta a prácticas de manejo del sistema productivo que se maneja en cada finca.

9.2 Político.

Se asistió a reuniones educativas para la buena organización de las comunidades del municipio, en donde se busca consolidar grupos establecidos para controlar un territorio en pro del beneficio comunitario.

Figura 12. Reuniones educativas para las comunidades de Gigante Huila.

Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

9.3 Productivo.

La implementación de un cultivo tecnificado de arveja en la vereda San Lorenzo es un ejercicio a destacar, puesto que los productores de la zona se encuentran interesados en adoptar algunas de las prácticas que se realizaron.

Las prácticas de manejo que se realizaron se enfocaron en ser más eficientes para alcanzar un mayor beneficio, que sea amigable con el medio ambiente y desde luego que sea operable por el productor. Tecnologías tales como una densidad adecuada, una fertilización basada en un análisis de suelos, un manejo integrado de plagas, utilización de un equipo de protección al momento de

aplicación de agroquímicos, tutorado de las plantas, entre otras que finiquitan una excelente labor de manejo y que los productores fácilmente pueden realizar.

Finalmente, entre las prácticas de manejo en donde se enfatizó, fue el manejo racional de agroquímicos, la integración de productos biológicos al manejo integrado de plagas, el uso de una bodega para el almacenamiento de los insumos y un manejo adecuado de los envases de agroquímicos mediante el triple lavado y perforaciones de los mismos.

10 COMPONENTE DE EMPRESARIZACIÓN DEL CAMPO.

10.1 Importancia económica del cultivo.

La importancia económica del cultivo, está sujeta a la idea de que existen distintos países en el mundo en donde se produce y genera oferta, por lo cual, participa en la circulación de la economía.

A nivel mundial la oferta de arveja se concentra principalmente en países como Canadá, Rusia, Francia, China, India, Estados Unidos y otros que participan en menor cantidad, como se muestra en la figura 10. La principal región productora de arveja en el mundo es Europa occidental (Alemania, Dinamarca, Reino Unido y Francia). Este último país lidera a las naciones de Europa Occidental con rendimientos sumamente elevados cercanos a los 5.000 kg/ha, mientras que Alemania y Dinamarca alcanzan los 3.700 kg/ha. Todos estos países en conjunto producen el 30 % del volumen total mundial que asciende a 10.585.825 t distribuidas en una superficie cercana a las 6.215.000 ha, según datos de FAOSTAT (2012).

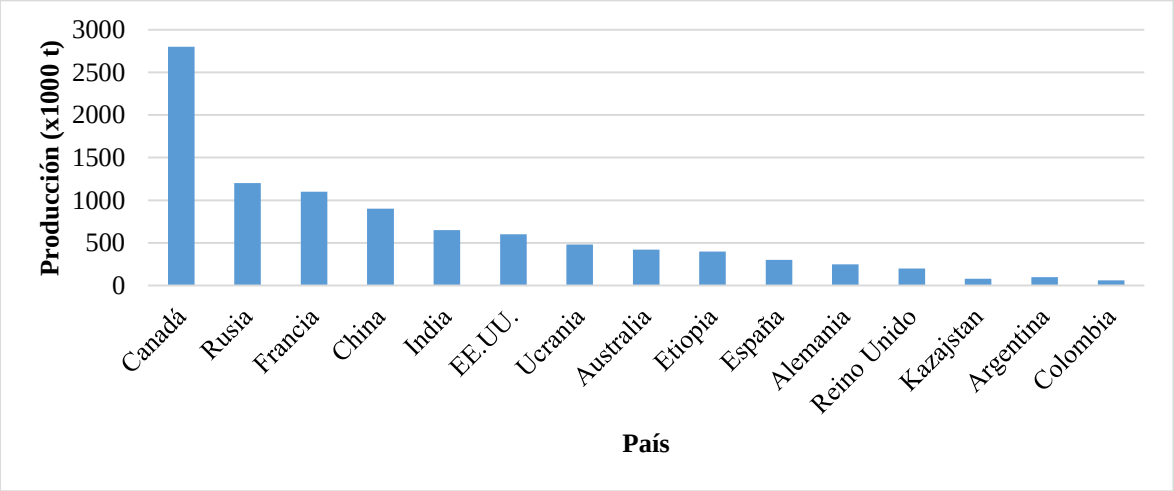


Figura 13. Producción mundial de arveja en el año 2010.

Fuente: Modificado de; FAOSTAT (2012)

En Colombia según datos reportados por Agronet en el año 2013, la oferta depende de doce departamentos, dentro de los cuales se encuentra: Nariño, Cundinamarca, Boyacá, Huila Tolima,

entre otros, (figura 12). Con 15.302 t, Nariño lidera los departamentos productores en Colombia. Todos estos departamentos en conjunto producen 30.208 t de arveja en un área cosechada de 14.367 ha.

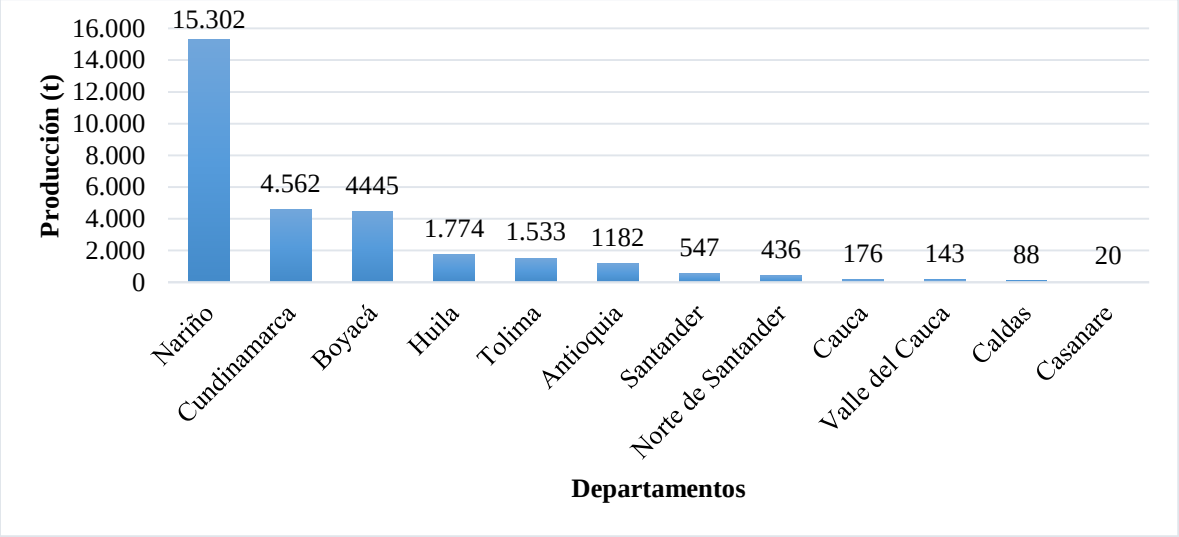


Figura 14. Producción a nivel departamental en Colombia para el año 2013.

Fuente: Modificado de; Agronet (2015)

En el departamento del Huila, los principales municipios productores de arveja son: Algeciras, Pitalito, Santa Maria, Gigante, entre otros, como muestra la figura 15, los cuales son los responsables de garantizar la oferta de arveja en el departamento.

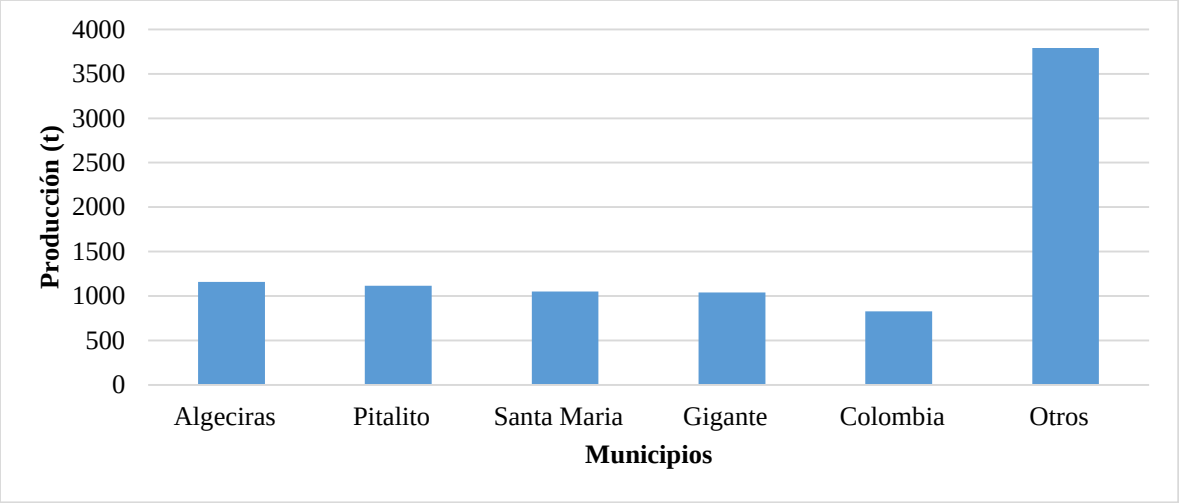


Figura 15. Producción del departamento del Huila con sus principales municipios productores de arveja. Fuente: Modificado de; FENALCE (2010)

En el departamento del Huila y a nivel nacional, los precios del kilogramo de arveja verde mantienen en constante fluctuación, por lo tanto, la oferta puede cambiar en cualquier momento, teniendo en cuenta que los precios van directamente relacionados con la oferta del producto. Por otra parte, el costo de producción de una hectárea de arveja está cerca de $4.600.000, esto para mencionar que la oferta está sujeta a el aumento o reducción de los costos de producción, en este sentido, la oferta de arveja verde puede ser afectada por distintos factores que interactúan a su alrededor.

10.2 Análisis financiero y flujo de caja.

El proyecto productivo se realizó basado en los indicadores económicos tales como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y relación costo/beneficio extraídos de los valores del flujo de caja del cultivo. Para el caso del modelo productivo de arveja, los resultados fueron los siguientes: VAN $ 1.535.804,17 siendo este mayor a cero es positivo, es decir que el proyecto tiene la capacidad de restaurar los costos de inversión y por ende es factible, la TIR, fue de 9 % 6 puntos por encima del 3 % fijado como tasa de descuento, al ser superior se denota la

viabilidad del proyecto y la relación costo beneficio fue de 1.29, es decir que por cada peso invertido en el proyecto, este generara $ 1,29 de ingresos. En todos los aspectos el proyecto es rentable por lo cual se ejecutó en pro a obtener buenos resultados del mismo.

El proyecto productivo está reflejado en dos ciclos del cultivo, en los que se obtuvo un valor total de inversión de $ 7.123.050,00 representados en costos directos e indirectos, el flujo de caja neto del proyecto es negativo pese a los inconvenientes de producción presentados en el primer ciclo acompañado de los altos costos iniciales de inversión. Con la producción en el primer ciclo 521 kg) se recuperaron $ 1.140.000,00, siendo este un ingreso deficiente, ya que se cultivó 1 ha y se obtuvieron pérdidas de hasta el 70 % por aspectos de carencia de mano de obra para el manejo de enfermedades que fueron favorecidas por las altas precipitaciones presentadas. En el segundo ciclo (1.427 kg) se obtuvo un ingreso de $ 3.429.600,00, este sin embargo fue mucho mejor al primero, ya que se cultivó 5.000 m^2 y a pesar que las condiciones de precipitación no disminuyeron, se pudo manejar las enfermedades debido a que la mano de obra fue suficiente para el área cultivada.

Como se puede denotar en la tabla 7, los ingresos obtenidos en los dos ciclos productivos no alcanzan punto de equilibrio, por lo que se implementará una estrategia para recuperar el dinero restante de la inversión total. Esta estrategia se basa en brindar asistencia técnica a personas productoras de la región, logrando recuperar $ 2.554.250,00 siendo el valor para alcanzar punto de equilibrio.

Tabla 6. Resumen financiero para el cultivo de arveja en dos ciclos.

RESUMEN FINANCIERO		
DESCRIPCIÓN	**DOS CICLOS PRODUCTIVOS**	**TOTAL**
COSTOS DIRECTOS Mano de obra	$ 2.971.250,00	$ 2.971.250,00

Insumos	$ 1.495.000,00	$ 1.495.000,00
Materiales y Herramientas	$ 1.291800,00	$ 1.291800,00
Flete y Transporte	$ 87.000,00	$ 87.000,00
Total costos directos	$ 5.845.050,00	$ 5.845.050,00
COSTOS INDIRECTOS		
Arrendamiento de la tierra	$ 768.000,00	$ 768.000,00
Administración	$ 180.000,00	$ 180.000,00
Asistencia Técnica	$ 180.000,00	$ 180.000,00
Comunicaciones	$ 150.000,00	$ 150.000,00
Imprevistos	$ -	$ -
Total costos indirectos	$ 1.278.000,00	$ 1.278.000,00
TOTAL COSTOS DEL PROYECTO	$ 7.123.050,00	$ 7.123.050,00
INGRESOS/VENTAS	$ 4.569.600,00	$ 4.569.600,00
FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO	$ -2.554.250,00	$ -2.554.250,00
INGRESOS ASESORIAS	$ 2.554.250,00	$ 2.554.250,00
TOTAL FLUJO NETO	$ 0	$ 0

Fuente: Elaboración propia (2017).

10.3 Identificación de organizaciones y oportunidades para nuevos emprendimientos.

En el departamento y municipio de Gigante-Huila existen entidades financieras, proveedores y clientes, entidades gubernamentales, entre otras que se relacionan directamente y que pueden ser aliados para nuevos emprendedores que buscan plantear y ejecutar proyectos productivos con el propósito de generar empresa en el sector agrícola.

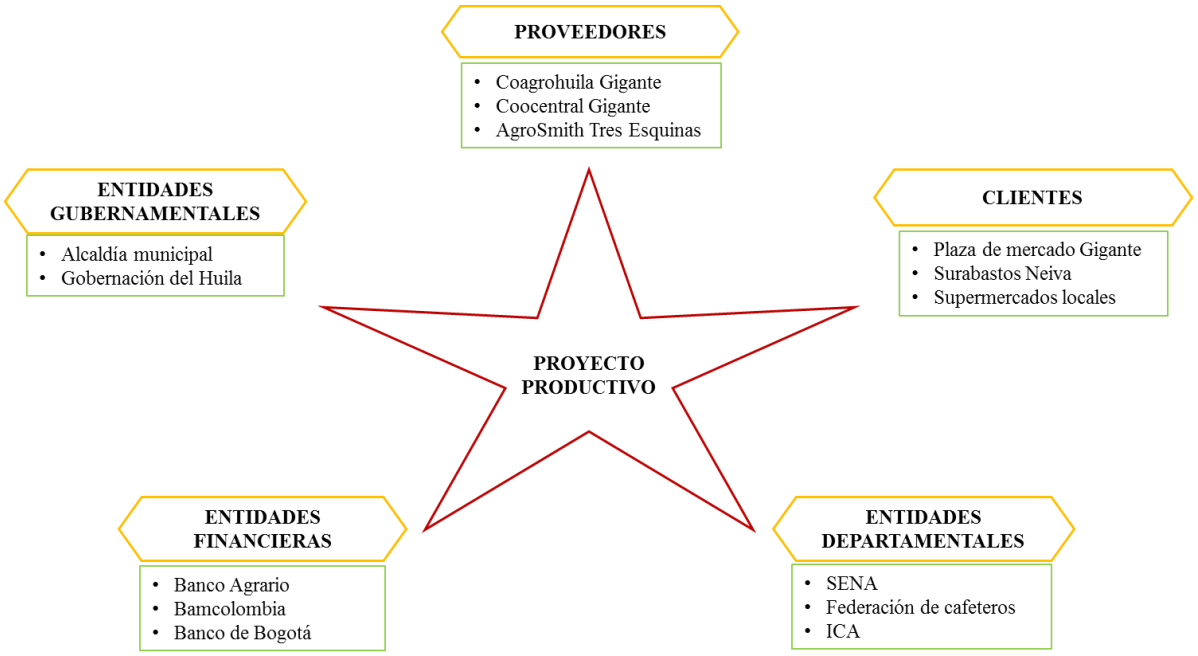


Figura 16. Red de apoyo para nuevos proyectos en Gigante-Huila.

Fuente: Elaboración propia (2017).

10.4 Evaluación de la continuidad del proyecto.

Teniendo en cuenta la evaluación económica del cultivo de arveja, indica que los costos de inversión son elevados, además requiere de alta mano de obra, por lo tanto, la continuidad del proyecto está sujeta a la destinación de recursos tanto económicos como humanos. Para las condiciones de la vereda San Lorenzo, no se ve viable la implementación de un cultivo de arveja en un área extensiva, puesto que se carece de mano de obra para los requerimientos de manejo de grandes cantidades, sin embargo, es viable la implementación de un área más reducida teniendo en cuenta que se cuente con personal para el manejo, para los aspectos relacionados con la asistencia técnica, los proveedores de insumos, los compradores del producto y los económicos, están a disposición como se muestra en la figura 16.

Por otra parte, se puede pensar en procesos de postcosecha de la producción, mediante prácticas que aumenten la vida útil del producto, así como también métodos que faciliten la venta como lo es la transformación del mismo.

Finalmente, cabe mencionar que la integración de nuevos cultivos al sistema de producción garantiza la factibilidad del mercado local, en lo que tiene que ver con el abastecimiento de los locales comerciales, en pro de la diversificación de productos y el aporte a la sostenibilidad alimentaria de las personas de la región.

11 CONCLUSIONES

- La correcta formulación de un plan de manejo técnico, es fundamental para el buen desarrollo de un proyecto productivo, ya que permite realizar las actividades a cabalidad, además, permite visualizar planes de acción para las posibles dificultades y así finiquitar el proceso satisfactoriamente.
- La densidad que mejor se acopla a un sistema productivo en la vereda San Lorenzo, corresponde a la densidad con población de 2,66667 plantas/m^2, sin embargo la densidad con población de 3,33333 plantas/m^2 es factible en relación al aprovechamiento de superficie cultivable.
- Mediante la transmisión de conocimiento técnico, se dio a conocer a los productores de la región que es posible la implementación de un cultivo tecnificado en la vereda San Lorenzo del municipio de Gigante, que haga la diferencia con respecto a los cultivos extensivos de café, ideal para iniciar la diversificación de cultivos en la zona y que además, contribuye a la seguridad alimentaria de las personas de la región.
- De acuerdo a los análisis financieros, se logró la rentabilidad esperada para el modelo productivo, respecto a esto, puede ser replicable como modelo productivo en la vereda San Lorenzo.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Cáceres, G. P., & Gelves, D. Y. M. (2011). La producción de arveja (*Pisum sativum* L.) en la vereda Monteadentro, provincia de Pamplona, Norte de Santander. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2(1). Recuperado de: file:///C:/Users/DELL/Downloads/334-816-1-PB.pdf
- Casanova L., Solarte J., & Checa O. (2012). Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) Revista de Ciencias Agrícolas 29(2). Rescatado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104145.pdf
- Concejo Municipal de Gigante Huila, (2012). Plan de Desarrollo Municipal 2012 – 2015. Recuperado de: http://www.gigante-huila.gov.co/apc-aa-files/62636163373237646531373730356431/ACUERDO_No_012__COMPLETO_PLAN_DE_DESARROLLO.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), (2015). Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (2014). Precios mayoristas. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Semana_8feb_14feb_2014.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE, (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA - cuadros de salida ENA, 2013. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria
- Estación meteorológica CENICAFÉ, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – Vereda Bajo Corozal (2017)

- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), (2010). El cultivo de la arveja. Historia e importancia. Publicación mayo-junio de 2010. Recuperado de: http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf
- Google maps (2015) Recuperado de: https://www.google.es/maps/search/Tres+esquinas+gigante+huila+/@2.3182629,-75.5063296,16z/data=!3m1!4b1
- ICA. (2012), Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas, medidas para la temporada invernal. Recuperado de: http://www.ica.gov.co/getattachment/e16a4b6e-d0fa-49da-a400-dc31e40fe643/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortaliz.aspx
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi I.G.A.C. (2015). Recuperado de: http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/
- Jáuregui E. (2012) Producción de arveja. Herramientas técnicas, Microbiología Agrícola Aplicada, Universidad Nacional del Sur. Recuperado de: http://studylib.es/doc/216221/monografia_arveja_final
- Pacheco Ch, C., Vergara Holguín, M., & Ligarreto Moreno, G. (2010). Clasificación de 42 Líneas Mejoradas de Arveja (*Pisum sativum* L.) por Caracteres Morfológicos y Comportamiento Agronómico. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 63(2), 5543-5553. Recuperado de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25043/37034
- Plan de gestión del riesgo en el municipio de Gigante (2012). Recuperado de: http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/20.500.11762/18595/1/Gigante_Huila.pdf

- Sánchez, E., & Mosquera, T. (2006). Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad 'Santa Isabel'. Agronomía Colombiana, 24(1), 17-27. Recuperado de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20004/21139
- Sanmiguel D. (2016). Plan de desarrollo gigante amable construyendo paz, requisito de ley o proyecto de desarrollo para Gigante Huila. Recuperado de: http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/14849/1/Diego%20Mauricio%20Sanmiguel%20PascuasArticulo2016.pdf

13 ANEXOS

Anexo 1. A: Socola y tala de árboles y B: Selección de polones funcionales.

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 2. Adecuación del tutorado (A: Realización de hoyos y B: Anclada de polones).

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 3. Labranza del terreno (A: Adecuación de los surcos y B: Labranza del suelo con azadón).

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 4. Aplicación de enmienda.

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 5. A: Siembra, dos granos por sitio y B: Tutorado de las plantas.

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 6. Re-tutorado de las plantas.

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 7. Manejo de arvenses.

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 8. Manejo de la fertilización (A: Medición de gramos por planta; B: Aplicación en campo).

Fuente: Registro fotográfico propio (2016).

Anexo 9. Manejo de plagas A: Bioinsumo utilizado, B: Pulgones de la arveja (*Acyrthosiphon pisum*), C: Larvas (*Agrotis* sp.) y D: Posible polinizador de la arveja.

Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

Anexo 10. Enfermedades potenciales (A: Antracnosis en arveja (*Colletotrichum pisi*), B: Mancha de ascochyta (*Ascochyta pisi*) y C: Botrytis (*Botrytis cinerea*).

Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

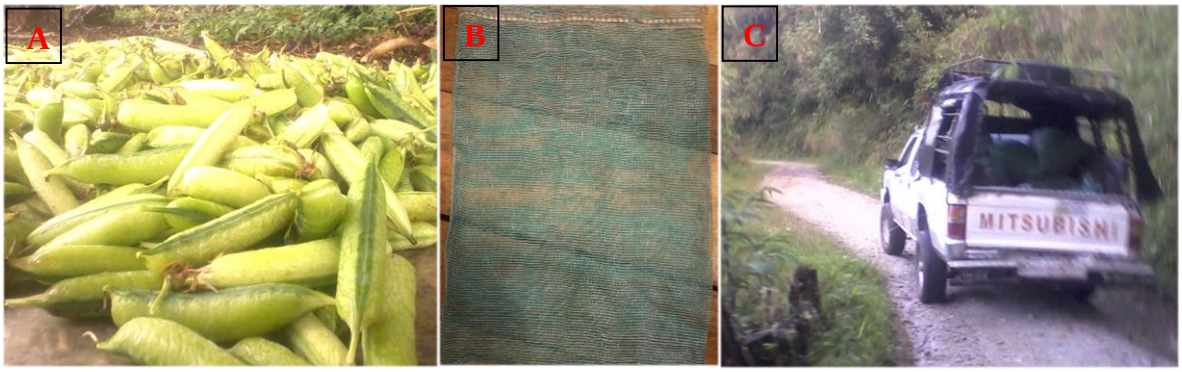
Anexo 11. Aplicaciones foliares.

Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

Anexo 12. Labores de cosecha (A: Revisión del punto óptimo de cosecha y B Recolección.

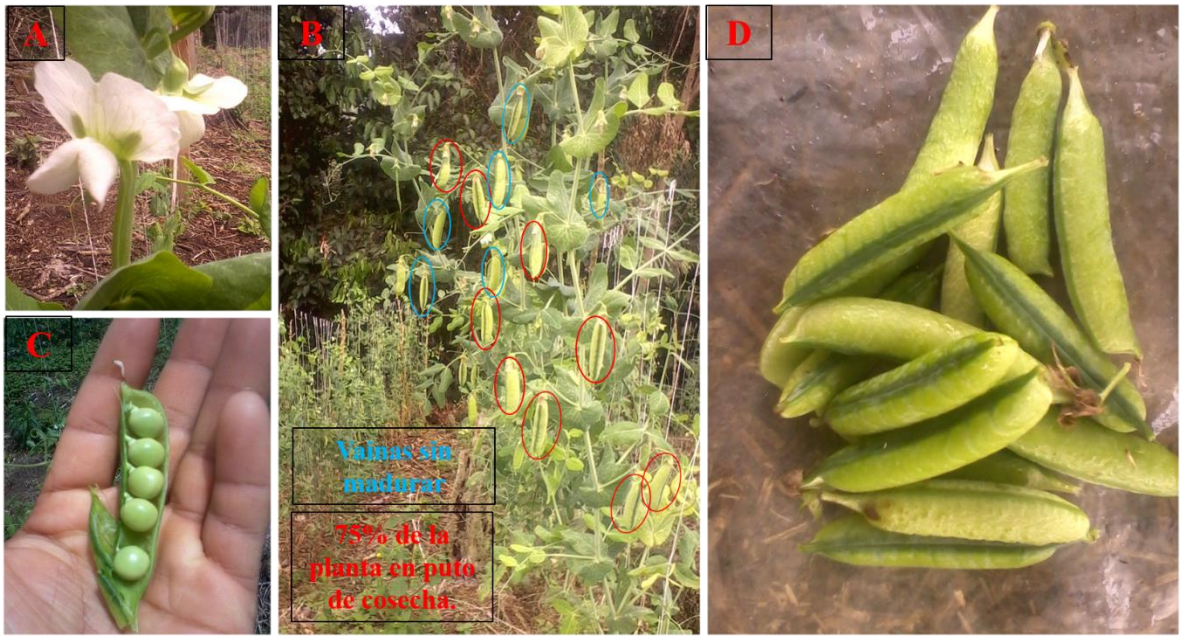
Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

Anexo 13. Postcosecha (A: Clasificación según NTC 1250 del 2010, B: Empaque saco gaza y C: Transporte de cosecha.



Fuente: Registro fotográfico propio (2017).

Anexo 14. Variables evaluadas (A: DF, B: DCVV y NVP, C: NGV y D: RENVV).



Fuente: Registro fotográfico propio (2017).