



**ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA AGROECOLÓGICO
DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA PARA APORTAR A LA CONSERVACIÓN DE
LOS RECURSOS NATURALES Y A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA.
ESTUDIO DE CASO, FINCA CASA BLANCA UBICADA EN EL MUNICIPIO
DE SUBACHOQUE - CUNDINAMARCA**

Paola Andrea Torres Díaz

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 2019

**ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA AGROECOLÓGICO
DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA PARA APORTAR A LA CONSERVACIÓN DE
LOS RECURSOS NATURALES Y A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA.
ESTUDIO DE CASO, FINCA CASA BLANCA UBICADA EL MUNICIPIO DE
SUBACHOQUE - CUNDINAMARCA**

Paola Andrea Torres Díaz

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director:
Carlos Eduardo Quintero Murillo

Línea de Investigación:
Gestión para el desarrollo urbano y rural y mejoramiento de la calidad de vida

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

2019

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

Quiero dedicarle esto a Dios por su guía y permitirme lograr esto junto con mi familia que han sido mi apoyo para cumplir esta meta que siempre deseado; este título como ingeniera ambiental es una de las metas que siempre he querido alcanzar. Se lo tributo a mi mamá María Cristina Díaz Castillo, que ha sido una guerrera, una mujer admirable y con un gran corazón, que me hace soñar en grande, se convirtió en luz, mi apoyo, mi motor para lograr cumplir mis metas, a mis abuelitos Myriam Castillo y Eduardo Díaz que siempre con sus consejos, su alegría, y sus palabras fueron mi motivación para culminar con esta proceso, a mi hermano Alejandro Torres que con sus chistes, sus palabras de motivación fueron mi fuerza en cada paso e igualmente quiero ser una guía para él y que alcance sus sueños, y a mi compañero Daniel Romero por apoyarme en este proceso con sus conocimientos, por darme ánimo en los momentos difíciles para lograr esta meta.

Agradecimientos

Quiero agradecerle en primer lugar al profesor Carlos Eduardo Quintero Murillo quien fue mi director y orientador; por su paciencia, apoyo guía, y asesoría durante el desarrollo de este proyecto de investigación, gracias por compartirme de su tiempo, conocimientos, experiencias para obtener un buen trabajo final.

Al profesor Hommy Copete por su entusiasmo, dedicación, ánimos, colaboración, interés y acompañamiento durante la etapa de la formulación y redacción del presente proyecto de investigación. Igualmente, por sus consejos para crecer como persona en el ámbito profesional.

Al señor Jorge Acero por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto en la Finca Casa Blanca, e igualmente por compartirme sus conocimientos, compartirme sus tradiciones, tener un acercamiento amplio, guiándome para cumplir con los objetivos de este proyecto y por el interés de alternativas sostenibles.

Al director de la UMATA Gerardo Moreno, por aportarme sus conocimientos, por su interés en la elaboración de ese proyecto y con la idea de implementar prácticas sostenibles en la agricultura.

Finalmente, a la Universidad El Bosque la cual me oriento en mi formación profesional junto con el acompañamiento de quienes estuvieron a cargo del proyecto, a cada profesor por sus conocimientos durante esta etapa, a mis compañero y familia que hicieron posible culminar esta meta.

1. Tabla de contenido

2.	Listado de tablas.....	4
3.	Listado de figuras.....	5
4.	Resumen.....	7
5.	Abstract	7
6.	Introducción	8
7.	Planteamiento del problema.....	9
8.	Pregunta de investigación	10
9.	Justificación	10
10.	Objetivos	11
10.1.	<i>Objetivo general</i>	11
10.2.	<i>Objetivos específicos</i>	11
11.	Marco de referencia	11
11.1.	<i>Marco de Antecedentes y Estado del Arte</i>	11
11.1.1.	<i>Antecedentes</i>	11
11.1.2.	<i>Estado del Arte</i>	12
11.2.	<i>Marco Teórico – Conceptual</i>	18
11.2.1.	<i>Marco Teórico</i>	18
11.2.2.	<i>Marco Conceptual</i>	21
11.3.	<i>Marco normativo</i>	24
11.4.	<i>Marco Geográfico</i>	27
11.4.1.	<i>Descripción del territorio</i>	27
11.4.2.	<i>Extensión</i>	27
11.4.3.	<i>Descripción ecológica</i>	28
11.4.4.	<i>Descripción social</i>	28
11.4.5.	<i>Descripción económica</i>	28
11.4.6.	<i>Agricultura</i>	29
11.4.7.	<i>Marco institucional</i>	32
12.	Metodología.....	33
12.1.	<i>Diseño metodológico</i>	33
12.1.1.	<i>Enfoque</i>	33
12.1.2.	<i>Método</i>	33
12.1.3.	<i>Alcance</i>	33
12.1.4.	<i>Unidad de análisis e informantes</i>	34
12.1.4.1.	<i>Unidad de análisis</i>	34
12.1.4.2.	<i>Informantes</i>	34
12.2.	<i>Metodología por objetivos específicos</i>	34
12.2.1.	<i>Objetivo específico N°1: Realizar un diagnóstico del sistema productivo actual del cultivo de arveja ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca</i> .	34
12.2.1.1.	<i>VARIABLES GENERALES DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</i>	35
12.2.2.	<i>Objetivo específico N°2: Evaluar alternativas agroecológicas adaptadas a las condiciones del estudio de caso</i>	37

12.2.3.	<i>Objetivo específico N°3: Elaborar un modelo de sistema productivo agroecológico con lineamientos ecológicos, sociales y económicos para generar mayor sostenibilidad del funcionamiento integral del sistema agrícola</i>	38
13.	Plan de trabajo	39
14.	Resultados, análisis y discusión	42
14.1.	Generalidades	42
14.1.1.	Descripción de la finca	42
14.1.2.	Tenencia de la tierra	43
14.1.3.	Responsabilidad de la finca	44
14.1.4.	Tiempo en la zona	45
14.1.5.	Extensión de la finca y áreas sembradas en hectáreas (Ha)	46
14.1.6.	Actividades económicas	48
14.2.	Dimensión ecológica	49
14.2.1.	Suelo	49
14.2.1.1.	Fertilidad	50
14.2.1.1.1.	Materia orgánica	50
14.2.1.2.	Características físicoquímicas	50
14.2.1.2.1.	pH	50
14.2.1.2.2.	Textura	51
14.2.2.	Diagnóstico del sistema actual del cultivo de arveja por etapas	51
14.2.2.1.	Obtención de semilla	51
14.2.2.2.	Preparación del suelo	52
14.2.2.2.1.	Listado implementos	54
14.2.2.2.2.	Intensidad de laboreo	56
14.2.2.3.	Siembra y fertilización	57
14.2.2.3.1.	Método de siembra	57
14.2.2.3.2.	Fertilización	58
14.2.2.4.	Productos para la protección de cultivos	59
14.2.2.4.1.	Listado de implementos	59
14.2.2.4.1.1.	Control de plagas	59
14.2.2.4.1.2.	Control de enfermedades	59
14.2.2.4.1.3.	Control de malezas	60
14.2.2.5.	Ciclo de vida de los productos agroquímicos	60
14.2.2.5.1.	Compra	61
14.2.2.5.2.	Transporte	62
14.2.2.5.3.	Almacenamiento	63
14.2.2.5.4.	Disposición final de los envases	64
14.2.2.6.	Cosecha y poscosecha	65
14.2.3.	Agua para riego	66
14.2.3.1.	Disponibilidad y fuente	66
14.2.3.2.	Método de riego	66
14.2.4.	Clima	68
14.2.4.1.	Precipitación	68
14.2.4.2.	Temperatura	69
14.2.4.3.	Altitud	70
14.2.5.	Aire	70
14.2.5.1.	Velocidad y dirección del viento	70

14.3.	<i>Dimensión social</i>	72
14.3.1.	<i>Seguridad alimentaria</i>	72
14.3.1.1.	<i>Sustento de alimentación básica</i>	72
14.3.1.2.	<i>Reserva de alimentos</i>	73
14.3.2.	<i>Asistencia técnica</i>	73
14.3.2.1.	<i>Información</i>	74
14.3.3.	<i>Organización comunitaria</i>	76
14.3.3.1.	<i>Grupos formales</i>	76
14.3.3.2.	<i>Grupos informales</i>	76
14.4.	<i>Dimensión económica</i>	77
14.4.1.	<i>Costos</i>	77
14.4.1.1.	<i>Establecimiento del cultivo</i>	77
14.4.1.2.	<i>Mantenimiento</i>	78
14.4.1.3.	<i>Insumos de establecimiento y mantenimiento del cultivo</i>	78
14.4.2.	<i>Producción</i>	79
14.4.2.1.	<i>Cosecha</i>	79
14.5.	<i>Alternativas agroecológicas</i>	80
14.5.1.	<i>Bienestar de los trabajadores</i>	80
14.5.2.	<i>Labranza de conservación</i>	81
14.5.3.	<i>Cobertura vegetal</i>	82
14.5.4.	<i>Selección de semillas</i>	83
14.5.5.	<i>Secar semillas</i>	84
14.5.6.	<i>Siembra directa</i>	84
14.5.7.	<i>Compost</i>	85
14.5.8.	<i>Abonos verdes</i>	85
14.5.9.	<i>Humus de lombriz</i>	86
14.5.10.	<i>Rotación de cultivos</i>	87
14.5.11.	<i>Asociación de cultivos</i>	88
14.5.12.	<i>Biopreparados</i>	89
14.5.13.	<i>Barreras vivas</i>	90
14.5.14.	<i>Control alelopático</i>	91
14.5.15.	<i>Riego por goteo</i>	92
14.5.16.	<i>Sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia</i>	93
14.5.17.	<i>Triple lavado</i>	93
14.5.18.	<i>Conservación de alimentos</i>	94
14.5.19.	<i>Incentivar prácticas agrícolas familiares</i>	95
14.5.20.	<i>Calidad, inocuidad de los alimentos e indicadores de prohibición</i>	96
14.5.21.	<i>Asesoría continua de las prácticas agrícolas</i>	99
14.5.22.	<i>Sistemas participativos de garantías</i>	99
14.6.	<i>Evaluación de alternativas</i>	100
14.7.	<i>Presentación de alternativas seleccionadas</i>	102
14.7.1.	<i>Dimensión ecológica</i>	102
14.7.2.	<i>Dimensión social</i>	106
14.7.3.	<i>Dimensión económica</i>	107
14.8.	<i>Alternativas seleccionadas a corto, mediano y largo plazo</i>	108
14.9.	<i>Modelo agroecológico</i>	109
15.	<i>Conclusiones</i>	110

16.	Recomendaciones.....	114
17.	Referencias Bibliográficas	115
18.	Anexos	123

2. Listado de tablas

Tabla 1.	Marco normativo.....	24
Tabla 2.	Proyección de población Subachoque	28
Tabla 3.	Producción de arveja a nivel Departamental	29
Tabla 4.	Censo de producción de arveja, municipio de Subachoque	31
Tabla 5.	Áreas sembradas de arveja por veredas	31
Tabla 6.	Metodología, variables ecológicas a analizar	35
Tabla 7.	Metodología, variables sociales a analizar	36
Tabla 8.	Metodología, variables económicas a analizar	37
Tabla 9.	Modelo de matriz técnica de análisis de alternativas.....	37
Tabla 10.	Parámetros para la calificación de alternativas	38
Tabla 11.	Rangos de calificación	38
Tabla 12.	Matriz metodológica	41
Tabla 13.	Tenencia de la tierra	43
Tabla 14.	Actividades económicas de la finca	48
Tabla 15.	Rangos de pH	51
Tabla 16.	Porcentajes de arcilla, arena y limo	51
Tabla 17.	Listado de implementos para la preparación del suelo	54
Tabla 18.	Intensidad de laboreo por finca	56
Tabla 19.	Plagas principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa Blanca	59
Tabla 20.	Enfermedades principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa Blanca	60
Tabla 21.	Malezas principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa Blanca.....	60
Tabla 22.	Requerimientos edafoclimáticos	70
Tabla 23.	Valores mensuales de dirección y velocidad de viento	71
Tabla 24.	Temas de asistencia técnica establecidos en el EOT del municipio de Subachoque	75
Tabla 25.	Costos establecimiento del cultivo de arveja	77
Tabla 26.	Costos mantenimiento del cultivo de arveja.....	78
Tabla 27.	Insumos de establecimiento y mantenimiento del cultivo de arveja.....	78
Tabla 28.	Costos de cosecha	79
Tabla 29.	Procedimiento de costos	79
Tabla 30.	Resumen costos	80
Tabla 31.	Matriz técnica de análisis de alternativas	101
Tabla 32.	Escala de tiempo	108
Tabla 33.	Alternativas seleccionadas clasificadas a corto, mediano y largo plazo	109

3. Listado de figuras

Figura 1. Estructura de marco teórico	18
Figura 2. Los 10 principios de la agroecología	20
Figura 3. Sostenibilidad con consideración ecológico, social y económico	21
Figura 4. Lineamientos básicos de las Buenas Prácticas Agrícolas	22
Figura 5. Buenas prácticas agrícolas	23
Figura 6. Herbácea, arveja	23
Figura 7. Crecimiento y desarrollo de la arveja	24
Figura 8. Ubicación geográfica	27
Figura 9. Rendimiento del cultivo de arveja a nivel Departamental	30
Figura 10. Área agropecuaria municipio de Subachoque	31
Figura 11. Instituciones relacionadas con el proyecto de investigación	32
Figura 12. Fase metodológica 1 planeada para el proyecto de investigación	39
Figura 13. Fase metodológica 2 planeada para el proyecto de investigación	40
Figura 14. Fase metodológica 4 planeada para el proyecto de investigación	40
Figura 15. Mapa de Finca Casa Blanca	42
Figura 16. Estado actual de la distribución de área en la Finca Casa Blanca	43
Figura 17. Tenencia de la tierra en porcentajes	44
Figura 18. Responsabilidad de la finca	45
Figura 19. Rangos de tiempo en la zona	46
Figura 20. Extensión de las fincas en hectáreas	47
Figura 21. Áreas sembradas	48
Figura 22. Porcentaje de actividades económicas de las incas	49
Figura 23. Escala de pH	51
Figura 24. Selección de semillas	52
Figura 25. UPAs con maquinaria	53
Figura 26. Total, UPAs en porcentajes de tenencia da maquinaria	53
Figura 27. Implementos utilizados para la preparación del suelo	55
Figura 28. Porcentaje de intensidad de laboreo	56
Figura 29. Método de siembra para un cultivo de arveja	57
Figura 30. Siembra en surcos y siembra con tutorados	58
Figura 31. Ciclo de vida de los productos agroquímicos	61
Figura 32. Partes de la etiqueta de un producto químico	62
Figura 33. Transporte de agroquímicos	63
Figura 34. Almacenamiento d ellos productos para la protección de los cultivos	63
Figura 35. Centro de acopio vereda Cascajal	64
Figura 36. Cosecha	65
Figura 37. Total, UPAs	66
Figura 38. UPAs con sistemas de riego	67
Figura 39. Método de riego	67
Figura 40. Precipitación total anual (mm)	68
Figura 41. Precipitación promedio anual (mm)	69
Figura 42. Temperatura media anual (°C)	69
Figura 43. Rosa de vientos municipio de Subachoque	71
Figura 44. Porcentajes de sustento de alimentación básica	72
Figura 45. Asistencia técnica testimoniada	74

Figura 46. Porcentajes por temas de asistencia técnica	75
Figura 47. Servicios que deben tener los trabajadores.....	81
Figura 48. Labranza cero o no labranza.....	82
Figura 49. Cobertura vegetal.....	82
Figura 50. Selección de semillas	83
Figura 51. Secado de semillas.....	84
Figura 52. Siembra directa.....	84
Figura 53. Compost.....	85
Figura 54. Abonos verdes	86
Figura 55. Lombricompost.....	87
Figura 56. Rotación de cultivos	88
Figura 57. Asociación de cultivos.....	89
Figura 58. Mezcla de biopreparados	89
Figura 59. Esquema de Barreras vivas.....	90
Figura 60. Disposición de cortinas rompe vientos perimetrales e interiores en lotes de cultivos	90
Figura 61. Inducción de aleloquímicos	91
Figura 62. Sistema de riego por goteo presurizado industrial.....	92
Figura 63. Sistema de riego por goteo casero	92
Figura 64. Sistema de recolección de agua lluvia	93
Figura 65. Procedimiento de triple lavado	94
Figura 66. Cuidado de los productos durante su cosecha	95
Figura 67. Limpieza y almacén y almacenamiento de los productos	95
Figura 68. Fase de procesamiento de los agro alimentos.....	96
Figura 69. Parámetros para la producción de alimentos en el lote	97
Figura 70. Transporte de los agro insumos	97
Figura 71. Comercialización de alimentos.....	98
Figura 72. Consumidores	98
Figura 73. Prohibir la entrada de animales durante la cosecha.....	99
Figura 74. Siembra directa con matraca.....	103
Figura 75. Proceso de compostaje.....	103
Figura 76. Alternativas seleccionadas en la dimensión ecológica.....	105
Figura 77. Alternativas seleccionadas en la dimensión social	107
Figura 78. Alternativa dimensión económica	108
Figura 79. Propuesta modelo agroecológico.....	110

4. Resumen

Para el presente estudio de investigación se realizó una propuesta de un sistema agroecológico de producción de arveja para pequeños productores que deseen aplicar alternativas sostenibles, para esto se tomó como caso de estudio la Finca Casa Blanca, vereda Cascajal, ubicada en el municipio de Subachoque, Cundinamarca. Para dar cumplimiento a esto, se planteó una metodología de investigación compuesta por componentes cualitativos y cuantitativos, lo cual consistió en la elaboración de un diagnóstico del sistema productivo actual de arveja, mediante variables ecológicas, sociales y económicas, establecidas por medio de metodologías, como: MENSILPA (Metodología para la Evaluación de Sustentabilidad, a partir de Indicadores Locales para el diseño y desarrollo de Programas Agroecológicos), MESMIS (Marco para la evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) y OSALA (Observatorio de Soberanía Alimentaria), permitiendo evaluar alternativas para cada dimensión por medio de la matriz.

Por lo tanto, como resultados se establecieron alternativas óptimas adaptadas a las condiciones de la zona, como: siembra directa, abonos verdes, rotación de cultivos, asociación de cultivos, barreras vivas, triple lavado y calidad, inocuidad de los alimentos, esto permitió realizar una propuesta de un modelo agroecológico, logrando una mejor comprensión por parte del agricultor de la finca, aportando a la conservación de los recursos naturales y a la seguridad alimentaria.

Finalmente, el trabajo generó un aporte dirigido a un conjunto de principios y prácticas que refuerzan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas, conservando al mismo tiempo la integridad social por medio de la agroecológica, ya que permite una agricultura familiar, garantía de una seguridad alimentaria, preservación del ecosistema, gobernanza responsable; logrando alcanzar un desarrollo rural sostenible, incentivando a reevaluar el manejo que tienen actualmente los sistemas productivos como el de la arveja mediante el desarrollo de proyectos, programas y políticas al surgimiento de la alternativa agroecológica.

Palabras claves: Agroecología, seguridad alimentaria, agroecosistemas, conservación de recursos, BPA.

5. Abstract

This research study, a proposal has been developed for an agroecological production system for small producers to adapt to sustainable practices, so that it is the Casa Blanca farmhouse, Cascajal village, located in the municipality of Subachoque, Cundinamarca. To do this, it is a form of research composed of qualitative and quantitative components, which consists of preparing a diagnosis of the real productive system of pea, through ecological, social and economic variables, in the middle of the performance of the frame. for the evaluation of systems of management of natural resources incorporated sustainability indicators (MESMIS), to evaluate alternatives for the technique for each dimension in the middle of the matrix, and as well as a model of agroecological productive system.

Therefore, as optimal alternatives adapted to the conditions of the study area have been established, such as: direct sowing, green fertilizers, media rotation, association of the same, live barriers, triple washing and quality, food safety, this will make a proposal of an agroecological model, achieve a better understanding by the farmer of the farm of the development of this research study, contribute to the conservation of natural resources and food security.

Finally, the work in general has been directed to a set of principles and practices that reinforce the sustainability of food and agricultural systems, while preserving social integrity through agro-ecological, which allows a family agriculture, guarantee of food security, organic farming, preservation of the ecosystem, responsible governance; achieving sustainable rural development, encouraging re-evaluation of the management that we currently have in productive systems such as pea through the development of projects, programs and policies for the emergence of the agroecological alternative

Key words: Agroecology, food security, agroecosystems, conservation of resources, GAP.

6. Introducción

El desarrollo de este trabajo de investigación, se dividió en cuatro secciones principales, la primera consistió en determinar el planteamiento del problema, para el cual se tomó como referencia las prácticas agrícolas desarrolladas a partir de la Revolución Verde, ya que actualmente se siguen llevando a cabo en la mayoría de los sistemas productivos agrícolas en países desarrollados y en vía de desarrollo, teniendo en cuenta que este modelo convencional ha ido afectando el medio ambiente por la transformación y presión que se está generando en los recursos naturales, como: el suelo agua, aire y biodiversidad, afectando la seguridad alimentaria, e inestabilidad económica de la población rural.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es importante para la presente investigación, ya que se quiere realizar un diagnóstico para interpretar los impactos que conlleva la implementación de esos sistemas productivos agrícolas bajo en el enfoque de la Revolución Verde, para la dimensión ecológica, social y económica, para lo cual se identificó al cultivo de arveja de la Finca Casa Blanca, vereda Cascajal, municipio de Subachoque, Cundinamarca como objeto de estudio. Esto, es con el fin de establecer alternativas agroecológicas que sean adaptadas a las condiciones de la zona de estudio y así, permitan obtener una sostenibilidad ambiental, mediante la propuesta de un modelo de sistema de producción agroecológico, el cual tienen cuenta las dimensiones mencionadas.

Por otro lado, la segunda sección correspondido a los objetivos de estudio para hacer posible este trabajo de investigación, siendo el objetivo principal elaborar una propuesta de un sistema agroecológico de producción de arveja en el municipio de Subachoque, Cundinamarca mediante algunos indicadores ecológicos, sociales, y económicos para contribuir a la seguridad alimentaria y conservación de los recursos naturales.

Para lograr el cumplimiento del objetivo general mencionado anteriormente, se procedió a establecer la justificación del trabajo, los marcos de referencia, los cuales son: el marco geográfico, marco teórico – conceptual, normativo y estado de arte. La tercera sección correspondió a la descripción de la metodología de investigación en la que se determinó que es de enfoque mixto dado que se establecieron variables de evaluación de tipo cualitativo y cuantitativo, debido que cuenta con información por medio de referentes bibliográficos, y levantada en campo generando una teoría de tipo cualitativo al tener acercamiento con informantes de la zona de estudio mediante entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis de tipo documental; en cambio para comprender el enfoque cuantitativo fue dado a los análisis de resultados de la variable suelo y costos tanto de mantenimiento como de producción, en donde se analizaron los datos para su posterior interpretación.

La cuarta y última sección del trabajo de investigación corresponde a los resultados que consistió en primera parte, en obtener un diagnóstico a nivel ecológico, social y económico del sistema productivo actual del cultivo de arveja en el municipio de Subachoque mediante revisión bibliográfica, observación directa en campo y por medio de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los informantes, posteriormente se seleccionaron alternativas agroecológicas que pueden ser aplicadas a las condiciones de la zona de estudio, en donde se evaluaron a partir de la matriz metodológica de análisis de alternativas, y así se determinaron las opciones más convenientes para cada variable.

Por medio de esto, se logro realizar la propuesta final de un sistema productivo agroecológico con lineamientos ecológicos, sociales y económicos con su explicación detallada, en donde se tuvo en cuenta los resultados del diagnóstico actual del área de estudio, las alternativas resultantes de la matriz y un respectivo análisis por medio de diferentes referentes bibliográficos, logrando determinar que alternativas se pueden implementar a corto, mediano y largo plazo en el sistema productivo actual de la Finca Casa Blanca, con el fin de contribuir a una producción sostenible para aportar a la conservación de los recursos naturales y a la seguridad alimentaria del caso de estudio.

Finalmente este trabajo de investigación, tiene un enfoque ingenieril ambiental, ya que se pretende incentivar a reevaluar el manejo que tienen actualmente los sistemas productivos como el de arveja, y así innovar con un nuevo modelo de producción agrícola, teniendo en cuenta un conjunto de principios y prácticas que refuerzan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas, conservando al mismo tiempo la integridad social por medio de una visión holística de las dimensiones ecológicas, sociales y económicas, teniendo en cuenta el agroecosistema como base fundamental para desarrollar alternativas con sistemas ingenieriles y de conservación ambiental, logrando un funcionamiento integral del sistema agrícola.

7. Planteamiento del problema

La agricultura convencional ha contraído grandes impactos negativos sobre el medio natural a nivel universal, ya que ha afectado a todos los países debido a la explotación y afectación que se está generando sobre los recursos naturales, como: el suelo, agua, aire, y la biodiversidad. Puesto que la agricultura representa una mayor proporción al uso de la tierra por el hombre, es decir que los pastos y cultivos ocupan el 37% de la superficie de las tierras del mundo (Quenum, 2007). Además, casi dos partes del agua es utilizada por el hombre para destinarla a sus prácticas agrícolas, y actualmente no incluye ciertos aspectos ecológicos y sociales, solo se enfoca en la racionalidad económica. Esto se debe principalmente al monopolio de comercialización por las transnacionales y el hecho de que los precios de los alimentos que reciben los productores se hayan mantenido estacionarios, mientras que los costos de los insumos manufacturados se han elevado considerablemente (Quenum, 2007), siendo así la causa más importante de esta problemática.

Además, existe un gran desequilibrio entre las necesidades reales de los seres humanos, la producción de alimentos y la capacidad para obtenerlos. Este desequilibrio se agrava aún más a causa de las catástrofes y guerras del mercado y de las diferencias económicas entre los pueblos productores ricos, quienes empobrecen con dichas condiciones los ecosistemas y los pueblos consumidores pobres y superpoblados (Gómez Álvarez, 2002). Por causa de los gobiernos del mundo occidental con sus multinacionales agroindustriales, sus políticas de ayuda alimentaria y los organismos de desarrollo multilateral, quienes deben asumir las causas del hambre en el mundo (Gómez Álvarez, 2002), las cuales fueron abandonadas por las políticas de desarrollo agrario, a lo que se le llamó: “revolución verde”.

La revolución verde tenía como objetivo la selección genética de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, asociada a la explotación intensiva permitida por el riego y el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores, entre otras maquinarias pesadas (Ceccon, 2008). Es por ello, que la revolución verde da un manejo donde aumentan los costos de productividad, comparativamente a las formas campesinas de cultivo, y así aparentemente se mejore el rendimiento por unidad de superficie, la fuente clave que la hace insostenible ecológicamente es el daño a la potencialidad del suelo. La agricultura de esta revolución constituye una amenaza en el deterioro del suelo y en términos de

productividad. Por lo tanto, esta agricultura de la revolución verde no fue, no es, ni será jamás una agricultura sostenible (Gómez Álvarez, 2002).

De acuerdo a lo anterior, se debe principalmente a que los rendimientos de los cultivos están disminuyendo progresivamente, teniendo en cuenta que esta disminución de rendimiento es por causa de una permanencia en la erosión de la base productiva de la agricultura debido a que no se implementan prácticas sustentables. Puesto que este modelo convencional tiene grandes impactos en la degradación de los suelos, la compactación, la disminución de la materia orgánica y biodiversidad, la salinización, el agotamiento de las aguas subterráneas, la deforestación y desertificación, sin olvidar la vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades, la eliminación de la fauna auxiliar, y la resistencia a plaguicidas desarrollada por insectos, malas hierbas y organismos patógenos de los cultivos (Quenum, 2007).

8. Pregunta de investigación

¿Qué alternativas se deben incluir en el modelo de sistema agroecológico para que sea efectiva la reducción de los impactos que se están generando a nivel social, económico y ecológico por medio de la agricultura convencional en el cultivo de arveja en la Finca Casa Blanca del municipio de Subachoque?

9. Justificación

La presente investigación tiene como fin reconocer estrategias agroecológicas correctas que permitan ayudar al control y manejo del cultivo convencional de arveja, con el propósito de mitigar problemáticas entorno al deterioro o presión que se está generando sobre los recursos naturales y la inseguridad alimentaria en la población por la agricultura de la revolución verde. Por otro lado, el aporte de este trabajo para la ingeniería ambiental, es que el sistema productivo agrícola no se va a ver como un sistema con una racionalidad económica, sino que tiene las dimensiones de un desarrollo sostenible, es decir los aspectos sociales, económicos, y ecológicos para mejorar la calidad de vida del sector urbano; en donde lo económico tiene una importancia igual a lo social y a lo ecológico.

Esto se quiere realizar por medio de una propuesta de un sistema agroecológico de producción de cultivo de arveja que se encuentra ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca. Por lo tanto, se debe evaluar alternativas agroecológicas de acuerdo a las variables identificadas en cada una de las dimensiones para impulsar al desarrollo sostenible, teniendo en cuenta que este modelo es alternativo en lo económico para la producción sostenible de alimentos, es decir con una máxima calidad nutritiva. Siendo así, que el desarrollo de nivel económico, al conocer el grado de sostenibilidad ambiental en el que se encuentra el sistema productivo se puede aportar elementos esenciales para la reformulación de los programas del plan de desarrollo del municipio.

Por otro lado, este sistema permite un beneficio ecológico, debido al manejo responsable con los recursos naturales y a su vez favorece la protección de la fertilidad del suelo, mediante la utilización óptima de los recursos locales y no hacer uso de agroquímicos (Quenum, 2007). De acuerdo a lo anterior, esto hace énfasis a la estabilidad y productividad del sistema agroecológico, en lo que la agricultura, silvicultura o ganadería se integran en armonía las posibilidades productivas de cada región. Aportando principalmente estrategias significativas para lograr un desarrollo sostenible; por medio de la implementación de abonos verdes, rotación de cultivos, asociación de cultivos, intercalar cultivos, labranza ecológica, entre otros; en donde permite la conservación y preservación de los recursos naturales urbanos relacionados con el cultivo, como: el agua, aire, suelo y biodiversidad.

Finalmente, en el aspecto social se debe tener una inversión responsable en la agricultura y el sistema alimentario, para mejorar el acceso a los alimentos que se requieren para llevar una vida sana para bienestar y nutrición de los seres humanos, crear oportunidades de trabajo digno en las cuales es posible generar ingresos económicos para sustentar sus necesidades generando una mejor calidad de vida, erradicar la pobreza, fomentar la igualdad social y garantizar el desarrollo sostenible.

10. Objetivos

10.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta de un sistema agroecológico de producción de arveja en el municipio de Subachoque, Cundinamarca mediante algunos indicadores ecológicos, sociales, y económicos para contribuir a la seguridad alimentaria y conservación de los recursos naturales.

10.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema productivo actual del cultivo de arveja ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca.
- Evaluar alternativas agroecológicas adaptadas a las condiciones del estudio de caso.
- Elaborar un modelo de sistema productivo agroecológico con lineamientos ecológicos, sociales, y económicos y ecológicos para generar mayor sostenibilidad del funcionamiento integral del sistema agrícola.

11. Marco de referencia

11.1. Marco de Antecedentes y Estado del Arte

11.1.1. Antecedentes

Los inicios de la agricultura convencional están basados principalmente en los sistemas intensivos que se han implantado a lo largo del siglo XX, teniendo como primer lugar una tradición de milenios de agricultura de tipo productivista, la cual está consolidada, aunque está presentando un inconveniente por la gran dependencia del uso de agroquímicos y no garantizan, en muchos casos, la conservación de los recursos naturales (Martínez Coletto, 2004).

Por otra parte, en la década de los setenta la llamada “revolución verde” hace referencia a un avance tecnológico integrado en el sector agrícola, como lo es el desarrollo de variables de cultivo de alto rendimiento dirigidas al aumento de la productividad después de la segunda guerra mundial, con el fin de abastecer a las poblaciones hambrientas del mundo, unido a nuevas prácticas de cultivo que tienen en cuenta cantidades grandes de fertilizantes y plaguicidas y otras técnicas de gestión que estaban implicadas como lo es el uso del tractor (Ceccon, 2008).

Esto sería un paso que llevaría a la agricultura a dar un giro sin precedentes en la historia y que la impulsa a las naciones dominantes a un nuevo proceso de industrialización y en detrimento de las naciones periféricas. Sabiendo que, esa utilización de técnicas en los países desarrollados tuvo un significativo

incremento de los rendimientos e ingresos de los agricultores, pero en otros contextos socioeconómicos la revolución verde desató un sin número de prácticas agrícolas de alto impacto ambiental, algunos de los impactos al medio ambiente han sido: la erosión del suelo, contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la pérdida de biodiversidad genética, agotamiento de acuíferos entre otros (FAO, 1996).

De acuerdo a lo anterior, se ha podido evidenciar la problemática que ha venido generado esta revolución verde en contexto general y a nivel universal, afectando los recursos naturales y erradicando la seguridad alimentaria. Por lo tanto, se han implementado nuevas alternativas agrícolas en Colombia a partir de 1980, en donde se definen como: agricultura biológica, conservacionista orgánica, ecológica y sostenible, en donde han sido fundamentales para la construcción de la agroecología en el país (Bernardo, 2017). Teniendo en cuenta que, la sociedad tuvo participación en el impulso de la agroecológica, ya que gran parte del fomento desarrollo y crecimiento de las agriculturas ecológicas en Colombia se debe al apoyo y aporte de familias campesinas, indígenas, afrocolombianas y organizaciones no gubernamentales (ONG) (Bernardo, 2017).

Además, según Gliessman, la “agroecología” surge en los años treinta con el fin de señalar la explicación de la unión entre ecología y agricultura, ya que esto en un futuro debe ser tanto sostenible como altamente productiva si se desea producir alimentos para una creciente población humana. Para esto, la agricultura tradicional puede contribuir con invaluable modelos y prácticas para desarrollar una agricultura sostenible (Gliessman, 2002).

La idea de desarrollar este proyecto de investigación es por un interés que tiene la investigadora hacia la parte agrícola por tradiciones familiares por parte de abuelos que tienen pasión por el campo y han vivido del mismo en el municipio de Calarcá, Quindío, y también por experiencias que tuvo la investigadora con la comunidad del municipio de Subachoque, Cundinamarca durante la etapa de bachillerato, en donde hubo un acercamiento con agricultores, teniendo conocimiento en el proceso productivo.

Finalmente, se ha podido evidenciar que, al transcurrir los años, se ha ido generado problemáticas por medio de la agricultura convencional, en donde hubo un incremento en la producción de los alimentos, pero con métodos inadecuados, lo cual está causando una presión en los recursos naturales, y a su vez inseguridad alimentaria. Por lo tanto, la agroecología es una alternativa que se basa en la experiencia campesina para analizar la apropiación del agroecosistema por parte de las unidades familiares. Por lo tanto, es el contexto de una estrategia de desarrollo esencial para optar por sistemas equitativos sustentables y productivos, y así satisfacer la demanda de los alimentos de una población que está en continuo crecimiento y lograr un desarrollo sostenible para evitar el agotamiento de los recursos naturales.

11.1.2. Estado del Arte

Para la elaboración del presente estado del arte se tuvo en cuenta los objetivos planteados en el proyecto, brindando un aporte con respecto a las prácticas agrícolas y específicamente a modelos de sistemas productivos agroecológicos para así seleccionar por medio de búsqueda bibliográfica la recopilación de respectivos documentos, proyectos de investigación, libros y artículos, que abordan principalmente temas relacionados al proyecto de investigación desde un enfoque ingenieril. Para esto, se dividió de manera, global, local, regional y municipal como se puede ver a continuación:

A nivel global

Principalmente, se tomó como referencia a Miguel Altieri (1995) en su documento de la Universidad de California, Berkeley que trata de la: **Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria**, en donde da a conocer la problemática que se ha venido generando en la medida que se ha ido modernizando la agricultura, debido a que está causando impactos ecológicos, se han ido desconociendo sus principios. Por este motivo, muchos científicos agrícolas han llegado al consenso que la agricultura moderna enfrenta una crisis ambiental.

De acuerdo a esto, se quiere tomar bases agroecológicas para una agricultura sustentable, ya que desde la disciplina científica se enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina "agroecología" y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri, 1995).

Por otro lado, se tomó un artículo de Miguel Altieri (2001), en donde se basa en: **Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables**, aquí se menciona que, a través de la profunda comprensión de la ecología de los sistemas agrícolas, se pueden tomar nuevas opciones o iniciativas de manejo que están en sintonía con los objetivos de una agricultura verdaderamente sustentable. Esto se quiere hacer por medio de estudios, diseños y manejos de agroecosistemas productivos para lograr conservar los recursos naturales y la salud de la población por medio de una seguridad alimentaria.

Además, la idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos proveen los mecanismos para que los sistemas subsidian la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos (Altieri, 2001).

En este orden de ideas, existe una gama diversa de prácticas y tecnologías disponibles las cuales varían, tanto en efectividad, como en valor estratégico. Las prácticas clave son aquellas de naturaleza preventiva, de multipropósito y que actúan reforzando la inmunidad del agroecosistema a través de una serie de mecanismos. En conclusión, los mecanismos para mejorar la inmunidad del agroecosistema son: aumentar las especies de plantas y diversidad genética en el tiempo y espacio, aumento de cobertura de suelo y la habilidad competitiva, mejoramiento de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica, y eliminación de insumos tóxicos y residuos (Altieri, 2001).

A nivel regional

Se tomó como referencia un artículo de Miguel Altieri (2015), en donde se basa en: **Agroecología: pequeñas fincas y soberanía alimentaria**; aquí se menciona que varios países han organizado sus economías alrededor de un competitivo sector agrícola orientado a la exportación, basado principalmente en monocultivos. Este estudio, es principalmente enfocado en Brasil y Argentina que contribuyen

enormemente a las economías al traer divisa fuerte que puede utilizarse para comprar otros bienes en el extranjero. Sin embargo, este tipo de modelo agroexportador, además de crear dependencia, también trae una variedad de problemas económicos, ambientales y sociales, incluso impactos negativos a la salud pública, la integridad ecosistémica, la calidad de los alimentos y en muchos casos trastornos de los sustentos rurales tradicionales, acelerando el endeudamiento de miles de agricultores pequeños (Altieri, 2015).

De acuerdo a esta problemática, se han tomado conceptos de soberanía y sistemas de producción basados en la agroecología, debido a que se puede mejorar la seguridad alimentaria y a su vez, conservar los recursos naturales, la agrobiodiversidad y la conservación de suelo y agua en cientos de comunidades rurales de varias regiones.

“Sin embargo, en este mismo artículo se menciona que para Gliessman, la agroecología se basa en mejorar la calidad del suelo para producir plantas sanas y fuertes, debilitando al mismo tiempo las plagas (malezas, insectos, enfermedades y nemátodos) al promover organismos benéficos”

Para esto, es importante implementar los principios de agroecología, para lograr incrementar la inversión y la investigación en agroecología y difundir los proyectos que ya han demostrado ser exitosos para miles de agricultores. Esto generaría un impacto significativo en los ingresos, la seguridad alimentaria y el bienestar ambiental de toda la población, sobre todo en los minifundistas que han sido impactados negativamente por la política agrícola moderna convencional, la tecnología y la profunda penetración de la agroindustria multinacional en el tercer mundo (Altieri, 2015).

Por otro lado, se tomó un artículo referente a: **Perú: Historia del movimiento agroecológico 1980 - 2005**, en donde toman la agroecología como un movimiento en desarrollo peruano que ha estado muy influenciado por la intensa actividad de organizaciones de la sociedad civil, la experiencia de los productores ecológicos organizados, las oportunidades de mercado, el acercamiento de la academia y acciones claves de incidencia política (Alvarado, Siura & Manrique, 2015).

De acuerdo a esto, en primer instancia se evidencia el movimiento agroecológico relacionado en la pequeña agricultura del Perú, en donde identifican diez hitos, que son: los inicios, la fundación de bases institucionales del movimiento agroecológico, fundación de las bases de los sistemas de garantía, bases para la producción agroecológica, desarrollo de mercados ecológicos, sensibilización en medios masivos, incidencia política, organización de consumidores, fomento de alianzas y fomento de alianzas internas. Todo esto, es de gran importancia para hacer una trazabilidad desde que inició la agroecología, los principios que han ido construyendo al pasar los años, ya que se evidenció la crisis de la agricultura por las limitaciones del enfoque de la “revolución verde”; debido a esto, se propone una visión ecológica de la agricultura y el desarrollo de sistemas productivos sociales, económicos y ambiental sostenible (Alvarado, Siura & Manrique, 2015).

Por otro lado, se tomó como referencia el documento de **Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales: Marco de la evaluación MESMIS**, el cual afirma que los sistemas productivos sustentables buscan realizar el potencial multifuncional de los recursos que los sostienen, esto es, brindar oportunidades ambientales, sociales y económicas para las generaciones presentes y futuras (Masera & Astier, 2000).

Por lo tanto, a partir de la metodología MESMIS, siendo una metodología que captura la complejidad del manejo de recursos naturales, fue importante para este estudio de investigación para establecer indicadores que, por un lado reflejen el comportamiento de los aspectos más relevantes de un sistema de manejo, y así permita alcanzar un sistema sustentable, es decir que mantengan o mejoren la productividad y reduzcan los riesgos, aumentando los servicios ecológicos y así, prevenir la degradación de suelos, agua y biodiversidad.

A nivel local

La agroecología, este documento que se divide en seis secciones, en donde se logra identificar las diferentes teorías, conceptos y herramientas que hacen posible la agroecología. La primera está dirigida a conocer los conceptos fundamentales, la filosofía y la historia que la sustentan. En la segunda sección, se va a presentar las ideas en relación al funcionamiento de los agroecosistemas. En la tercera su aplicación a los diferentes sistemas de producción agropecuarios. En la cuarta las metodologías que faciliten la implementación o desarrollo de enfoques agroecológicos. En la quinta se analizará el surgimiento de la agroecología en un contexto que posibilite el desarrollo rural haciendo énfasis en las políticas que es necesario adoptar para que estos enfoques tengan un grado de consolidación y finalmente en la sexta sección, se hará unas reflexiones entre las cuales se incluye la importancia de la utilización de estos enfoques en los programas de desarrollo y las implicaciones que, desde el punto de vista ético, se evidencian (Restrepo, Angel & Prager, 2000)

Por lo tanto, este documento es un gran aporte para este estudio de investigación, ya que tiene un amplio enfoque de la agroecología partiendo desde la integración de un agroecosistema qué es la unidad principal de la agroecología. Los enfoques agroecológicos se basan en simular la estructura y función de los agroecosistemas naturales, reemplazando sus componentes de tal manera que la estructura y función se conserve (Restrepo, Angel & Prager, 2000). En conclusión, se quiere tomar los enfoques agroecológicos mediante metodologías que son realizadas por equipos de investigación, donde se da importancia a la participación del agricultor, el investigador, el técnico y el especialista en ciencias sociales y económicas.

También es de gran importancia tener bases bibliográficas del cultivo de arveja qué es el sistema productivo, en donde se pretende hacer un modelo agroecológico. Por este motivo, se tomó como referencia un documento que se basa en: **Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para legumbres**, este documento se basa en un conjunto de prácticas destinadas a prevenir, reducir o controlar los peligros de contaminación biológica, física y/o química durante la cadena de producción agropecuarias. Por lo tanto, en estos sistemas se involucran desde la preparación del terreno hasta la cosecha, el embalaje y el transporte, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección del medio ambiente y el bienestar de los trabajadores (Secretaría de agroindustria, 2015). Para esto, se basa en tres objetivos: asegurar la inocuidad de los alimentos, salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y sustentabilidad de los recursos naturales; partiendo de la zona de producción, material de propagación, manejo de suelo, y obtención de agua.

Partiendo de eso, se debe realizar el manejo de cultivo, productos fitosanitarios, depósitos y almacenamiento de productos, cosecha, área de empaque y almacenamiento, condiciones de almacenamiento, transporte, capacitaciones, y trazabilidad para tener una seguridad alimentaria y una productividad estable si se manejan buenas prácticas agrícolas durante todo este proceso en el sistema productivo.

Por otro lado, también se tomó como referencia un documento que corresponde al: **Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la agricultura familiar**, este documento ha sido por el grupo FAO para América Latina, en donde tiene como objetivo difundir los conceptos básicos de las buenas prácticas agrícolas, con el propósito de: orientar los sistemas de producción hacia una agricultura sostenible y ecológicamente segura, obtener productos inocuos y de mayor calidad, contribuir a la seguridad alimentaria a través de la generación de ingresos por accesos a mercados y generar las condiciones laborales de los productores y sus familias (FAO, 2007).

De acuerdo a esto, es de gran importancia tener todos estos conceptos claros para el planeamiento de las alternativas agroecológicas que van relacionadas con principios y las buenas prácticas agrícolas ya que son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas aplicables para hacer un modelo de un sistema productivo agroecológico del cultivo de arveja de la Finca Casa Blanca. además, esto beneficia a los agricultores y a sus familias porque pueden llegar a obtener alimentos sanos y así, asegurar una calidad en su nutrición y alimentación; lo cual puede llegar a generar un valor agregado de sus productos para acceder de la mejor forma a los mercados.

También se tomó un proyecto de grado que hace referencia a: **Estrategias para el manejo agroecológico de los suelos para un uso agrícola sostenible en el municipio de San Juan de Betulia – Departamento de Sucre**, este proyecto tiene como objetivo tiene diseñar estrategias agroecológicas sostenibles que conlleven a la aplicación de soluciones prácticas que promuevan acciones tendientes a la recuperación y conservación de los recursos naturales en forma sostenible y a la generación de una seguridad alimentaria a nivel local y regional (Almentero Espitia, 2008).

Por lo tanto, se diseñó estrategias de manejo agroecológico acordes a las características de los suelos del municipio para un uso agrícola sostenible tendiente a la generación de una seguridad alimentaria de las familias rurales. Para esto, es necesario determinar la situación actual de las condiciones edafológicas de los suelos, y así, establecer el nivel de degradación de los suelos; para finalmente analizar la situación actual de los sistemas de producción agrícola, en donde permite evaluar el nivel de sostenibilidad de los agroecosistemas, y lograr diseñar las estrategias agroecológicas para un manejo sostenible de los suelos con fines agrícolas en el Municipio de San Juan de Betulia (Almentero Espitia, 2008).

Por otro lado, se tomó como referencia un documento, el cual hace énfasis a: **Metodología para la Evaluación de Sustentabilidad a partir de Indicadores Locales para el diseño y desarrollo de Programas Agroecológicos (MESILPA)**, en donde tiene como finalidad establecer indicadores para evaluar la sustentabilidad de la agricultura campesina a escala local, la cual tiene como finalidad contribuir en la implementación de programas agroecológicos estructurados que permitan a los productores aplicar el enfoque agroecológico en sus prácticas agrícolas para el mejoramiento de las condiciones de vida de sus familias, comunidades y sociedad en general (Osorio, 2014).

Por medio esta alternativa, se logra identificar conceptos como el de la agricultura sustentable teniendo fundamentos en la integración de procesos ecológicos en la producción agropecuaria, minimizar el uso de insumos provenientes a fuentes no renovables y que generan daño tanto ambiental como a la salud de las personas, hacer uso productivo del conocimiento y las destrezas de agricultores, trabajadores rurales y asesores, y hacer uso productivo de las capacidades de la gente para trabajar en colectivo y resolver problemas comunes relativos a la agricultura y los recursos naturales, esto con el fin de lograr alternativas para un enfoque agroecológico general (Osorio, 2014), los cuales fueron importantes para este estudio

de investigación, e igualmente establecer indicadores por parte de esta metodología para el desarrollo del objetivo específico uno.

A nivel Municipal

Evaluación de la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos agrícolas del resguardo indígena el vergel del municipio de Ortega, Tolima, este proyecto de investigación tiene como objetivo realizar un estudio sobre la sostenibilidad ambiental del sistema de producción agrícola del resguardo, en medio de un contexto regional en el que las malas prácticas de los sistemas de producción agrícola tradicional han generado el detrimento del patrimonio natural llevándolo a situaciones extremadamente preocupantes.

Para esto, se realizó un diagnóstico del sistema de producción agrícola para determinar la sostenibilidad ambiental del mismo, donde se efectuó una caracterización del mismo, identificando las prácticas agrícolas y evaluando dicho sistema de producción. Se utilizó la metodología MESMIS, de esta manera se analizó la sostenibilidad en el marco de los siete atributos o herramientas que nos brinda esta metodología para determinar el nivel de sostenibilidad. Como resultado se evidenció que el sistema de producción agrícola del resguardo indígena el vergel, es un sistema de producción convencional, al ser un sistema que consume insumos externos; como herbicidas, insecticidas y abonos químicos, y que posee poca innovación tecnológica, siendo evaluado como con un nivel de sostenibilidad regularmente eficiente (Ducura Tiquete, 2018).

Por otro lado, se tomó como referencia un artículo, referente a: **La agroecología urbana como herramienta de desarrollo y transformación social**, tienen como finalidad el acercamiento a distintas experiencias e iniciativas agroecológicas en el municipio de Córdoba, en donde expone y explora la potencialidad de la acción comunitaria y de la agricultura social y urbana en el modelo de desarrollo local, para así, establecer iniciativas que promueven un tejido social y económico basado en la proximidad, la sostenibilidad ambiental y el consumo responsable, además promover la cooperación, la solidaridad y otras formas de interacción y organización social comunitaria (Fortuna, 2017)

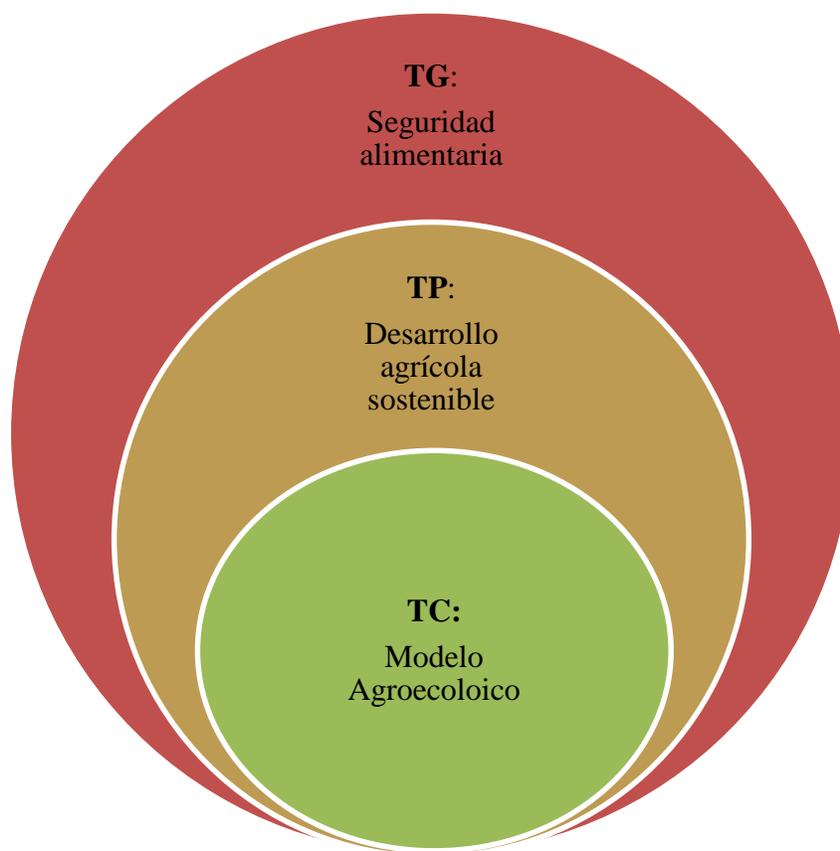
De acuerdo a lo anterior, se recomienda la sistematización de las experiencias, como el modelo propuesto por el Observatorio de Soberanía Alimentaria y Agroecológica (OSALA), por medio de este modelo, se pudo conocer aspectos descriptivos de la finca (nombre, ubicación, contexto geográfico, actores involucrados, formas de organización interna y relaciones con otros actores e iniciativas): aspectos analíticos, dentro de los cuales se analizan las dimensiones ecológicas, social y económica, además de señalar el enfoque de género un eje transversal en todas las dimensiones citadas.

11.2. Marco Teórico – Conceptual

11.2.1. Marco Teórico

Con respecto al marco teórico y para desarrollar el presente trabajo de investigación, se tuvo en cuenta teorías que van desde lo general, particular hasta lo central, es decir son teorías que están implícitas tanto en los objetivos específicos como en el objetivo general que abarca todo este estudio de investigación, ya que se pretende llevar a cabo para dar una solución frente a la problemática propuesta. Por lo tanto, se tomó como teoría central (TC) el modelo agroecológico que comprende el objetivo general de este estudio de investigación para así, buscar un desarrollo agrícola sostenible que es la teoría intermedia (TP) teniendo en cuenta la conservación de los recursos naturales y finalmente lograr una seguridad alimentaria para un bienestar social de la comunidad, esto corresponde a la teoría general (TG); esto se puede observar en la Figura 1, en donde se representa gráficamente las teorías.

Figura 1. Estructura de marco teórico.



Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, se parte que existe una **seguridad alimentaria** cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Por lo tanto, para tener una seguridad alimentaria, una población, un hogar o una persona deben tener acceso a alimentos adecuados en todo momento; no deben correr el riesgo de quedarse sin acceso a los alimentos a consecuencia de crisis repentina (crisis económica o climática), ni de acontecimientos

cíclicos (como la inseguridad alimentaria estacional). De esta manera, el concepto de estabilidad se refiere tanto a la dimensión de la disponibilidad como a la del acceso de la seguridad alimentaria (FAO, 2007).

Para esto, se debe tener un **desarrollo agrícola sostenible**, que se refiere al desarrollo agrícola que contribuye a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, fortalecer la resiliencia y garantizar la equidad y responsabilidad social de la agricultura y los sistemas alimentarios sostenibles, a fin de que garanticen la seguridad alimentaria y la nutrición para todos de manera que no se pongan en peligro las bases económicas, sociales y ambientales (FAO, 2016). Por lo tanto, la agricultura sostenible debe garantizar seguridad alimentaria mundial y así mismo promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales; para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica (FAO, 2015).

En primera instancia, la **agroecología** se define como una ciencia que se encarga del estudio de los fenómenos ecológicos que ocurren dentro de un área de cultivo, como son los procesos de interacción en poblaciones de especies o comunidades de especies, además de evaluar la productividad de los cultivos y la sostenibilidad del ambiente (Parra, 2007).

“Así mismo, cabe destacar que según Gliessman la agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles. Esto es debido a que provee conocimiento y metodología necesaria para desarrollar una agricultura que sea, por un lado, ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productiva y económicamente viable (Gliessman, 2002).”

También valoriza el conocimiento local empírico de los agricultores, el compartir este conocimiento y su aplicación al objetivo común de sostenibilidad (Gliessman, 2002). Por lo tanto, se debe tener en cuenta los **principios agroecológicos**, sabiendo que la agroecología es un modelo de desarrollo agrícola opuesto a la agricultura convencional, lo cual cuenta con principios básicos para diseñar agroecosistemas sustentables.

“Aunque, Miguel Altieri define la Agroecología como una nueva ciencia holística, sistémica, que rompe con los paradigmas de la ciencia convencional, aunque también es científica, pero incorpora otras formas de conocimiento que ha rechazado la agricultura convencional, como es la cultura de los campesinos. La agroecología también es participativa y activante socialmente (Altieri, 2016).”

Por lo tanto, en la Figura 2 se puede evidenciar los 10 principios agroecológicos, los cuales son: Diversidad que favorece la biodiversidad de especies y mejoran los recursos naturales; conocimientos, promueve la puesta en común de conocimientos y desarrollo de innovaciones agroecológicas; sinergias, diseño de sistemas diversificados que combinen cultivos; eficiencia, producir empleando menos recursos; reciclaje, de nutrientes, biomasa y agua conlleva menores costes ambientales; resiliencia, sistemas que muestran una gran capacidad para recuperarse de los fenómenos meteorológicos; valores, creación de oportunidades para las mujeres y los jóvenes en el medio rural; cultura alimentaria, cultivo de una relación saludable entre las personas y la alimentación; gobernanza responsable y economía circular, apoyo a los pequeños agricultores y al comercio local (Plastyagro, 2019).

Figura 2. Los 10 principios de la agroecología.



Fuente: Plastyagro, 2019.

Por lo tanto, gracias a esta teoría de la agroecología y sus principios permitió elaborar, para este trabajo de investigación, un **modelo de sistema de producción agroecológico** que conlleva implícitamente la protección del medio ambiente, ya que, al no hacer uso de sustancias químicas de síntesis, se reduce la concentración de productos agrotóxicos en el ambiente y, por tanto, la contaminación de la atmósfera, suelo, agua y alimentos, y sus efectos negativos sobre la salud de agricultores y de los consumidores (Martín Pérez & Rodríguez Ocaña, 2007). Además, estos modelos se identifican por consistir en técnicas que requieren poco capital económico con la posibilidad de que estén al alcance de todas las personas; promoviendo así, los policultivos, las rotaciones de cultivos, los abonos verdes, los cultivos intercalados, la integración animal y por supuesto, dando preferencia a especies y variedades nativas, criollas, rústicas y resistentes (Ochoa y Vásquez, 2012)

“Así mismo, según Altieri los sistemas de producción agroecológicos operan bajo unos principios generales y son vistos como sistemas complejos en los cuales el objetivo es promover, desde el inicio y mediante diseños apropiados, procesos ecológicos. Además, por supuesto de los propósitos generales de producción, equidad y sostenibilidad. (Pérez Verla, 2010)”

El objetivo de diseñar un **modelo agroecológico** es integrar los componentes ecosistémicos y culturales para aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y lograr mejores niveles de vida de la producción incluyendo productores y consumidores, manteniendo la capacidad productiva y de autorregulación del agroecosistema. A escala de paisaje, el interés se centra en diseñar una trama de agroecosistemas miméticos con la estructura y función de los ecosistemas naturales (Pérez Varela, 2010).

11.2.2. Marco Conceptual

Desde el punto de vista del marco conceptual, se deben implementar conceptos claves para el desarrollo de este trabajo, en primer lugar, la **sostenibilidad** es un paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida. Estos tres ámbitos: la sociedad, el medio ambiente y la economía como se observa en la Figura 3, están entrelazados. Por ejemplo, una sociedad próspera depende de un medio ambiente sano que provea de alimentos y recursos, agua potable y aire limpio a sus ciudadanos (La Salle, Instituto San Carlos, 2005).

Figura 3. *Sostenibilidad con consideración ecológico, social y económico.*



Fuente: IDAMA, 2019.

Además, para este estudio de investigación es necesario definir **indicadores de sostenibilidad** que son medidos de verificación y aspectos que permiten comparar resultados a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta variables de tipo social, ecológico y económico (Bolivar, 2011); esto se realiza para lograr evaluar las alternativas del sistema de producción agroecológico.

Por otro lado, es de gran importancia conocer **las buenas prácticas agrícolas (BPA)** que son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles (Casafe, 2019).

“Según la FAO/OMS define las BPA en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios, inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social (Red de BPA, 2015).”

La implementación de las BPA tiene como objetivo la producción de alimentos sanos, inocuos y de calidad, mediante el cuidado de los procesos y las condiciones de producción, y el cuidado, principalmente, de la salud del trabajador rural y su familia y de la sociedad en su conjunto, como así también la preservación de los recursos naturales (Red de BPA, 2015). Además, las Buenas Prácticas Agrícolas, tiene algunos lineamientos como se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. *Lineamientos básicos de las Buenas Prácticas Agrícolas.*



Fuente: Red de BPA, 2015.

“También, la Red de BPA, la define como una manera especial de producir y procesar los productos agrícolas, de modo que los procesos de siembra, cosecha y postcosecha de los cultivos

cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente (Red de BPA, 2015).”

Esto quiere decir, que se debe tener en cuenta **la gestión responsable de fitosanitarios**, en donde tiene como objetivo lograr el manejo y uso responsable de los agroquímicos durante todo su ciclo de vida: desde su descubrimiento y desarrollo, ciclo comercial y uso en el campo, hasta su eliminación por el uso y disposición final de envases (Casafe, 2019); cómo se puede observar en la Figura 5.

Figura 5. Buenas prácticas agrícolas.



Fuente: Casafe, 2019.

De acuerdo a lo anterior, para tener logar elaborar el sistema de producción agroecológico del cultivo de arveja se debe realizar el diagnóstico del **sistema productivo** que es un método analítico para la evaluación del uso, transformación, consumo y destino de los recursos, teniendo como fin identificar, cualificar, cuantificar los impactos que se generan en el medio ambiente durante todas las fases de existencia de un elemento (Ramírez Arango, Carmona & Romero, 2014).

Sistema productivo de arveja pertenece a la familia de las leguminosas, es una planta anual herbácea como se puede ver en la Figura 6, 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. La variedad que se implemento es de crecimiento indeterminado de medio enrame, las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos con vainas de 8 a 13 cm de largo y suelen tener de 8 a 12 granos por vaina (Abril Giraldo, 2017).

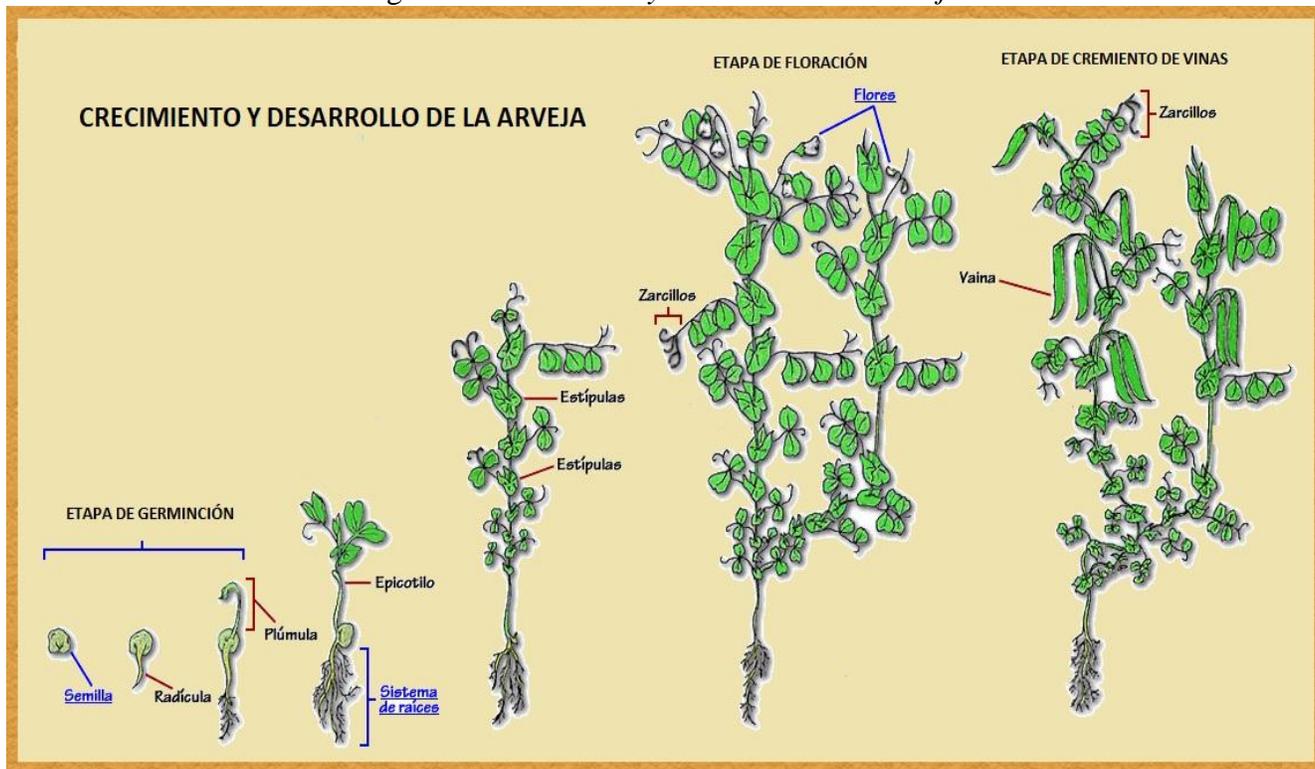
Figura 6. Herbácea, arveja.



Fuente: Agriculturers, 2016.

Por otro lado, se puede observar en la Figura 7 el proceso de crecimiento del cultivo de arveja, en donde se divide en tres etapas, las cuales son: etapa de germinación, etapa de floración y etapa de crecimiento de vainas.

Figura 7. Crecimiento y desarrollo de la arveja.



Fuente: Abril Giraldo, 2017.

11.3. Marco Normativo

El presente marco normativo vigente está compuesto por distintos decretos, leyes, resoluciones, en torno al tema de sistemas de producción agroecológicos, seguridad alimentaria y desarrollo sostenible como se puede observar en la Tabla 1. Para esto, se consideraron normativas que son la base para la conservación de los recursos naturales por medio de las prácticas agroecológicas en el cultivo.

Tabla 1. Marco normativo.

NORMATIVA	RATIFICA	DEFINICIÓN
Constitución Política de Colombia	Asamblea Nacional Constituyente	Artículo 65: La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación

		y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).
Decreto 1076 de 2015	El presidente de la República de Colombia	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentado del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 2811 de 1974	El presidente de la República de Colombia	Artículo 2: Por el cual el código nacional quiere lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional (República de Colombia, 1974).
Ley 99 de 1993	Congreso de Colombia	Creación de Ministerio del Medio Ambiente, reordenamiento del sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se dictan otras disposiciones. Tiene como principios relacionados a la protección del paisaje por ser patrimonio común (Congreso de Colombia, 1993)
Ley 795 de 2011	Asamblea Nacional	Artículo 1: La presente ley tiene por objeto fomentar el desarrollo de los sistemas de producción agroecológica, mediante la regulación, promoción e impulso de actividades, prácticas y procesos de producción con sostenibilidad ambiental, económica, social y cultural que contribuyan a la restauración y conservación de los ecosistemas, agro-ecosistemas, así como al manejo sostenible de la tierra. (Gestión del Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos, 2013)
Ley 114 de 1994	Congreso de Colombia	Tiene como objetivo: Crear la cuota de fomento sobre la producción nacional de leguminosas de grano, en donde se entiende que son especies de: arveja, frijol, lenteja, garbanzo, haba y frijol de soya. La Cuota de fomento sobre leguminosas será del medio por ciento (0.5%) del precio de venta de cada kilogramo (Congreso de Colombia, 1994).

Ley 607 de 2000	Secretaría del Senado	Tiene como finalidad la modificación creación funcionamiento y operación de Unidades Municipales y Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica y tecnología (Secretaría del Senado, 2000).
Resolución 148 de 2004	MADR	Considera: Establecer un marco reglamentario, armonizado con las normas internacionales; apoyar al sector de la producción agropecuaria ecológica, buscando diferenciar y posicionar los productos ecológicos dentro de todos los eslabones de la cadena productiva (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2004).
Resolución 464 del 2017	RENAF	Tiene como objetivo planificar y gestionar acción integral del estado, y orientar la institucionalidad social o privada, dirigida al fortalecimiento de las capacidades sociales, económicas y políticas de las familias, comunidades y organizaciones de agricultura campesina, familiar y comunitarias, sobre la base de un desarrollo rural con enfoque territorial que mejore la sostenibilidad y la producción agropecuaria y que genere bienestar y buen vivir a la población rural (RENAF, 2018).
Plan de Desarrollo 2016 - 2019 del municipio de Subachoque, Cundinamarca	Alcaldía municipal de Subachoque, Cundinamarca	El plan funciona como guía para uso del suelo en el municipio por tanto especifica su vocación agrícola de acuerdo a la localización. Además, tiene como objetivo incrementar la competitividad de la producción agropecuaria, teniendo en cuenta la sostenibilidad del desarrollo a través de la reducción del impacto del cambio climático en la población y su entorno a través de la planeación, ejecución y control ambiental municipal. (Concejo municipal de Subachoque, 2016)

Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica realizada, se pudo evidenciar que no se encuentra diversidad de normativa colombiana para el desarrollo e implementación de una alternativa agroecológica en un sistema productivo agrícola, esto es debido a que no se ha estipulado una exigencia frente a políticas, planes y proyectos por parte de autoridades ambientales. Aunque, también es muy poca la asistencia técnica que tienen los agricultores frente a un alternativa sostenible para no generar presión en los recursos, y son muy pocos los que se arriesgan asumir este reto por no tener conocimiento del tema y, a su vez por miedo a tener pérdidas económicas en un proceso productivo diferente al convencional, ya que es un tradición y para su cambio debe llevar un periodo de transición a corto, mediano y largo plazo; sin embargo, la normativa que se encontró es favorable para la conservación de los recursos naturales y para garantizar una agricultura familiar agroecológica.

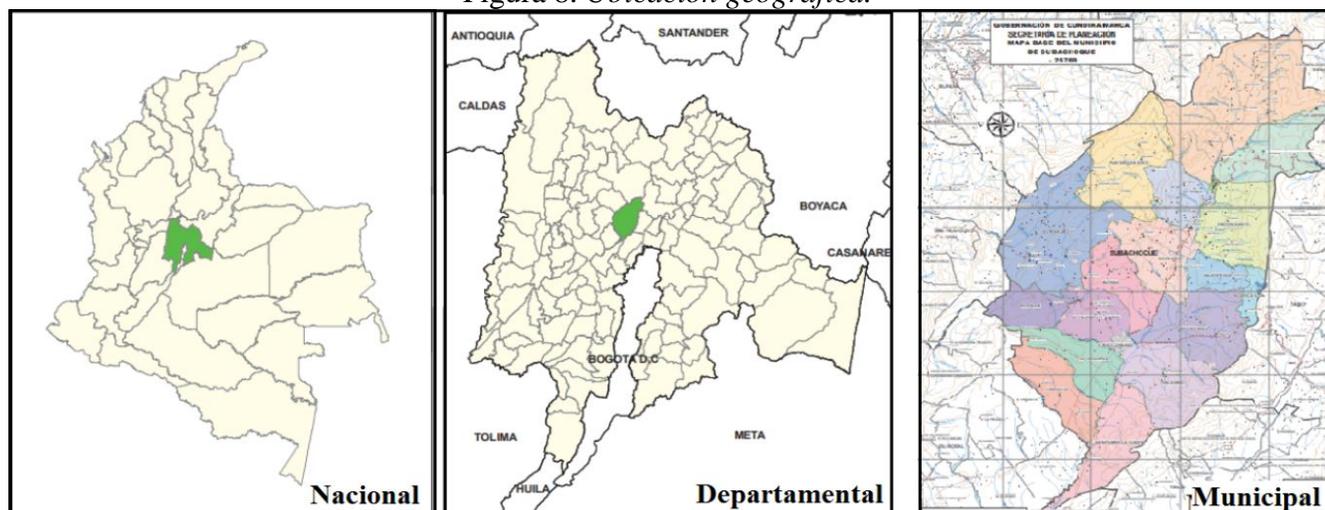
11.4. Marco Geográfico

11.4.1. Descripción del territorio

El área geográfica en el cual se realizará el presente estudio de investigación es en la finca casa blanca de la vereda cascajal en el municipio de Subachoque que se encuentra ubicado en la Provincia Sabana de Occidente, a una distancia de 32 Km. de Bogotá D. C. De acuerdo a su posición geográfica el municipio de Subachoque, limita por el norte con el municipio de Pacho, por el sur con Madrid y El Rosal, por el oriente con Zipaquirá, Tabio y Tenjo por el Occidente con San Francisco y Supatá. Subachoque se encuentra situado a 4 grados, 56 minutos de latitud norte y a 55 grados, 11 minutos de longitud sobre el Meridiano de Greenwich. (Concejo municipal de Subachoque, 2013)

En la Figura 8 se puede observar de manera clara el municipio de Subachoque partiendo de lo general a lo particular, es decir a nivel nacional qué es Colombia, seguido a nivel departamental que es Cundinamarca hasta llegar a nivel municipal qué es el área de estudio.

Figura 8. Ubicación geográfica.



Fuente: secretaria de planeación, 2014.

11.4.2. Extensión

La superficie del municipio abarca 21.153 hectáreas, divididas en 81 hectáreas, que incluyen el casco urbano de Subachoque y el casco urbano de la Inspección de La Pradera y 21,072 hectáreas que corresponden al área rural” (Alcaldía de Subachoque, Cundinamarca, 2016). Esta distribución del territorio evidencia el predominio de campos verdes característicos de la región que se busca preservar. Es un municipio que a la fecha presenta baja densificación, donde la zona rural está destinada en su mayoría para la agricultura.

11.4.3. Descripción Ecológica

Por otro lado, las afectaciones que está generando el municipio del Subachoque al medio ambiente son comunes desde todos los ámbitos, la inadecuada disposición de residuos, especialmente en áreas rurales, la ampliación de la frontera agrícola en rondas y bosques, la ausencia de prácticas de reciclaje, la proliferación o inadecuada construcción de pozos sépticos en algunas zonas, la inadecuada disposición de aguas residuales, entre otros, requieren acciones en el corto y mediano plazo (Alcaldía municipal de Subachoque, 2015).

También, el municipio no es ajeno a situaciones globales como el cambio climático que conllevan temporadas extremas de lluvia o de sequía y que deriva en las dos principales causas de riesgo asociadas a las inundaciones y los incendios forestales para los cuales se debe fortalecer los programas de prevención y la capacidad de reacción (Alcaldía municipal de Subachoque, 2015).

11.4.4. Descripción social

Según los datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP) el municipio de Subachoque cuenta con 238 años de historia y evolución; con 211 km² de extensión, según la proyección del DANE para el año 2019, la población del municipio cuenta con 17.387 habitantes, de los cuales 6.528 (38%) se encuentran en el casco urbano y 10. 859 (62%) pertenecen al área rural como se puede observar en la Tabla 2. La esperanza de vida al nacer tiene valor promedio, para los hombres 72 años y las mujeres 78 años y la densidad de población en el territorio es aproximadamente 82,50 hab/ Km² (Gobierno Nacional, 2018).

Tabla 2. *Proyección de Población Subachoque.*

Proyección de Población Subachoque 2018 – 2020			
Base censo 2005			
Año	2018	2019	2020
Total	17.007	17.387	17.712
Urbana	6.413	6.528	6.648
Rural	10.664	10.859	11.064

Fuente: Gobierno Nacional, 2018.

11.4.5. Descripción Económica

La economía del municipio se enfoca a la promoción del crecimiento y dinamismo de las actividades generadoras de ingreso, como requisito para garantizar la calidad de vida de las familias y el progreso de la sociedad, en donde comprende los sectores de producción agropecuaria. Por lo tanto, Subachoque es un municipio eminentemente rural y el sustento de la mayor parte de las familias depende de la producción agrícola y ganadera, no obstante, la progresiva transformación del uso del suelo rural hacia lo residencial, comercial o improductivo; la reducción de los niveles de productividad y rentabilidad asociados a la erosión y las malas prácticas; las dificultades de mercadeo y la competencia con productos de otras regiones o países. (Alcaldía municipal de Subachoque, 2015).

Además, el esquema de ordenamiento y desarrollo territorial se sustenta en la defensa y continuidad de la vocación agropecuaria, aunque es necesaria la transformación de técnicas de producción, la diversificación y el mejoramiento de la calidad que garanticen la competitividad y reduzcan los impactos ambientales y sanitarios por deterioro o contaminación de los recursos. La apuesta por la competitividad y la generación de ingresos en el plan de desarrollo, se orienta a la consolidación de cadenas de bienes y servicios que, incluyendo procesos de transformación, generación de valor agregado y posicionamiento de marca, garanticen la comercialización con mayores niveles de rentabilidad en nuevos mercados locales, especializados o de exportación (Alcaldía municipal de Subachoque, 2015).

Así mismo, el municipio de Subachoque en su EOT realiza diferentes programas innovadores asociadas con la agricultura y la ganadería como programa de diversificación, donde su objetivo principal se centra en disminuir o eliminar la dependencia del sector agropecuario del municipio de los cultivos y ganados tradicionales, creando alternativas para el productor frente a las crisis por precios, sobreoferta o condiciones climáticas que lo han afectado (EOT, 2015).

Otro de los programas por el cual se ha destacado el municipio de Subachoque es el turismo especializado en el cual se involucra con el camino en las labores agrícolas. Por sus características, este tipo de turismo se desarrolla en actividades vinculadas a la agricultura, la ganadería u otra actividad, buscando con ello un ingreso adicional a la economía rural (EOT, 2015).

11.4.6. Agricultura

Principalmente se identificó que hay 2.250 predios rurales dedicados al sector agropecuario y 1.536 productores agropecuarios en el municipio de Subachoque, Cundinamarca. Por otro lado, la producción agrícola concentra cultivos transitorios tradicionales de papa, criolla, arveja, zanahoria y maíz que cubre un promedio de 850 hectáreas cada semestre y generó en el año 2011 una producción de 33.701 toneladas de las cuales el 54% corresponde a papa, el 11% a criolla, el 4% a arveja, el 27% a zanahoria y el 3% a maíz. En cultivos permanentes, se destaca el durazno que registró un área sembrada de 53 hectáreas y una producción en el año de 504 toneladas. Los mayores costos de producción se registraron en la producción de papa (\$12.759/Ha) y la mayor utilidad bruta la generó la zanahoria (\$20.942.000/Ha). En promedio, para los cultivos transitorios el costo de producción se establece en nueve millones de pesos con un promedio de utilidad bruta por hectárea de una cuantía similar.

Por otro lado, se tomó como base el sistema productivo de arveja, ya que es el cultivo principal para el desarrollo de este estudio de investigación, por consiguiente, por medio del Ministerio de Agricultura, se pudo encontrar un reporte tanto a nivel departamental como municipal, en primer lugar se muestra a nivel departamental en donde se muestra la evolución de la producción (ton), área cosechada (ha) y rendimiento (ha/ton) del cultivo de arveja en un periodo desde el 2008 hasta el 2017 como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. *Producción de arveja a nivel Departamental.*

Departamento	Producto	Año	Área (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (ha/Ton)
Cundinamarca	Arveja	2008	7,771.80	12,628.10	1.62
Cundinamarca	Arveja	2009	6,62450	10,376.78	1.57
Cundinamarca	Arveja	2010	6,439.15	9,790.58	1.52

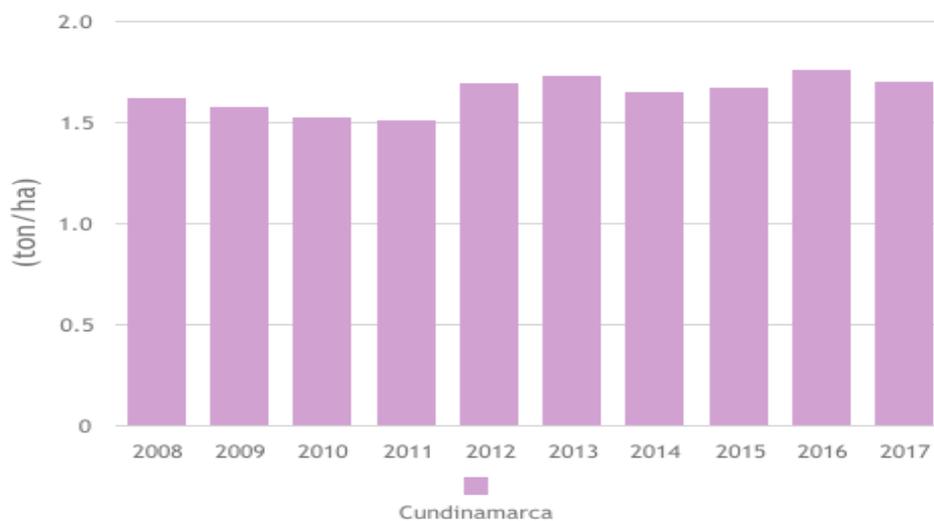
Cundinamarca	Arveja	2011	6,331.05	9,551.05	1.51
Cundinamarca	Arveja	2012	5,184.16	8,787.14	1.69
Cundinamarca	Arveja	2013	4,379.80	7,589.69	1.73
Cundinamarca	Arveja	2014	4,514.30	7,464.75	1.65
Cundinamarca	Arveja	2015	4,642.50	7,767.89	1.67
Cundinamarca	Arveja	2016	4,362.59	7,661.51	1.76
Cundinamarca	Arveja	2017	5,079.50	8,646.58	1.70

Fuente: Geoportal, 2019.

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que el área de cosecha de la arveja ha ido disminuyendo al transcurrir los años, un ejemplo claro es que para el 2008 se tuvo 7,771,80 hectáreas con una producción de 12,628.10 toneladas; en cambio para el 2017 que son los datos más recientes, se tuvo 5,079.50 hectáreas con una producción de 8,646.58 toneladas.

Aunque por cada unidad de superficie que cosecha se le denomina rendimiento, el cual ha ido aumentando en cantidades mínimas como se puede observar en la Figura 9, ya que para el 2008 fue de 1.62 ha/ ton y para el 2017 1.70 ha/ton. Teniendo en cuenta que, está comprobado que el rendimiento del cultivo depende no solamente de las temperaturas y la humedad de que disponen las plantas durante el ciclo vegetativo, sino también de las condiciones climatológicas en los meses anteriores de la siembra (Patiño Alanís, 2010)

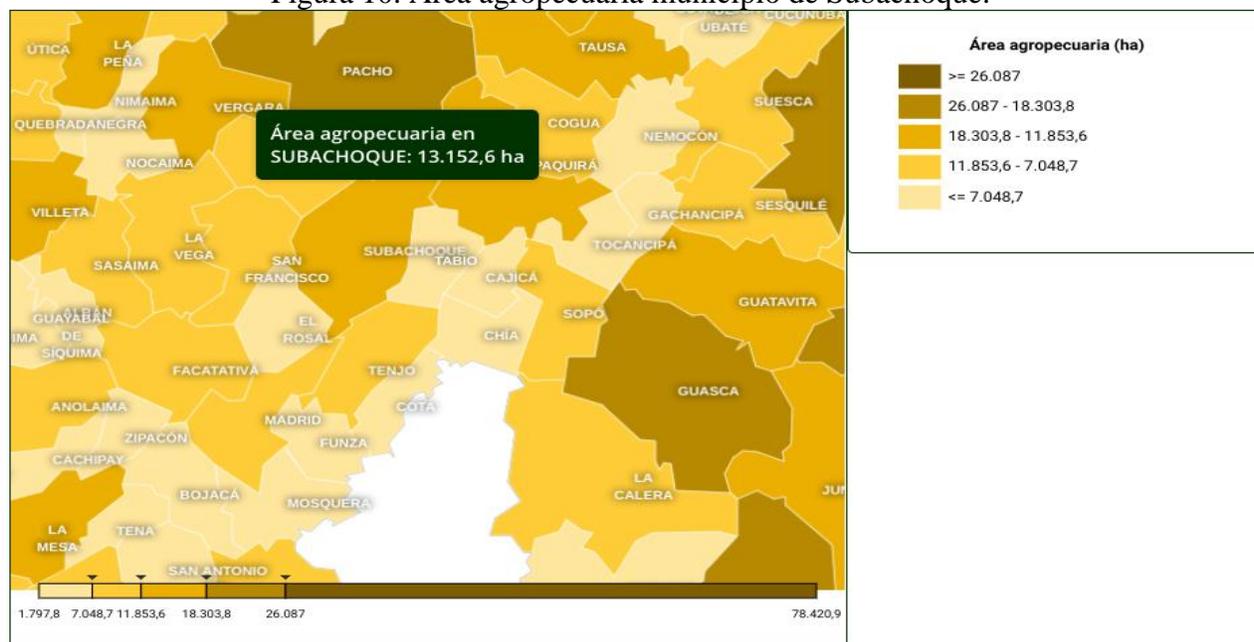
Figura 9. Rendimiento del Cultivo de arveja a nivel Departamental.



Fuente: Geoportal, 2019.

Por otro lado, por medio del Geoportal del DANE, se pudo encontrar el tercer Censo Nacional Agropecuario, que es el instrumento para divulgar los productos georreferenciados del sector agropecuario del país. Por lo tanto, se decidió buscar el del municipio de Subachoque, en donde las estadísticas presentadas de forma espacial representan, y se puede evidenciar que cuenta con un área agropecuaria de 13.152,6 hectáreas como se puede observar en la Figura 10.

Figura 10. Área agropecuaria municipio de Subachoque.



Fuente: Geoportal, 2019.

También, por medio del último censo realizado por el DANE en el 2016 en el municipio de Subachoque, Cundinamarca, y gracias al director Gerardo Moreno de la UMATA que facilitó los datos del censo de producción de arveja; teniendo en cuenta que es un cultivo transitorio, se pudo evidenciar el reporte de área sembrada, área cosechada, rendimiento, el número de fincas productoras de arveja en el municipio de Subachoque.

Tabla 4. Censo de producción de arveja, municipio de Subachoque.

Código DANE	Municipio	Cultivo	Área sembrada (ha)	Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Ton)	Fincas Productoras	Tipo de cultivo
25769	Subachoque	Arveja	108.0	5.5	5.5	19	Transitorio

Fuente: UMATA Subachoque, 2016.

Por otro lado, se puede observar en la Tabla 5 los porcentajes de área de sembrada de arveja en hectáreas (ha) para el año 2016, correspondiente a las veredas Cascajal, Altania y Canicas Bajas, que se tomaron como base para este estudio de investigación por ser productoras de cultivos de arveja.

Tabla 5. Áreas sembradas de arveja por veredas.

Vereda	Área sembrada (ha)
Cascajal	25
Altania	20
Canica Bajas	15

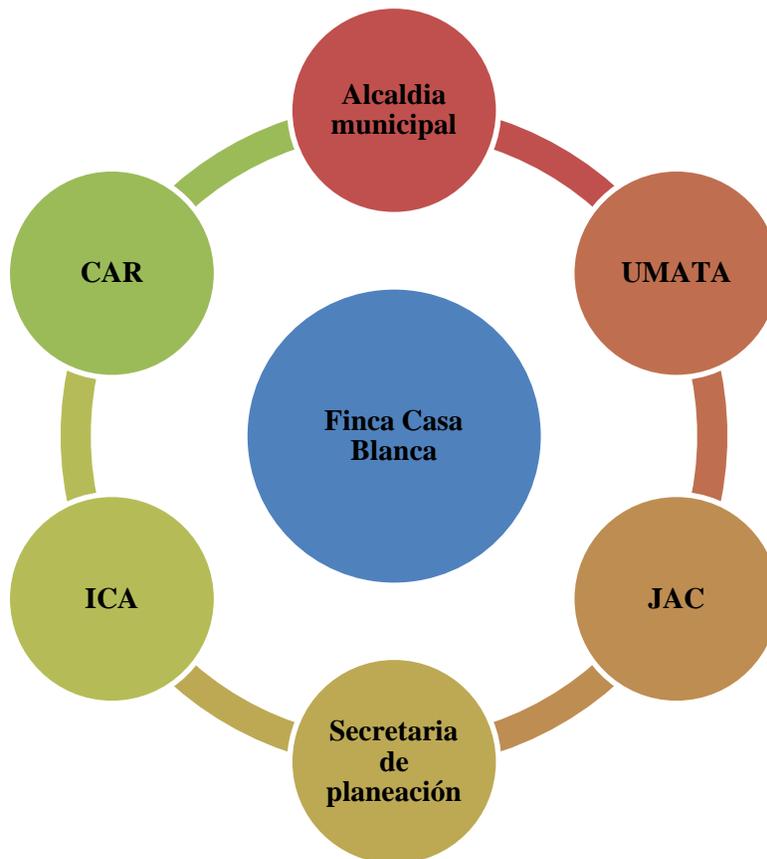
Fuente: UMATA Subachoque, 2016.

11.4.7. Marco Institucional

Las instituciones que se relacionan con este proyecto de investigación y están presentes en el municipio de Subachoque, se encontró como base principal la Alcaldía municipal, encargada de hacer cumplir normativas, ley y decretos, es este caso a la conservación de los recursos naturales y el bienestar social de la comunidad, y conservar el orden público del municipio; también la unidad municipal de asistencia técnica (UMATA), la cual se encarga de realizar capacitaciones rurales a los pequeños agricultores para transferir u orientar bases primordiales en el sector agrícola; las doce veredas del municipio cuentan con una asociación de juntas de acción comunal (JAC), la cual propone la participación ciudadana a nivel municipal, y a su vez, se encarga de gestionar programas con el fin de buscar el bienestar comunitario.

Por otro lado, también se necesita la contribución de la secretaria de planeación, encargada de realizar, orientar, apoyar estudios y/proyectos en donde tenga un cumplimiento de metas para mejorar la calidad de vida de la comunidad; el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se encarga de contribuir al desarrollo del sector agropecuario mediante un seguimiento y control de los riesgos sanitarios, biológicos, químicos con el propósito de proteger la salud tanto animal como humana; la Corporación Autónoma Regional (CAR), es una entidad encargada de administrar los recursos naturales renovables, y a su vez propender el desarrollo sostenible; entre otras entidades.

Figura 11. *Instituciones relacionadas con el proyecto de investigación*



Fuente: Autor, 2019.

12. Metodología

12.1. Diseño Metodológico

12.1.1. Enfoque

Para llevar a cabo este estudio de investigación como parte metodológica se tuvo como base la pregunta de investigación y objetivos planteados, en donde se logró identificar que esta investigación presenta un **enfoque mixto**, ya que comprende parámetros de tipo cuantitativo y cualitativo, debido a que se deben establecer indicadores sociales, económicos y ecológicos que constituyen la representación operativa de cada uno de los elementos que configuran la sostenibilidad del sistema de producción, es decir, que un indicador corresponde a una variable seleccionada que permite ver una tendencia a través del tiempo (Osorio, 2014).

Los indicadores de sostenibilidad son variables que reducen la complejidad de la descripción de un sistema; que brindan las bases para evaluar tendencias ambientales, sociales y económicas; y que llevan implícitos el conjunto de valores evocados en el concepto de sostenibilidad. Los indicadores pueden ser cualitativos, cuantitativos, cuali-cuantitativos. Pueden ser índices, es decir, un valor agregado de otros indicadores individuales; en tanto describen procesos específicos (Osorio, 2014).

Por lo tanto, el **enfoque cuantitativo** se requiere para la recolección, tabulación y análisis de los resultados que obtengan por medio de diagnóstico y la metodología agroecológica que se aplique para la evaluación de sostenibilidad en el cultivo de arveja; en donde se realizará una respectiva interpretación. En cuanto al **enfoque cualitativo**, se deben utilizar técnicas para la recolección y análisis de datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, registros de historias de vida, e interacción con la comunidad. Teniendo en cuenta que, la aproximación cualitativa evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación de la realidad (Sampieri, 2014).

12.1.2. Método

Para el método, se tuvo en cuenta que este estudio de investigación por medio de la agroecología se tiene una visión holística para la gestión sostenible de los agroecosistemas para tener bases para una seguridad alimentaria, y preservar los recursos naturales. Por lo tanto, se tomó como referencia el **método inductivo**, pero a su vez es constructivista, debido que, por medio de actividades de recolección de datos, no estandarizados ni predeterminados completamente, como la observación no estructurada, entrevistas semiestructuradas, revisión de documentos, evaluación de experiencias personales, se hace una revisión de la información y para lograr el desarrollo de una alternativa. Para esto, se involucran unos cuantos casos porque no se pretende necesariamente generalizar los resultados del estudio, sino analizarlos intensivamente (Sampieri, 2014).

12.1.3. Alcance

Para esta investigación, al tener como línea base la revisión inicial de la literatura a partir del enfoque y perspectiva de la presente investigación, el **alcance es descriptivo - correlacional**. Por lo tanto, el

alcance descriptivo se refiere al relato del sistema productivo actual de la Finca casa blanca, ya que esto permite especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren (Sampieri, 2014).

Teniendo en cuenta, que este alcance permite describir el proceso productivo de sistema de la agricultura convencional, detallar cualquier característica a través de la recolección de información, y se deben tener variables e indicadores, utilizando una metodología de evaluación de sostenibilidad ambiental del cultivo de arveja en el municipio de Subachoque. Por otro lado, el **alcance correlacional** permite medir el grado de relación existente entre variables como buenas prácticas agrícolas (BPA) relacionadas con las variables ecológicas (presión en los recursos naturales como: agua, suelo, aire y biodiversidad), económicas (rendimiento en la producción), y sociales (asistencia técnica y/o organización comunitaria, inseguridad alimentaria) (Sampieri, 2014).

12.1.4. Unidad de análisis e informantes

12.1.4.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis de este estudio de investigación es el sistema agroecológico de producción de cultivo de arveja en la Finca Casa Blanca en el municipio de Subachoque, Cundinamarca.

12.1.4.2. Informantes

Para poder realizar un diagnóstico del área de estudio, se tomó como referencia una muestra de cinco informantes productores de arveja del municipio de Subachoque, Cundinamarca, en donde con ayuda del señor Gerardo Moreno director de la UMATA, se logró identificar los cultivos en las veredas Cascajal, Altania y Canica Bajas. Esto se hace con el fin de realizar entrevistas semiestructuradas acerca del proceso productivo actual de la finca, con el fin de conocer las posibles causas y/o consecuencias que están generando presión en los recursos naturales y a su vez, lo que puede afectar la seguridad alimentaria por medio de la agricultura convencional (Sampieri, 2014).

12.2. Metodología por objetivos específicos

12.2.1. Objetivo específico N°1: Realizar un diagnóstico del sistema productivo actual del cultivo de arveja ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca.

Este objetivo específico se planteó bajo un alcance descriptivo, en donde se quería obtener información de la zona de estudio, es decir específicamente de la Finca Casa Blanca ubicada en la vereda Cascajal del municipio de Subachoque, Cundinamarca; para esto se realizaron seis salidas de campo para cumplir con el objetivo. Por lo tanto, para llevar a cabo el diagnóstico, se tuvo en cuenta la dimensión ecológica, social y económica, en donde se diseñó una entrevista semiestructurada, y se recopiló información por medio de algunos actores involucrados con el agro, los cuales se evidenciaron en el desarrollo de este estudio de investigación, específicamente en los resultados de este objetivo.

Sin embargo, para la el diseño de la entrevista empleada, fue necesario un ajuste de las variables ecológicas, sociales, y económicas, con el fin de evaluar sistemas productivos y las prácticas agrícolas

actuales. Esto se realizó por medio de metodologías que se establecieron en el estado del arte, como: MENSILPA (Metodología para la Evaluación de Sustentabilidad, a partir de Indicadores Locales para el diseño y desarrollo de Programas Agroecológicos), MESMIS (Marco para la evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) y OSALA (Observatorio de Soberanía Alimentaria), las cuales permiten la sistematización de experiencias de conservación de los recursos, soberanía alimentaria y la agroecología.

De acuerdo a lo anterior, se procedió a realizar entrevistas semiestructuradas a los informantes seleccionados para la recolección de información pertinente para esta investigación, en donde se tuvo en cuenta las variables para cada dimensión con sus respectivos aspectos, indicadores y/o descriptores de evaluación, y en la unidad que se presentó este resultado como se observa en las Tablas 6,7 y 8, esto se estableció a consideración de la investigadora.

Por lo tanto, se realizaron preguntas enfocadas únicamente al diagnóstico general del área de estudio como se evidencia en el Anexo 1 para obtener las características de la Finca Casa Blanca y la segunda un diagnóstico del sistema productivo de arveja actual en las veredas Cascajal, Altania y Canica baja. En la primera entrevista, en su contenido se encuentra: la extensión en hectáreas de la finca, tenencia de la tierra, las personas que conforman el núcleo familiar, entre otros; en cambio para la segunda entrevista, el contenido correspondió a: La preparación del suelo, listado de agroquímicos para el control de plagas, ciclo de vida de los productos para la protección de cultivos, enfermedades y malezas, cosecha, poscosecha, esto se evidencia en el Anexo 2 y además conocer las razones por la cual los pequeños agricultores ejercen estas prácticas.

Por otro lado, es necesario resaltar que, para tener cumplimiento del objetivo, y tener un orden consecutivo tanto de las generalidades de la finca como de las variables que se establecieron y el diagnóstico, se tenía previsto que el diagnóstico del cultivo de arveja iba a estar inmerso dentro de las variables del proyecto de investigación.

12.2.1.1. Variables generales de la metodología de investigación

Tabla 6. Metodología, variables ecológicas a analizar.

Dimensión	Variable	Aspectos	Indicadores /descriptores	Unidades
Ecológico	Suelo	Fertilidad	Materia orgánica	Porcentaje
		Características físico químicas	pH	Unidades de pH
			Textura	% de arena, limo, y arcilla
		Preparación del suelo	Listado de implementos (arado de discos, arado de chuzo, arado de cincel)	Adimensional
			Intensidad de laboreo	Adimensional

	Productos para protección de cultivos	Implementos	Listado de implementos	Adimensional
		Ciclo de vida de los productos agroquímicos	área afectada por disposición de residuos	Adimensional
	Agua para riego	Disponibilidad	Cuenta con agua permanente	Adimensional
		Fuente	Listado de donde provee el agua (acueducto, fuente natural, acueducto y fuente natural)	Adimensional
		Método de riego	Listado de métodos para riego (aspersión, goteo)	Adimensional
	Clima	Precipitación	Mm	mm
		Temperatura	°C	°C
		Altitud	m.s.n.m	m.s.n.m
	Aire	Dirección	Dirección	Unidad de dirección
		Velocidad	Velocidad	km/h o m/s

Fuente: Autor, 2019.

Tabla 7. Metodología, variables sociales a analizar.

Dimensión	Variable	Aspectos	Indicadores /descriptores	Unidades
Social	Seguridad alimentaria	Autoconsumo	Número de productos para el consumo en el hogar	Porcentaje
	Asistencia técnica	Frecuencia de visitas	Número de visitas/mes	Cantidad
		Tipo de información técnica	Número de contenidos	Cantidad
	Organización comunitaria	Grupos formales	Número de acciones comunales	Cantidad
		Grupos informales	Número de asociaciones	Cantidad

Fuente: Autor, 2019.

Tabla 8. Metodología, variables económicas a analizar.

Dimensión	Variable	Aspectos	Indicadores/ descriptores	Unidades
Económico	Costos	Establecimiento del cultivo	\$/ha	\$/ha
		Mantenimiento	\$/ha	\$/ha
	Producción	Cosecha	ton/ha	ton/ha

Fuente: Autor, 2019.

12.2.2. Objetivo específico N°2: Evaluar alternativas agroecológicas adaptadas a las condiciones del estudio de caso.

Para el desarrollo de este objetivo fue necesario acudir a la revisión bibliográfica, ya que se pretendió realizar una matriz técnica de análisis de alternativas como se observa en la Tabla 9, teniendo en cuenta que sea aplicable para el sector agrícola y que cumpla con los requerimientos para elaborar un modelo agroecológico, en donde se deben tener en cuenta conceptos claves para todo el sistema productivo del cultivo de arveja, es decir: manejo de la finca, preparación del suelo, fertilización, riego, control de plagas y maleza, cosecha, seguridad y bienestar laboral, gestión de residuos, entre otros. Por lo tanto, estas alternativas se deben ajustar a la zona bajo estudio, en donde contribuya a la conservación de los recursos naturales y aporte a la seguridad alimentaria para lograr un desarrollo sostenible.

Tabla 9. Modelo de matriz técnica de análisis de alternativas.

Alternativas	Ecológico				Social			Económico		Total
	Suelo	Agua	Aire	Cultivo	Seguridad alimentaria	Asistencia técnica	Organización comunitaria	Costos	Producción	

Fuente: Autor, 2019.

Además, esta metodología debe contar con la evaluación de cada una de las variables definidas en las dimensiones ecológicas, sociales y económicas que se establecieron en el objetivo número uno y que se pretenden evaluar en este estudio de investigación, en donde se quiere mostrar que la calificación debe tener los siguientes parámetros como se muestran en la Tabla 10: XXX, es óptima, es decir que la alternativa se adapta a las condiciones de la finca bajo estudio; XX, es medianamente óptima, es decir que la alternativa planteada está sujeta a la evaluación y adaptación; por último, X, es menos óptima, es decir cuando la alternativa no se adaptan a las condiciones de la zona de estudio y es del gran dificultad para su implementación.

Tabla 10. *Parámetros para la calificación de alternativas.*

Convenciones de clasificación		
Calificación	Magnitud	Puntaje
Óptima	XXX	3
Medianamente Óptima	XX	2
Menos Óptima	X	1

Fuente: Autor, 2019.

Para finalizar, se establecieron unos rangos de calificación como se puede observar en la Tabla 11; con el fin de determinar cuáles alternativas agroecológicas estudiadas se pueden adaptar y con la posibilidad de implementar en la finca casa blanca del municipio de Subachoque. Por lo tanto, se consideró un rango de puntuación para tener en cuenta con cada una de las alternativas; estas pueden llegar a ser: Menos óptima, que está entre un rango de ≤ 13 , y se representa con una convección de color anaranjado; medianamente óptima, en un rango de 14 a 20 y con una convención de color verde; por último, óptimo, que oscila entre un rango entre 21 a 27 y con una convención de color rojo, es decir es una alternativa que se ajusta a las condiciones de la zona de estudio.

Tabla 11. *Rangos de calificación.*

Rangos de calificación	
Calificación	Magnitud
21 - 27	Óptima
14 - 20	Medianamente óptima
≤ 13	Menos óptima

Fuente: Autor, 2019.

12.2.3. Objetivo específico N°3: *Elaborar un modelo de sistema productivo agroecológico con lineamientos ecológicos, sociales y económicos para generar mayor sostenibilidad del funcionamiento integral del sistema agrícola.*

Finalmente, para la elaboración del modelo de sistema productivo agroecológico en la finca Casa blanca, se analizaron los resultados de las etapas de todo el proceso del sistema productivo actual, y se tuvo como base las dimensiones ecológicas, sociales y económicas, las cuales se ajustarán a las características de la zona de estudio. Esto se realizó con el fin de establecer alternativas agroecológicas que se adaptaran en la finca Casa blanca, en donde se pueden ir implementando y ajustando en un periodo de transición, es decir para un cambio a largo, mediano y corto plazo. Por lo tanto, fue posible correlacionar cada uno de los parámetros establecidos en los objetivos específicos uno y dos, y así, recopilar y elaborar información valiosa para la zona de estudio.

De acuerdo a esto, se procedió a presentar los resultados a partir de la recopilación de las entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis documental por medio de autores bibliográficos los

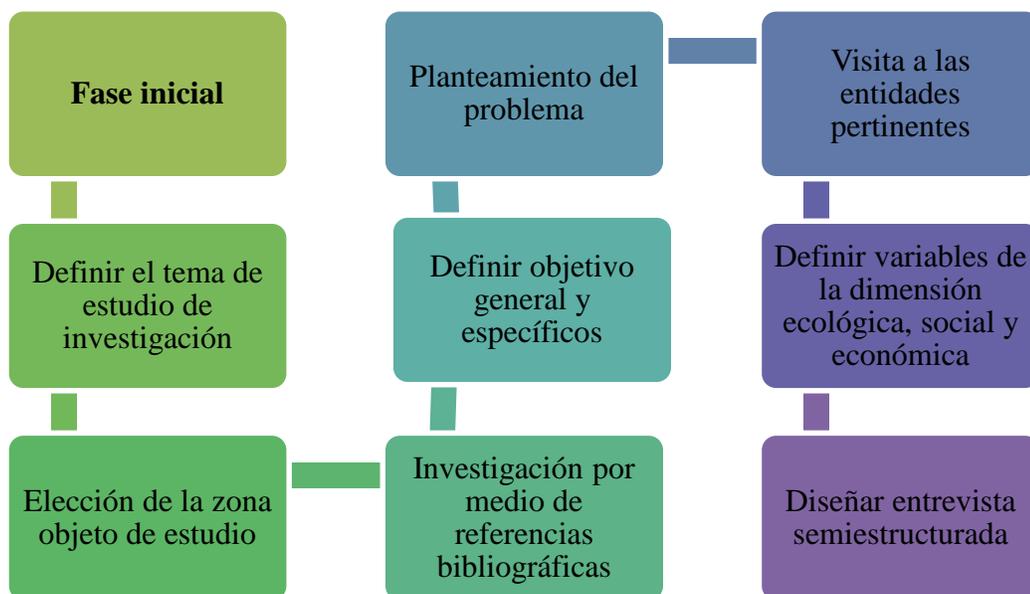
cuales algunos se incluyeron en el marco de estado del arte, y de igual manera información que se fue recopilando entre los objetivos específicos uno y dos.

Finalmente, se recopilaron las alternativas agroecológicas que se ajustaran a la zona de estudio, en donde se mostraron los lineamientos ecológicos, sociales y económicos por medio de infografías realizadas en Canva para mostrar de manera llamativa y con una explicación concreta la importancia de cada una en la zona de estudio. A partir de esto, fue posible realizar el procesamiento de la propuesta del modelo agroecológico en la finca Casa blanca con ayuda del programa AutoCAD, en donde se quiso mostrar de una forma más clara, detallada y realista de lo que se planteó en el objetivo general para el cumplimiento de la idea de este proyecto investigativo.

13. Plan de trabajo

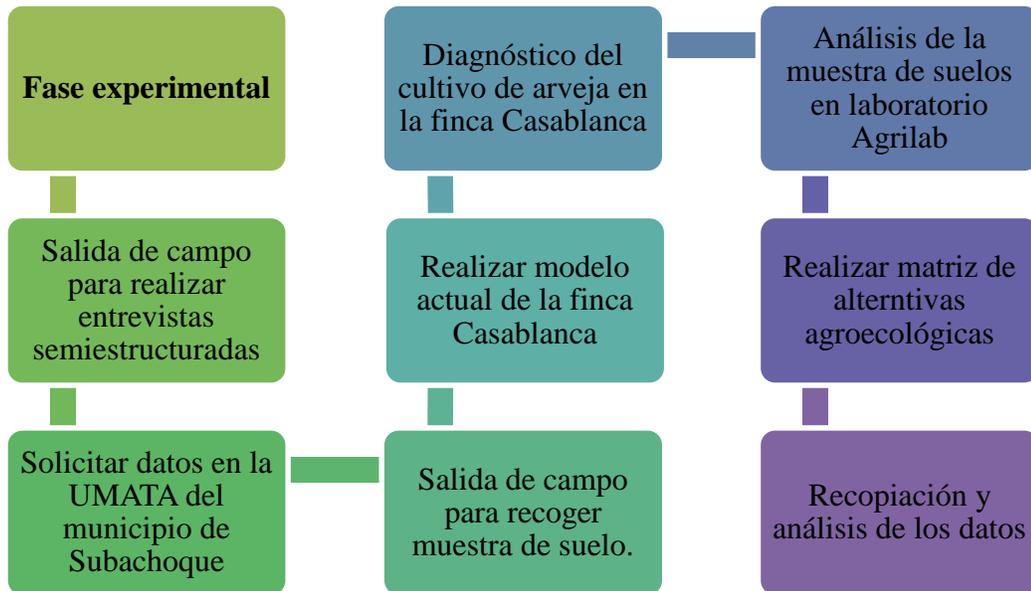
Para realizar el plan de trabajo, se procedió a dividir por tres fases para evidenciar de manera clara el paso a paso para tener un procedimiento en la ejecución de este estudio de investigación. Por lo tanto, las fases que planteo la investigadora son: planeación correspondiente a la fase inicial, recolección de información que corresponde a la fase experimental y procesamiento de la información que corresponde a la fase final; esto se puede observar en las figuras 12, 13 y 14. Por otro lado, se plantea una matriz metodológica en la cual se muestra detalladamente las actividades, técnicas, instrumentos y resultados esperados para cada objetivo específico que propuso la investigadora como se muestra en la Tabla 12 para el desarrollo del proyecto de investigación, y a su vez para cumplir con el objetivo general.

Figura 12. Fase metodológica 1 planeada para el proyecto de investigación.



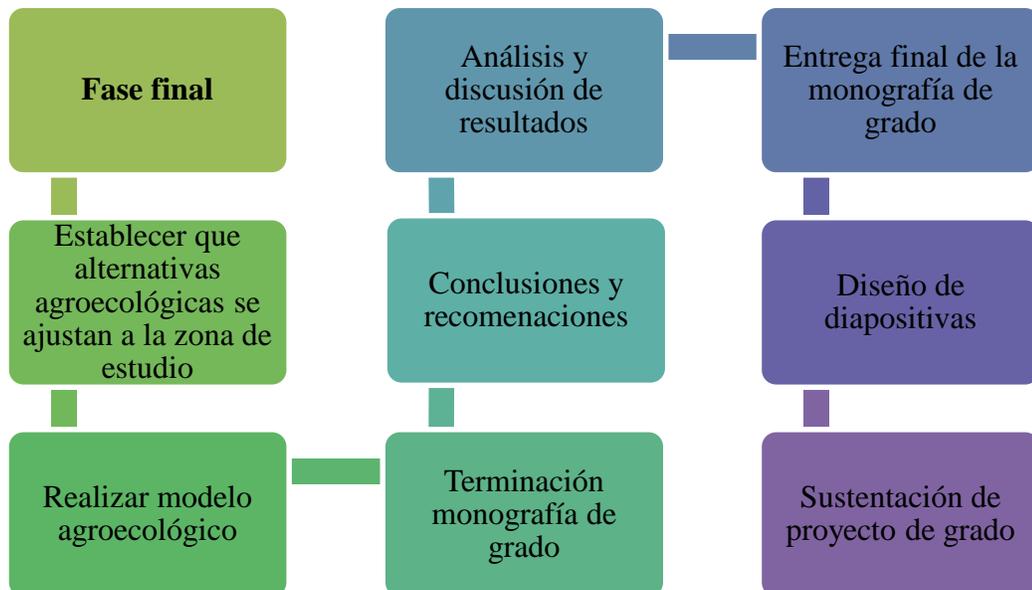
Fuente: Autor, 2019.

Figura 13. Fase metodológica 2 planteada para el proyecto de investigación.



Fuente: Autor, 2019.

Figura 14. Fase metodológica 3 planteada para el proyecto de investigación.



Fuente: Autor, 2019.

Tabla 12. *Matriz metodológica.*

Objetivos		Metodología		
General	Específicos	Actividades	Técnicas	Instrumentos
Elaborar una propuesta de un sistema agroecológico de producción de cultivo de arveja en el municipio de Subachoque mediante algunos indicadores sociales, ecológicos y económicos para contribuir a la seguridad alimentaria y conservación de los recursos naturales.	Realizar un diagnóstico del sistema productivo actual del cultivo de arveja ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca	Revisión de información secundaria de producción de arveja a nivel nacional, departamental y municipal	Obtención de información secundaria	Censo del DANE, Agronet
		Efectuar visita a la entidad ambiental (desarrollo económico) y a la alcaldía de Subachoque	Entrevista, análisis de información	EOT, plan de desarrollo municipal 2016 - 2019, mapas de ordenamiento territorial
		Realizar visitas a las veredas productoras de arveja	Observación directa, entrevistas, registro fotográfico	Bitácora de campo
		Definir variables e indicadores de sostenibilidad para analizar	Análisis documental	Libros, documentos de investigación. artículos
	Evaluar alternativas agroecológicas adaptadas a las condiciones del estudio de caso	Revisión bibliográfica de las diferentes alternativas agroecológicas	Análisis documental	Libros, documentos de investigación.
		Aplicar evaluación de las alternativas seleccionadas	Análisis documental, realizar matriz de evaluación	Libros, documentos de investigación. artículos y herramientas Excel y Word
		Análisis y discusión de información	Interpretación y relación de las variables relevantes	Herramientas informáticas como: Excel y Word
	Elaborar un modelo de un sistema productivo	Revisar literatura de modelos	Análisis documental	Libros, documentos de

	agroecológico con lineamientos sociales, económicos y ecológicos para generar mayor sostenibilidad del funcionamiento integral del sistema agrícola.	agroecológicos		investigación. artículos
		Diseño de una propuesta de un modelo de sistema productivo agroecológico para la finca casa blanca	Organización y sistematización de acuerdo a las variables	Herramientas de Word, power Paint, AutoCAD

Fuente: Autor, 2019.

14. Resultados, análisis y discusión

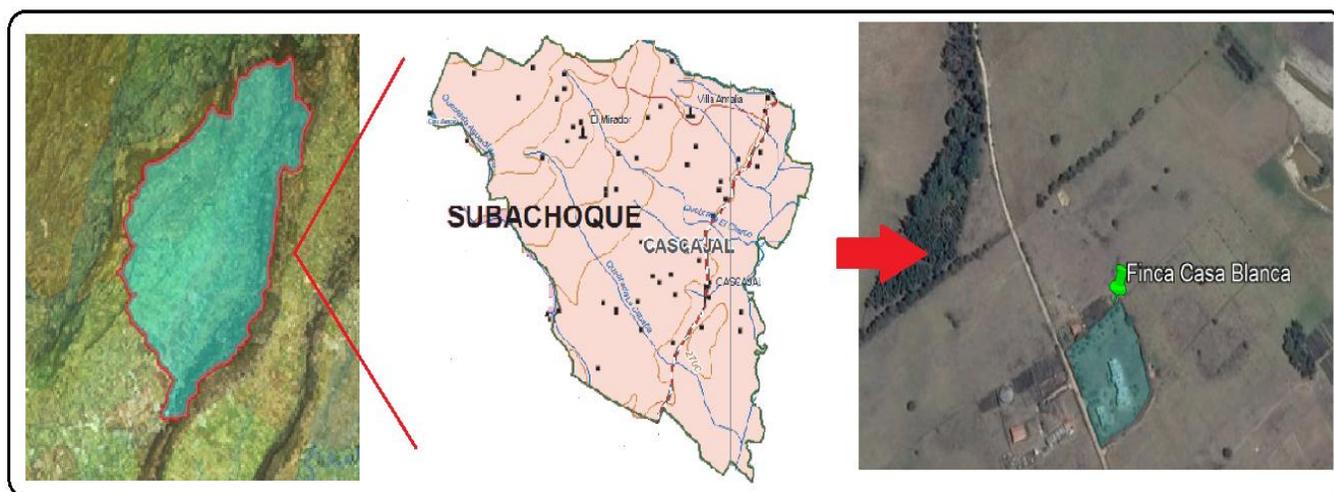
Objetivo específico N°1: Realizar un diagnóstico del sistema productivo actual del cultivo de arveja ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca

14.1. Generalidades

14.1.1. Descripción de la finca

El área de estudio seleccionada está ubicada en las coordenadas 4°56'43.5"N 74°09'50.7"W, que corresponde a la finca casa blanca, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Subachoque, Cundinamarca, específicamente en la vereda Cascajal. Posteriormente, se puede observar la Figura 15, en donde se ilustra gráficamente la ubicación de la Finca Casa Blanca.

Figura 15. Mapa de Finca Casa Blanca.

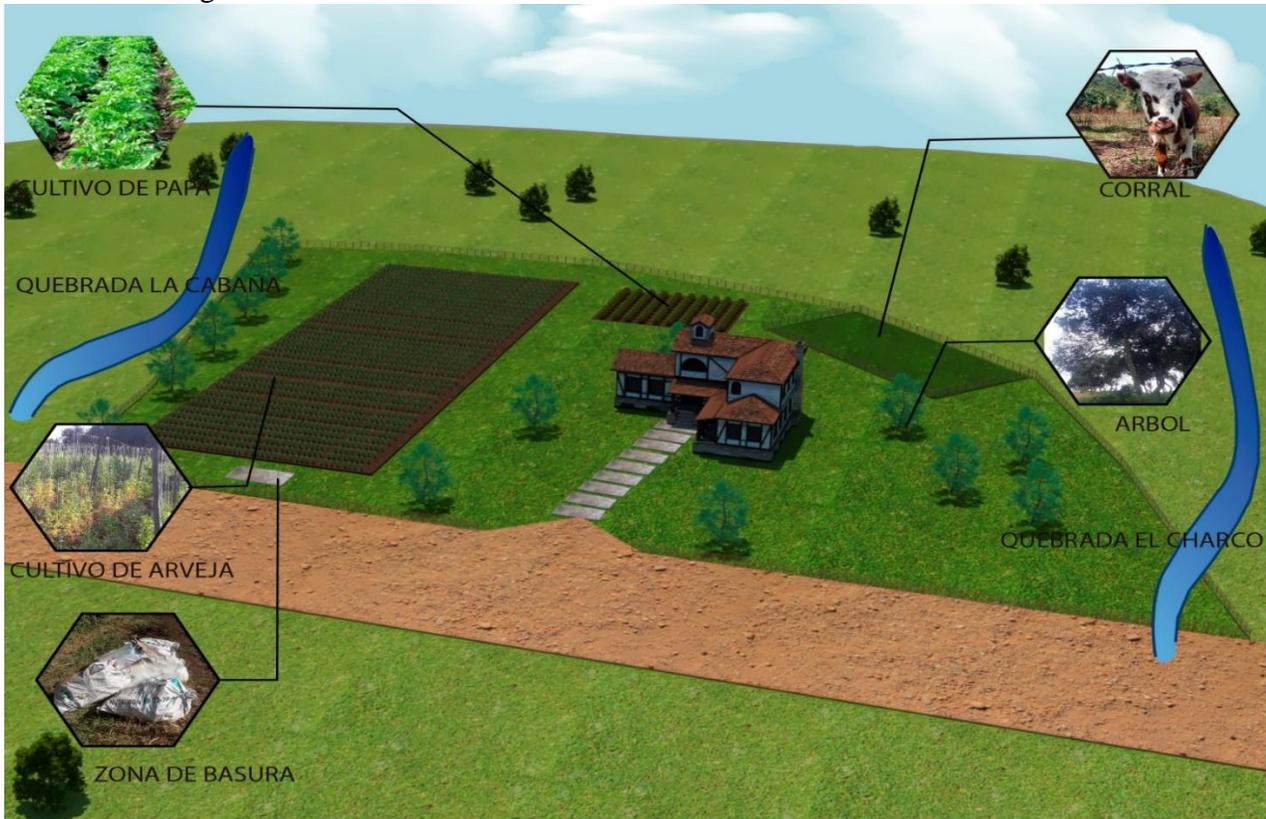


Fuente: Autor, 2019.

También, se pudo estimar el área de la finca que corresponde a 5901 m² aproximadamente a 0.591 ha; lo cual 0,884 ha corresponde la casa del agricultor, en donde los lotes destinados para la siembra como el cultivo de arveja que tiene un área de 0,1439 ha, en cambio para el de papa es de 0,266 ha, y un corral para el crecimiento de dos bovinos. Además, se identificaron dos fuentes hídricas, la primera es la

quebrada la cabaña que está localizada a 23 metros y la segunda es la quebrada el charco la cual se encuentra localizada a 16 metros. Sin embargo, también se pudo evidenciar fuentes de contaminación como la mala disposición de los insumos agroquímicos Esto se puede evidenciar en la Figura 16.

Figura 16. Estado actual de la distribución de área en la Finca Casa Blanca.



Fuente: Autor, 2019.

14.1.2. Tenencia de la tierra

Por medio de la entrevista semiestructurada se planteó una pregunta con respecto a la tenencia de la tierra, en donde las opciones eran: es propietario o arrendada. Por lo tanto, gracias a esto, se le realizó esa pregunta a los informantes que corresponden a pequeños agricultores, en donde se pudo determinar cuál es la tenencia de la tierra como se evidencia en la Tabla 13.

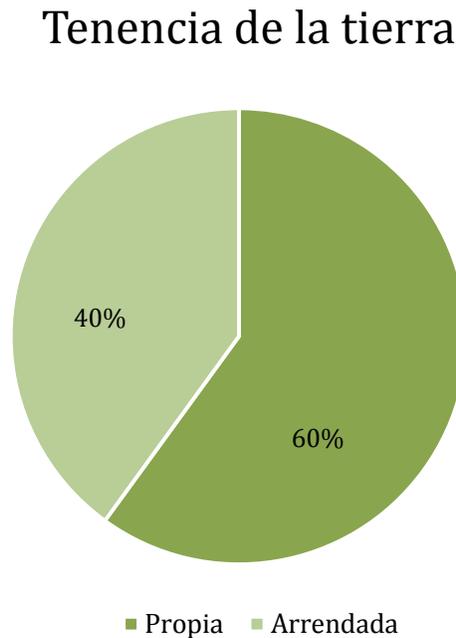
Tabla 13. Tenencia de la tierra.

Tenencia de la tierra	Fincas de Informantes				
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
Propia	X			X	X
Arrendada		X	X		

Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, se estimó que el 40% de los informantes entrevistados viven en arriendo; en cambio el 60% afirmó que son propietarios; esto se puede observar en la Figura 17. Además, los informantes que son propietarios manifestaron que esos predios los tienen por medio de herencias de sus padres, aunque siempre han vivido del campo, y han querido mantener sus tradiciones familiares.

Figura 17. *Tenencia de la tierra en porcentajes*



Fuente: Autor, 2019.

Sin embargo, al determinar que el 60% de la muestra estudiada son propietarios de los terrenos implicados en la investigación, es posible realizar alternativas que se ajusten en la zona de estudio a corto, mediano y largo plazo para la implementación de un modelo de un sistema productivo agroecológico. Teniendo en cuenta, qué se debe tener una relación justa de intereses de las familias, es decir lo que presenten los pequeños agricultores debe haber un equilibrio familiar con respecto a la conservación de sus tradiciones, pero que contribuya a la conservación de los recursos de suelos y tierras agrícolas en pro de la sostenibilidad de la seguridad alimentaria y una estabilidad económica en sus prácticas agrícolas (FAO, 2011).

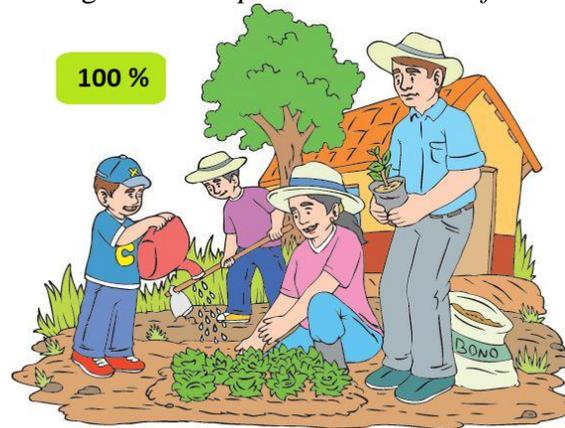
14.1.3. Responsabilidad de la finca

Para los resultados de este aspecto se realizó una pregunta haciendo referencia a la responsabilidad de la finca, es decir que indicara: ¿Quién es el responsable de la finca?, en donde el 100% de los agricultores confirmaron que ellos mismos son los encargados de todo el proceso del sistema productivo agrícola, como se observa en la Figura 18, teniendo en cuenta tanto las problemáticas o beneficios que se lleguen a presentar.

En primera parte, al tener conocimiento que la finca es la unidad de análisis con mayor permanencia en el tiempo y espacio que las parcelas del cultivo o agroecosistemas, se debe tener en cuenta que el hombre

es el encargado de diseñar, manejar y comprender sus fincas en términos culturales, puesto que obedece a una serie de procesos dominados por lógicas productivas marcadas por la voluntad de propietarios y afectadas por otros parámetros, tales como la asistencia técnica, el acceso a créditos, el apoyo institucional, calidad de infraestructura, entre otros (León Sicard, 2014).

Figura 18. *Responsabilidad de la finca.*



Fuente: Ceibal, 2010.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que el núcleo familiar no es participe de las actividades agrícolas, debido a que cada uno tiene compromisos propios, bien sea laborales, académicos o domésticos. Aunque, también el interés de hacer partícipe de las prácticas agrícolas a nivel familiar ha disminuido, esto es debido a la falta de oportunidades económicas es decir, no tienen acceso a créditos para pequeños agricultores, lo cual conlleva a la baja productividad, menor potencial a los cultivos, dificultad para encontrar mercados y la imposibilidad de crecer rápidamente (Asobancaria, 2016), sin embargo, también pueden llegar a presentar bajos rendimientos en sus cultivos, lo cual puede generar pérdidas sin solventar lo que invirtieron, teniendo en cuenta que por medio de esta actividad agrícola pueden tener un mínimo ingreso.

Además, los informantes al ser los responsables de la finca, tienen que asumir con los gastos de mano de obra necesaria, alquiler de maquinaria, conocer las posibles adversidades que se pueden presentar en el sistema productivo, recurrir a la asesoría técnica cuando sea pertinente, y tener experiencia en la parte agrícola para tener un buen rendimiento en sus cultivos. En conclusión, estas son algunas de las características que identifica a un agricultor para su desempeño como responsable de la finca.

14.1.4. *Tiempo en la zona*

Es importante conocer que agricultura agroecológica contribuye a la extensificación de los procesos de producción y también a la diversificación productiva, en contraposición a los procesos de intensificación y a la estandarización productiva propia de la agricultura convencional. Por lo tanto, esta alternativa radica en la conversión, iniciativa y conocimiento por parte de los agricultores implicados acerca de los aspectos sociales, económicos y ecológicos del territorio en el que viven (Binimelis, Barcelo & Canyelles, 2004).

Por lo tanto, fue necesario conocer y determinar la cantidad de tiempo que llevan habitando los informantes e las veredas Cascajal, Canicas Baja, y Altania del municipio de Subachoque. De acuerdo a esto, gracias a la información brindada por parte de los agricultores, se pudo obtener que el 60% lleva más de 38 años residiendo en la propiedad, mientras que el 20 % afirmo que aproximadamente 20 años, en cambio el 20% restante manifestó que tiene un periodo de 10 años en la propiedad, como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Rangos de tiempo en la zona.



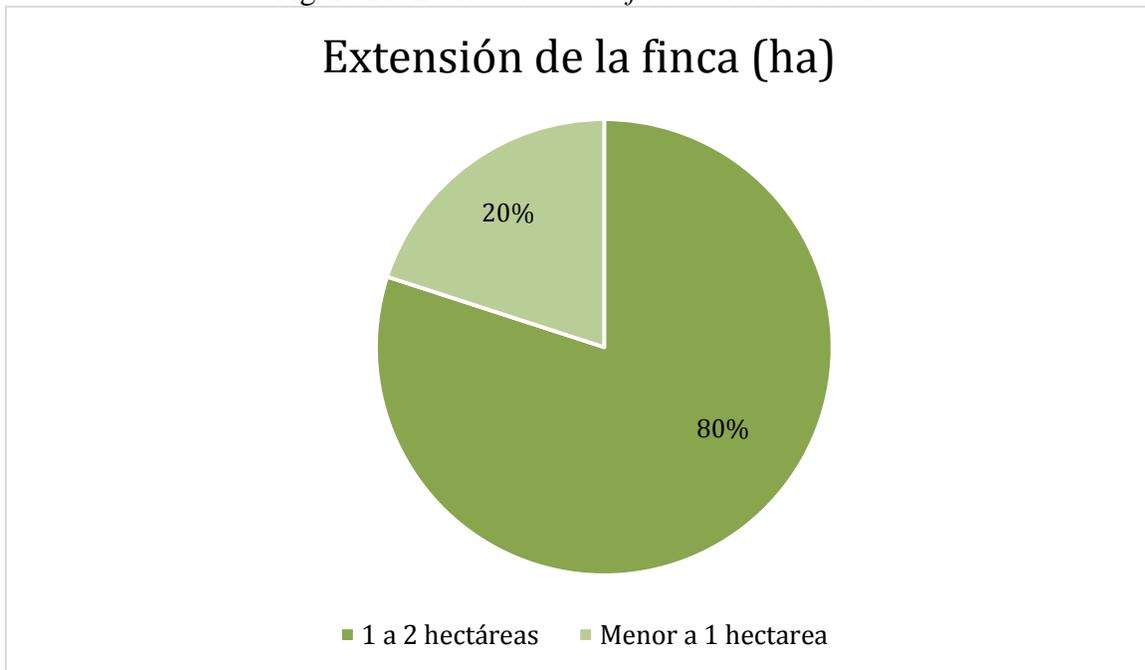
Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, es importante conocer hace cuanto residen los informantes en las propiedades, debido a que esto les permite conocer y aprender un poco del territorio en donde viven, es decir entender todos los factores sociales como: las organizaciones comunitarias, bien sean formales o informales, culturas de la zona, comunidades campesinas, e igualmente percibir el entorno que los rodea, teniendo en cuenta el funcionamiento de cada uno de sus componentes como: el suelo, agua y la diversidad tanto de plantas como de animales (Binimelis, Barcelo & Canyelles, 2004). Esto permite tener un amplio conocimiento para la implementación de una alternativa agroecológica, teniendo en cuenta que la reconversión de esto, debe llevar un periodo de tiempo determinado.

14.1.5. Extensión de la finca y áreas sembradas en hectáreas (Ha)

Para poder realizar un modelo de un sistema productivo, se debe conocer bien el agroecosistema, es decir todas sus partes y objetos para identificar los subsistemas que lo conforman, ya que todos cumplen una función, y su objetivo es que todo tenga relación como un conjunto. En la entrevista que se realizó, la investigadora decidió incluir la siguiente pregunta: ¿Cuánto considera que es el área aproximada de la finca?. De acuerdo a esto, uno de los informantes afirmo que su finca tiene menos de una hectárea, lo cual corresponde a un 20%; en cambio el 80% de los informantes afirmaron que su finca tiene entre una y dos hectáreas como se puede observar en la Figura 20.

Figura 20. *Extensión de las fincas en hectáreas.*



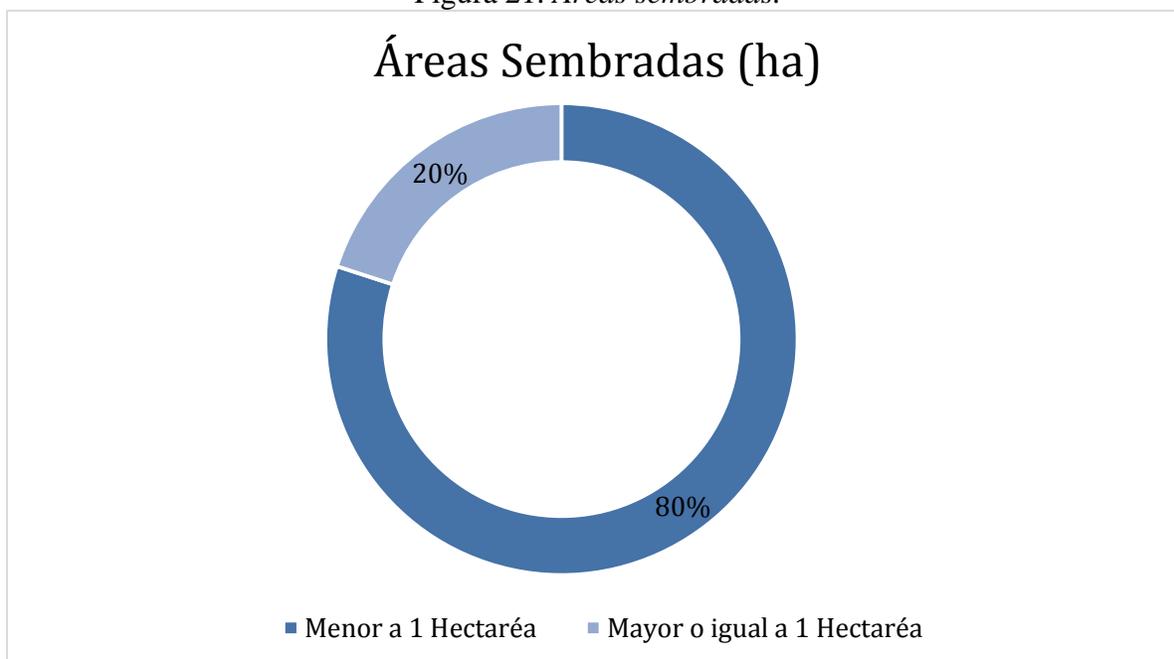
Fuente: Autor, 2019.

Además, los sistemas productivos agroecológicos se ven desde un enfoque transdisciplinario, en donde incluyen los elementos ecológicos, sociales y económicos; teniendo en cuenta el funcionamiento de las interrelaciones y el proceso del agroecosistema tanto interno como externo con el fin de conocer la interacción entre los mismos, sin depender del área usada para la producción (Altieri, 2001). Es necesario tener clara la totalidad del terreno para poder establecer actividades en la siembra de cultivos, almacenamiento seguro de alimentos, conservación de los recursos, crianza de animales, entre otros, que permitan tener una adaptación de la vivienda para tener una agricultura familiar sostenible.

La agroecológica busca beneficios sociales, ecológicos y económicos asociados a las pequeñas fincas, es decir, que es posible implementar alternativas agroecológicas en un área pequeña para producción agrícola, teniendo en cuenta los procesos ecológicos los cuales se encuentran en forma natural y, pueden ocurrir por: ciclaje de nutrientes, interacciones predador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Además, al entender estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sostenible, con menos impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos (Altieri, 2001).

Por otro lado, se determinó un rango de áreas sembradas, en donde el 80% de los informantes manifestaron que en sus cultivos usan menos de una hectárea (ha), mientras que el 20% afirmó que hace uso de una o más hectáreas (ha) como se observa en la Figura 21.

Figura 21. Áreas sembradas.



Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, se puede estimar que el área sembrada es menor a una hectárea porque la mayoría de los informantes entrevistados, cuentan con una propiedad que no tiene gran espacio, es decir su finca no es mayor a una hectárea, lo cual no les permite tener cultivos de mayor área, debido a esto debe ser organizado para vivienda familiar, fines agrícolas, y ganadería.

14.1.6. Actividades económicas

Para poder conocer qué tipo de actividades económicas implementan o son de importancia aparte de la agricultura, la investigadora en la entrevista que realizó, procedió a preguntar: ¿Usted realiza únicamente prácticas agrícolas? ¿Tiene usted ganado en la finca y realiza prácticas agrícolas?. De acuerdo a esto, tres de los informantes confirmaron que únicamente se dedican a prácticas agrícolas, en cambio dos de los cinco informantes se dedican tanto a la agricultura como ganadería (tienen entre dos a tres vacas), las cuales proveen la necesidad de leche en sus familias y, a su vez, son un ingreso, ya que la venden a vecinos o en algunas ocasiones al mercado ganadero del municipio, esto se puede evidenciar en la Tabla 14.

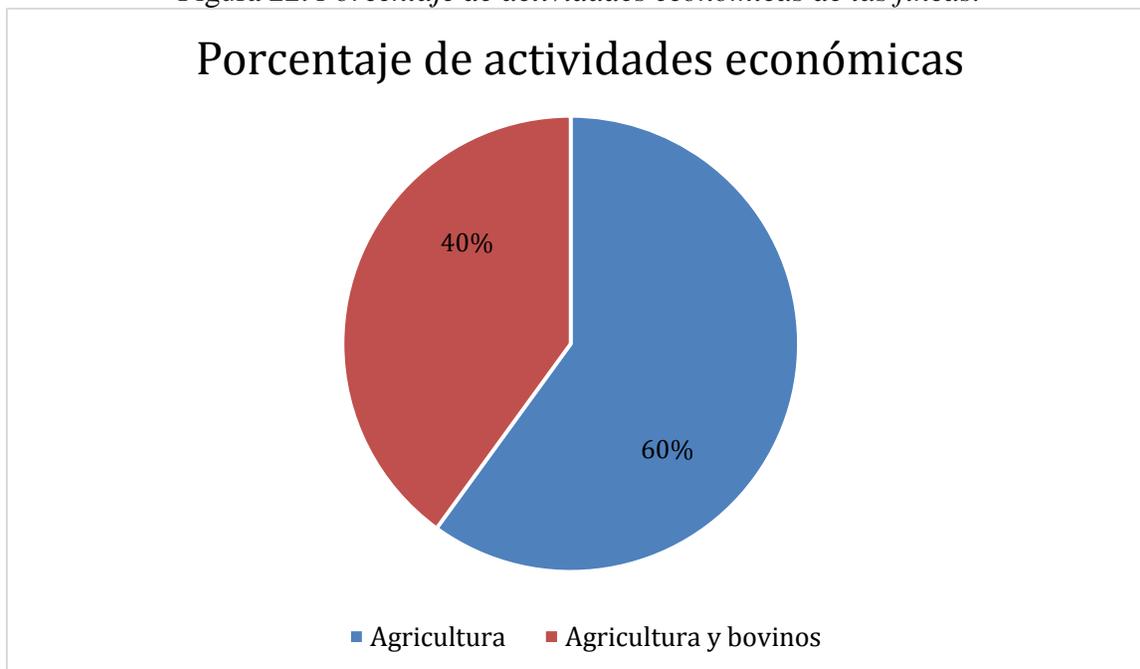
Tabla 14. *Actividades económicas de las fincas.*

Actividades Económicas		
Informantes	Agricultura	Agricultura y Bovinos
Finca 1	X	
Finca 2	X	
Finca 3		X
Finca 4	X	
Finca 5		X

Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, se pudo evidenciar que además de la agricultura, la otra actividad económica es el ganado de bovinos, en donde el 40% de los agricultores hacen participe de esto, en cambio el 60% de los informantes desarrollan únicamente la agricultura, eso se observa en la Figura 22.

Figura 22. Porcentaje de actividades económicas de las fincas.



Fuente: Autor, 2019.

Sin embargo, al conocer que la ganadería es una actividad importante para el 40% de los informantes, es necesario que se tenga asistencia técnica tanto para el ganado como para los temas agrícolas, ya sea por parte de la UMATA o algún proveedor de confianza; esto les permite adquirir conocimiento de la protección, manejo e importancia del suelo. Además, para Altieri, (2001), las características de los modelos productivos agroecológicos, la integración animal en el agroecosistema ayuda a alcanzar una alta producción de biomasa y un reciclaje óptimo.

14.2. Dimensión ecológica

14.2.1. Suelo

Para determinar la fertilidad y características fisicoquímicas del suelo, la autora tomó una muestra de suelo del cultivo de arveja del área de estudio con el fin de hacer un análisis de los resultados obtenidos por medio del laboratorio Agrilab certificado como se muestra en el Anexo 3. Esto se quiere realizar con el fin de conocer las problemáticas o los cambios que se están generando, los requerimientos de la especie comparados con los de la zona de estudio.

14.2.1.1. Fertilidad

14.2.1.1.1. Materia orgánica

La materia orgánica del suelo (MOS) se expresa en porcentaje, además, está compuesta por residuos de plantas, animales y microorganismos, en diferentes estados de descomposición, que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo. Juega un papel importante en los servicios ecosistémicos, como la estructura del suelo, la capacidad de infiltración, retención y almacenamiento de agua, la fertilidad del suelo (disponibilidad de nutrientes para las plantas), la capacidad de liberar nutrientes desde los residuos orgánicos, y la captura y secuestro de una parte importante del carbono presente en la atmosfera (Ramírez, 1997; Wolff & Ovalle, 2016). El principal constituyente de la MOS es el Carbón orgánico (CO), el cual es un componente clave en el ciclo global del C, ocupando 69.8% del C orgánico de la biosfera (FAO, 2001).

Por lo tanto, al obtener el porcentaje de MO, fue necesario conocer principalmente Carbón orgánico que se valora como alto al sobre pasar el rango medio de 5.0 – 10 %, ya que se obtuvo un %CO de 11,2. El % CO es directamente proporcional a la estabilidad entre los agregados del suelo y aumenta los poros de mayor diámetro, que retienen agua con menor energía. Así, la MOS usualmente tiene un efecto positivo en la capacidad de retención de agua del suelo (Martínez, 2014). Además, al obtener 19.3% MOS sugiere una fertilidad alta en el suelo de la zona de estudio, pues estos dos son directamente proporcionales entre sí, ya que la MOS aumenta la disponibilidad de nitrógeno total, de potasio disponible.

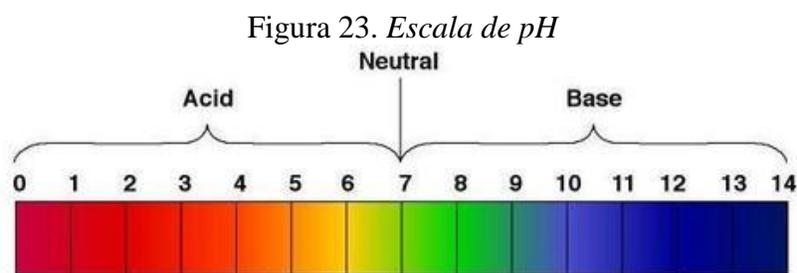
El efecto del CO y MOS sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, a su vez repercuten sobre la calidad, sustentabilidad y capacidad productiva, por lo que el manejo del suelo de la zona de estudio debe permanecer adecuado para su vocación (protección y producción agrícola) para garantizar el mantenimiento de sus propiedades (Garrido, 1993).

14.2.1.2. Características fisicoquímicas

14.2.1.2.1. pH

La determinación del valor de pH es una de las medidas químicas importantes del suelo, no solamente, determina el rango de acidez o alcalinidad, sino que también aporta información básica para conocer su potencial agrícola, estimar la disponibilidad de nutrientes esenciales y la toxicidad de otros elementos.

Se obtuvo un pH de 5,39, lo cual representa un suelo muy ácido ya que contiene un pH de valor inferior a 5,5 como se observa en la Figura 23, teniendo en cuenta que están asociados con un número de toxicidades de aluminio, fijación de fósforo, deficiencias de molibdeno, calcio y magnesio y otras condiciones restringentes para las plantas, por ende, presenta dificultad en el desarrollo del cultivo y la retención de nutrientes.



Fuente: Arroyo, 2011.

De acuerdo a esto, la investigadora procedió a buscar el mejor rango de pH del suelo para el cultivo de arveja, en donde encontró que, según Sierra, (1982), establece un pH recomendable u óptimo esta entre 6 – 7 como se puede observar en la Tabla 15, lo que corresponde a un valor neutro o cercano a la neutralidad. Por lo tanto, el pH obtenido comparado con el recomendable para el cultivo de arveja, se evidencia que se aleja del rango que se requiere, por este motivo se puede producir disminuciones en el rendimiento del cultivo.

Tabla 15. Rangos de pH.

	Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH	<5	5 – 6	6 – 7	>7

Fuente: INIA

14.2.1.2.2. Textura

La textura del suelo se refiere a la proporción y tamaños como arena, limo y arcilla, por ende, la textura es una propiedad importante, ya que influye como factor de fertilidad, potencial para retención del agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica. De acuerdo al informe de resultados del análisis del suelo se pudo determinar que la textura del suelo de la zona de estudio es Franco Limoso, en donde se encontraron ciertos porcentajes de arcilla, arena y limo como se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Porcentajes de arcilla, arena y limo.

Determinación de Textura	
Arcilla	22.0 %
Arena	10.0 %
Limo	68.0%
Textura	Franco Limoso

Fuente: Agrilab, 2019.

De acuerdo a esto, según

14.2.2. Diagnóstico del sistema actual del cultivo de arveja por etapas

14.2.2.1. Obtención de la semilla

Se pudo establecer que el 60% de los agricultores compran semilla certificada, esto lo hacen para evitar problemas legales por qué lo recomendable es que sean certificadas, registradas y rotuladas. Además, el

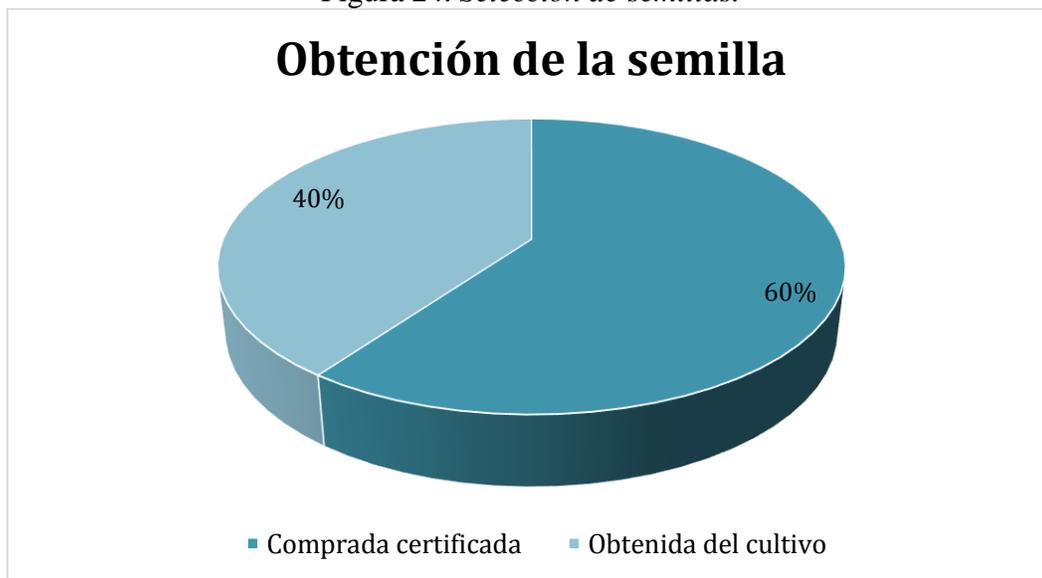
director de la UMATA, les recomienda qué es mejor la semilla certificada por el ICA que la venden en almacenes agropecuarios, esto es con el fin de que no venga con problemas de hongos, esté totalmente desinfectada; ya que si la toma de la siembra anterior se pueden ver plantas bastantes enfermas por la presencia de hongos.

Aunque, algunos de los informantes manifestaron que así estén certificadas presentan inconsistencias, ya que sale mala o no es óptimo como esperaban, y, aun así, no les responden por eso. Además, por medio a eso genera pérdidas, baja el rendimiento del cultivo. Por esta razón, el 40% de los informantes prefieren tomar semillas de cosechas anteriores como se observa en la Figura 24, ya que es un método que han utilizado siempre, y es más económico porque no tienen que invertir, y si les sale mala no van a tener pérdidas económicas.

Teniendo en cuenta que, existe una variedad de beneficios para el agricultor al hacer uso de la semilla certificada, es decir, tienen un ahorro debido a la menor dosis de siembra por la garantía de germinación y menor tiempo de la preparación de la semilla; mejor rendimiento porque asegura la producción y mejora de la cosecha; tiene calidad por la garantía mediante controles oficiales, trazabilidad pureza varietal aseguradas; y presenta una inversión, ya que las nuevas variedades son la garantía del progreso y la mejora de la producción agrícola (Villaroel, 2019).

Sin embargo, el ICA, (2018) afirma que, controlan la producción, importación y exportación de semillas certificadas y seleccionadas, es un producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país. Además, asegura que al usar semilla certificada garantiza buena calidad genética, física, fisiológica; son estas condiciones de calidad, las que permiten la resistencia o tolerancia a plagas. De acuerdo a lo anterior, se evidencia que hay diferencia y/o contradicción entre lo que manifestaron los informantes y lo que afirman algunas empresas productoras de semillas certificadas.

Figura 24. Selección de semillas.

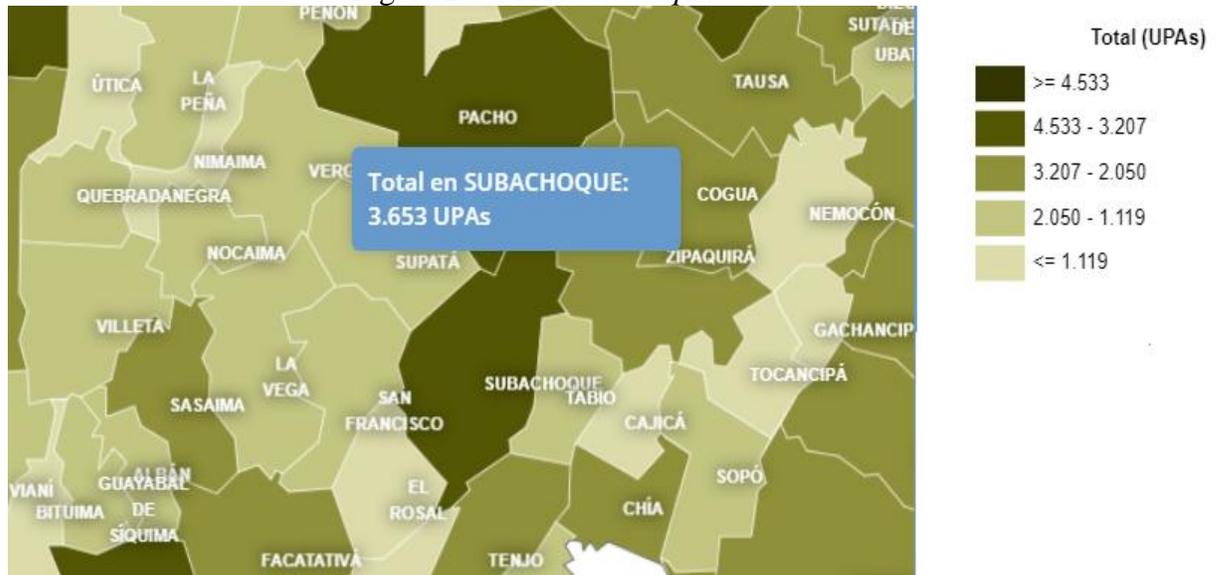


Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.2. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se realizó principalmente una búsqueda en el Geoportal del último censo realizado, el cual fue en el 2015 en el municipio de Subachoque, en donde permitió conocer si utilizan o no maquinaria en el proceso del sistema productivo agrícola. Por lo tanto, se ubicaron 3.653 UPAs en el municipio que hacen uso de maquinaria como se puede ver en la Figura 25.

Figura 25. UPAs con maquinaria.



Fuente: Geoportal, 2015.

De acuerdo a lo anterior, se identificó por UPAs en porcentajes si hacen o no uso de maquinaria, en donde se encontró que el 78% utilizan maquinaria para sus prácticas agrícolas, mientras que el 29% no hace uso de maquinaria, como se evidencia en la Figura 26.

Figura 26. Total de UPAs en porcentajes de tenencia a maquinaria.



Fuente: Geoportal, 2015.

Sin embargo, la investigadora procedió a realizar una entrevista semiestructurada para determinar por medio de los informantes si hacen uso o no de maquinaria, para esto se preguntó de manera general: ¿Describe como prepara el lote?, con el fin de conocer implementos que utilizan para la preparación del suelo, y la intensidad de laboreo, esto se realizó para conseguir información detallada por parte de los informantes específicamente de la zona de estudio.

14.2.2.2.1. Listado de implementos

Para determinar el listado de los implementos que utilizan los agricultores en la preparación del suelo, la autora propuso cinco opciones de respuesta como se puede evidenciar en la Tabla 17. Por lo tanto, se decidió identificar con el color rojo los informantes que no hacen uso de ese método y con color amarillo corresponde al método que utilizan para la preparación del suelo. Esto se quiso realizar con el fin de recopilar información acerca de los implementos que están utilizando para conocer en dónde radica el problema al hacer uso de ellos.

Tabla 17. Listado de implementos para la preparación del suelo.

Implementos	Informantes				
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
Arado de chuzo					
Arado de disco	X	X		X	
Arado de cincel			X		
Arado de vertedera					X
Mano de Obra	X	X	X	X	X
Químicos	X	X	X	X	X

Fuente: Autor, 2019.

Por lo tanto, en primera parte, se evidencio que la preparación del suelo lo hacen por medio de un tractor; en donde el 60% de los agricultores comentaron que al usar tractor con arado de discos ya que, les permite remover el suelo volteando la capa superficial del terreno, en donde va dejando terrones de un tamaño determinado, y así quede más fácil de destruir. Este desterronamiento del suelo que dejo el arado se realiza por medio de una herramienta que se conoce como “Rotavator” con el que se consigue nivelar la superficie para eliminar irregularidades que quedan en el terreno arado para las condiciones de siembra. Aunque, prefieren utilizar este método; aunque es costoso porque les toca alquilarlo en la UMATA, esto es debido porque ninguno de sus vecinos tiene maquinaria propia y no tienen como más conseguirla.

“Sin embargo, según Chaves, (2004), el arado de discos es uno de los implementos que causa más problemas, ya que se utiliza para hacer la rotura del suelo, es decir corta el suelo y los

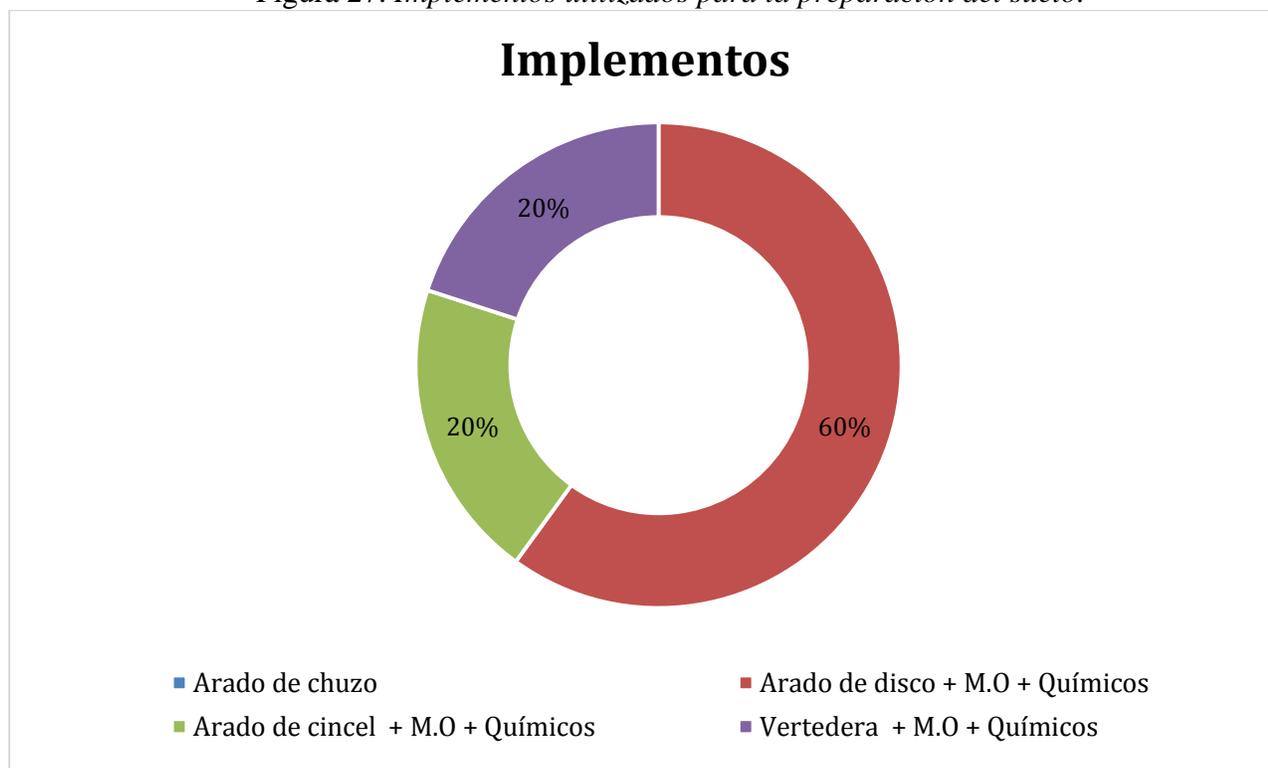
rastrojos, invirtiéndolos y mezclándolos. Por este motivo, es susceptible a la erosión, compacta el suelo, disminuye la infiltración, cuenta con poca aireación y retención de humedad”

Aunque, el 20% de los informantes manifiestan que hacen uso de arado de vertedera, según el señor Jorge Acero, afirma que es uno de los métodos más antiguos, y que permite una profundidad exacta para que la semilla tenga condiciones favorables en su germinación, y a su vez, desmenuza, arranca y suelta el suelo. En cambio, el 20% restante utiliza tractor arado de cincel vibratorio, ya que reduce costos, y lo utilizan para aflojar el suelo por qué creen que es mejor para el crecimiento de las raíces, sacan grandes cantidades de tierra, y tiene más profundidad al hacer arado de discos o vertedera.

“Sin embargo, según Gómez & Garita, (2011), el arado de cincel es un equipo de labranza conservacionista del suelo, que se diferencia de otros arados porque rompe y afloja el suelo sin volcarlo, dejando la vegetación en la superficie, lo que incrementa la cobertura del mismo. Además, afirman que incrementa la infiltración, la retención y el almacenamiento de agua en el suelo, dado que la cobertura mantenida actúa como mecanismos de resistencia al escurrimiento de agua.”

Por otro lado, se determinó que el 100% de los informantes hacen uso de insumos agroquímicos en esta etapa del proceso productivo, esto lo hacen con el fin de evitar problemas de plagas, y que no tengan problemas en la germinación de la semilla. De acuerdo a esto, se evidencia que tienen dependencia al hacer uso de estos agroquímicos, no utilizan métodos diferentes para el control de esto, por ende, no tienen conocimiento del daño que están generando a nivel ecológico.

Figura 27. Implementos utilizados para la preparación del suelo.



Fuente: Autor, 2019.

Por lo tanto, se estableció que la preparación de suelo es una de las mayores problemáticas que enfrenta la producción agrícola a nivel mundial, debido a que puede alterar o deteriorar las propiedades físicas y químicas del suelo (Gómez & Garita, 2011)

14.2.2.2.2. Intensidad de laboreo

De acuerdo a lo anterior, se procedió a preguntarle a los informantes ¿Cuál es la intensidad de laboreo de acuerdo al arado que utilizan?, sin embargo, la investigadora propuso un rango entre 1 a 3 pases como se puede observar en la Tabla 18, en donde se identificó con color amarillo la intensidad de laboreo que realizan por medio de lo que afirmo cada uno informantes.

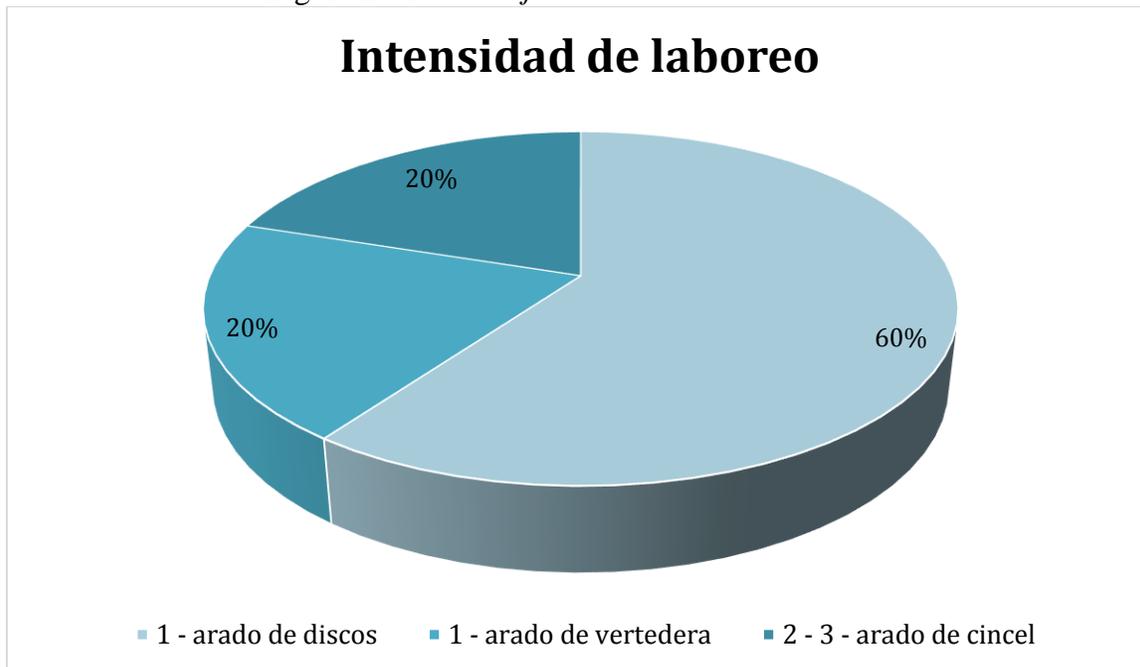
Tabla 18. *Intensidad de laboreo por fincas.*

Intensidad de laboreo (pases)	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
1	X	X		X	X
2			X		
3			X		

Fuente: Autor, 2019.

Por lo tanto, los informantes que afirmaron utilizar arado de discos, únicamente realizan un pase, lo que corresponde a un 60%, mientras que los que hacen arado de vertedera, se estimó un 20% que realizan un solo pase para la preparación del suelo. Sin embargo, el 20% restante que preparan el suelo con arado de cincel manifestó que realizan entre dos a tres pases, esto con el fin de lograr que la cama de siembra sea la apropiada para la colocación de las semillas en forma mecanizada Esto se puede observar en la Figura 28.

Figura 28. *Porcentajes de intensidad de laboreo.*



Fuente: Autor, 2019

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que los agricultores para la preparación del suelo prefieren hacerlo de forma mecanizada. Además, este es un sistema de preparación caracterizado por un alto consumo de tiempo, combustible y mano de obra, con el consiguiente aumento en los costos de producción y deterioro del suelo. Al hacer un uso continuo de esta labranza provoca varios problemas porque es común dejar expuesto al suelo a factores erosivos (el deterioro del suelo se acelera con la lluvia, el viento y el calor), lo que provoca una baja en la aireación del mismo la pérdida de materia orgánica (Sánchez, Marín & Mejía, 2008).

14.2.2.3. Siembra y fertilización

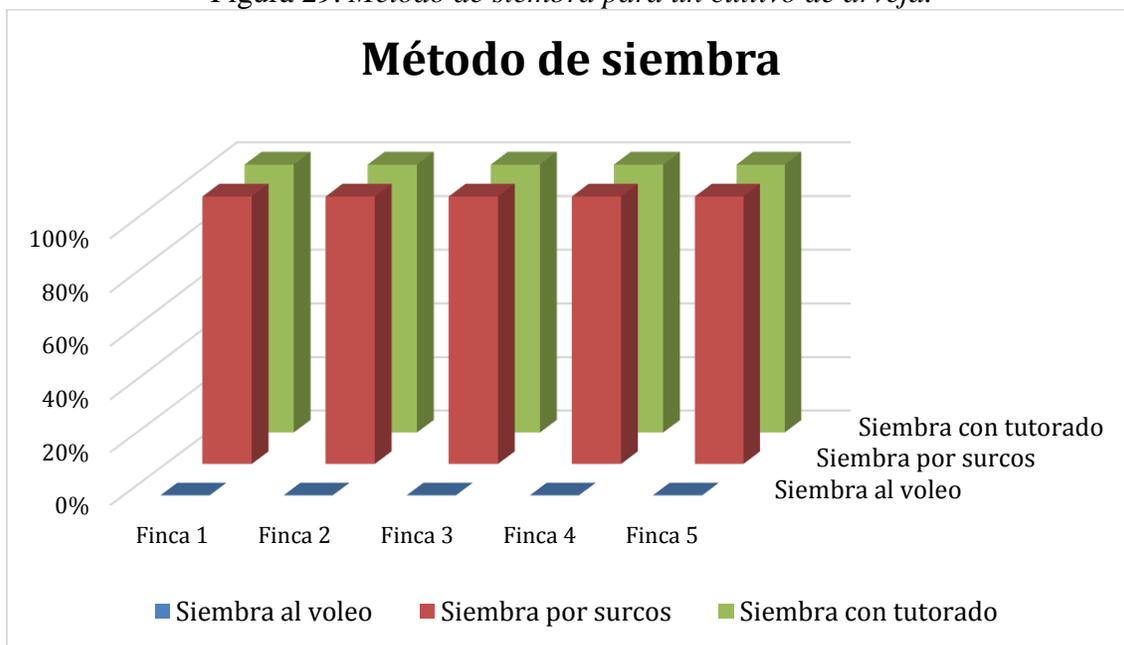
14.2.2.3.1. Método de siembra

Por medio de las entrevistas realizadas a los informantes de las veredas Cascajal, Altania y Canica baja, se pudo confirmar que ninguno realiza siembra al voleo, teniendo un 0%; esto es debido a que ya no se utiliza este método porque con el tiempo han tenido la posibilidad de una mejor tecnología en sus prácticas agrícolas, así lo expresa el señor Jorge Acero:

“Jorge Acero: Esto únicamente se realizaba cuando había baja tecnología, pero no era tan bueno porque el cultivo tenía más problemas por presencia de enfermedades y no había un buen rendimiento en el cultivo”

Por otro lado, se evidencio que el 100 % utilizan métodos de siembra en surcos y con tutorado como se muestra en la Figura 29; ya que son más efectivos para el crecimiento de la arveja y es el sistema de siembra más recomendado porque facilita las labores del cultivo y se tiene un control de malezas, plagas y enfermedades.

Figura 29. Método de siembra para un cultivo de arveja.



Fuente: Autor, 2019.

Por lo tanto, gracias a explicación de los informantes, se pudo conocer el procedimiento que realizan, es decir, para hacer los surcos es por medio de un tractor, en donde tienen en cuenta una distancia aproximadamente de 1.10 cm entre surco y surco como se observa en la Figura 30, en la parte superior. En cambio, el método con tutorado consiste en extender alambres como se puede observar en la figura 30, en la parte inferior; ya que el cultivo tiene 40cm de crecimiento, la cuelgan a esos tutorados con una hilaza, es necesario desarrollar esto con un personal capacitado por qué se debe realizar un nudo especial para que la mata no quede ahorcada, debido a que si hacen un nudo corredizo se ahorca la mata y se va pérdidas en el cultivo.

Figura 30. *Siembra en surcos y siembra con tutorado.*



Autor, 2019.

14.2.2.3.2. Fertilización

Este proceso de fertilización se hace después de realizar los surcos correspondientes, ya que se le coloca el abono; en donde manifestaron que no utilizan compost o gallinaza como abonos para sus cultivos de arveja, únicamente en los de zanahoria; en cambio para cultivos de arveja solo utilizan fertilizantes químicos porque son de acción rápida y estimulan el crecimiento; específicamente usan elementos menores que corresponde al: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn); elementos primarios como: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y potasio (K); y elementos secundarios que corresponden al: Azufre (S), Magnesio (Mg) y Calcio (Ca). Por lo tanto, el procedimiento de abono y siembra, lo realizan de forma mecánica para ahorrarse la mano de obra, en donde deposita la semilla y el abono simultáneamente en el terreno.

14.2.2.4. Productos para la protección de cultivos

Para esta variable, se tuvo en cuenta en primera parte, una recopilación de las plagas, enfermedades y malezas que son más representativas en el cultivo de arveja de la Finca Casa blanca que está ubicada en la vereda Cascajal por medio de la entrevista realizada. Además, la presencia de alguna de estas puede llegar a causar daño en el rendimiento de cultivo y generar pérdidas; también se procedió a conocer cuáles son los implementos que utiliza el señor Jorge Acero para el control de plagas, enfermedades y malezas. Por otro lado, es importante el uso y manejo responsable de los productos para la protección de los cultivos; por esta razón se quiso conocer la manipulación que están haciendo los pequeños agricultores durante todo el ciclo de vida de los agroquímicos, es decir desde que lo compran hasta su disposición final.

14.2.2.4.1. Listado de implementos

Para el listado de implementos se tuvo en cuenta las preguntas de la entrevista semiestructurada dos, que era con respecto al diagnóstico del ciclo de vida del sistema productivo, en donde se especifica en una la fertilización y el control de plagas, enfermedades y malezas. Por lo tanto, se procedió a preguntarle al señor Jorge: ¿Que plagas, enfermedades y malezas se presentan en el cultivo de arveja?, y ¿Qué productos utiliza para el control de plagas, enfermedades y malezas? Por lo tanto, se procedió a realizar tres tablas de acuerdo a la información recopilada; en primera instancia la primera es representativa al control de plagas como se muestra en la Tabla 19; otra con respecto al control de enfermedades como se muestra en la Tabla 20; y por último al control de malezas como se muestra en la Tabla 21.

14.2.2.4.1.1. Control de plagas

Por medio de la entrevista realizada, se pudo conocer cuáles eran las plagas más representativas y que afectan el cultivo de arveja, las cuales son: Trozadores, barrenador, chupadores, minador y muques; conociendo esto, comentaron cuál sería el control químico para cada plaga se puede evidenciar en la Tabla 19, ya que es lo que utilizan actualmente debido a que es más efectivo, y también porqué es el conocimiento que han ido obteniendo a lo largo de su experiencia.

Tabla 19. *Plagas principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa blanca.*

Plaga	Control
Trozadores (Spodoptera fugiperda Smith)	Triclorfón
Barrenador (Melanogromyza lini)	Carbofuran
Minador (Lyriomyza)	Carbofuran

Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.4.1.2. Control de enfermedades

De igual forma, se recopiló la información con respecto a las enfermedades más representativas que podrían causar daño en el cultivo, en donde corresponde a enfermedades fungosas que limitan considerablemente la producción de cultivo de arveja. Por lo tanto, las enfermedades de mayor impacto

según el señor Jorge, son: Ascochyta, la cual puede llegar a reducir las cosechas en un rango del 20% al 50%, deteriora la calidad de la vaina y de la cosecha; botrytis, se presenta un moho gris que afecta los tejidos de la planta como los pétalos de las flores y provoca la pudrición en los frutos, tallos y raíces; y mildew velloso, aparición de pequeños puntos amarillos de forma irregular en las hojas. Para esto, hay un control químico correspondiente en cada una, como se puede observar en la Tabla 20.

Tabla 20. *Enfermedades principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa blanca.*

Enfermedad	Control
Ascochyta (Ascochyta pisi)	Belante WP
Botrytis (Botrytis cinerea Pers.)	Folicur
Mildeo Velloso	Antracol

Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.4.1.3. Control de malezas

Por último, se realizó una recopilación de las malezas que se presentan más en el cultivo de arveja, las cuales son: Kikuyo, nabo y bleado como se puede observar en la Tabla 21. Por lo tanto, se conoce que la arveja es una planta poco competidor por lo que requiere de un estricto control de malezas, bien sea por métodos manuales, mecánicos, químicos o de manera combinada. Se estima que las pérdidas por malezas pueden llegar a ser mayores que las causadas por plagas y enfermedades; además los daños solo se pueden detectar tardíamente. Los principales efectos son: fuerte competencia de las malezas sobre el cultivo, reducción en el rendimiento de la cosecha, pérdida en la calidad del producto, mayor incidencia de plagas y enfermedades y aumento en los costos de producción (DANE, 2005).

Tabla 21. *Malezas principales en el cultivo de arveja de la Finca Casa blanca.*

Maleza	Control
Kikuyo (Pennisetum clandestinum)	Roundup
Nabo (Brassica campestris)	Afalon
bleado (Amaranthus sp.)	Sencor

Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.5. Ciclo de vida de los productos agroquímicos

Es de gran importancia custodiar el uso y manejo de los agroquímicos, para esto se establecieron argumentos para: compra, transporte, almacenamiento y disposición final por parte de los pequeños agricultores. Por lo tanto, se realizó un diagrama y se explicó de manera detallada cada uno de los parámetros, en donde se puede reflejar de manera más clara todo este proceso como se puede observar en la Figura 31.

Figura 31. *Ciclo de vida de los productos agroquímicos.*



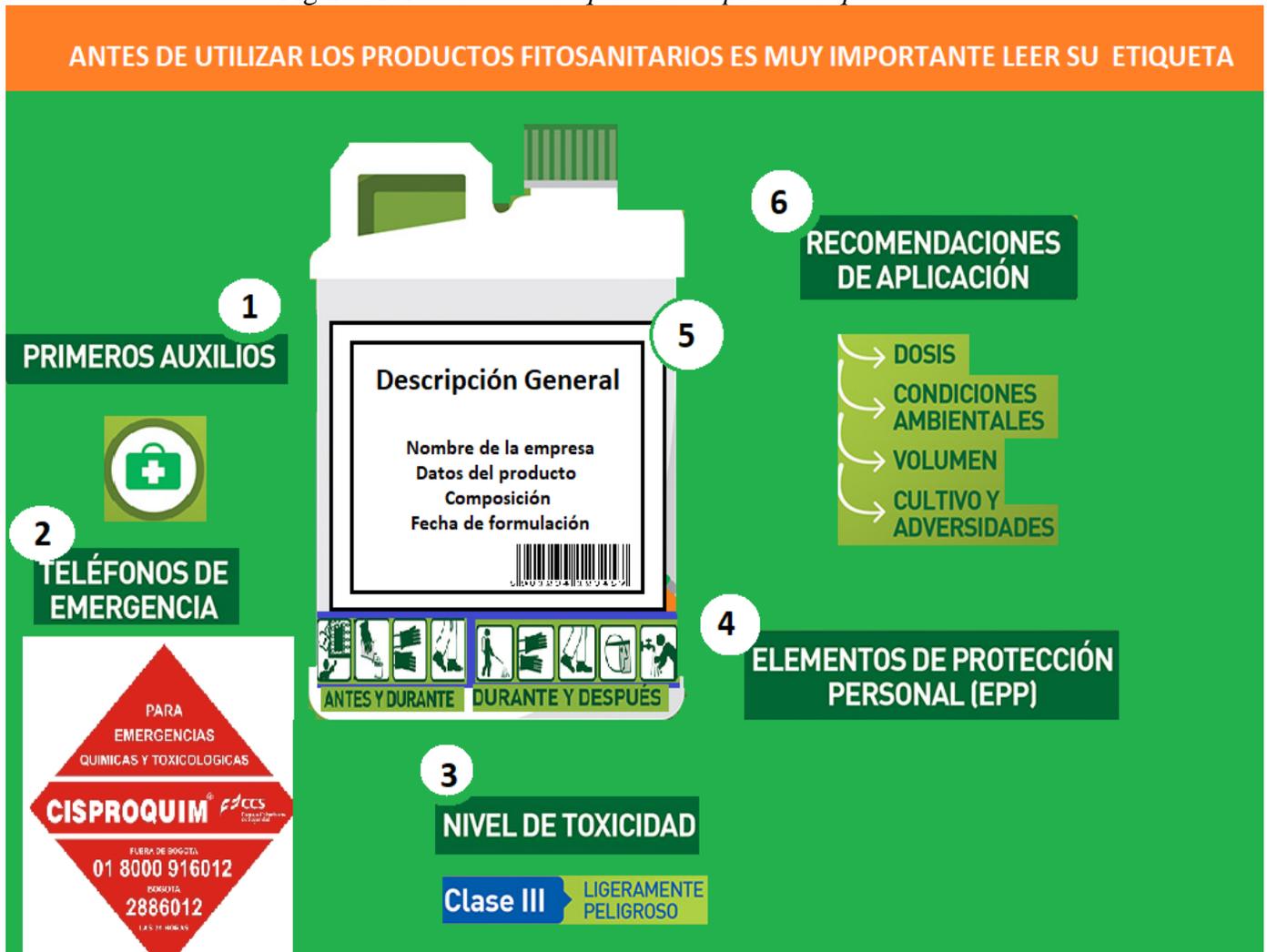
Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.5.1. *Compra*

En cuanto a la compra de los productos para la protección del cultivo, se buscó comprender y entender qué criterios tienen los informantes entrevistados del área de estudio para comprar sus productos, es decir: ¿cuáles son los proveedores?, ¿cómo los escogió? y ¿por qué?. Por lo tanto, se obtuvo como resultados que el 100% de los agricultores tienen los mismos criterios para la compra de un producto como se puede evidenciar en la Figura 31; es decir, tienen tres opciones, las cuales consisten en pedir recomendaciones por ingenieros agrónomos y por los proveedores, o ya por criterios de ellos mismos según la experiencia que han ido adquiriendo a través.

Sin embargo, la etiqueta del producto contiene cuatro partes mencionadas al agricultor, las cuales son: Identificación del producto (5), Instrucciones de uso y manejo (6), Recomendaciones y advertencia (1,2) y Franja de toxicología y elementos de protección personal (3,4), como se muestra en la Figura 32. De acuerdo a esto, se le pregunto a los informantes: ¿Conoce usted y lee las partes de la etiqueta de los productos que compra?, en donde afirmaron que algunas veces leen la etiqueta, pero que mira únicamente la descripción general (5), si le sirve para su cultivo y las instrucciones de uso y manejo (6), por medio de esto compran sus productos, pero ya después de un tiempo no tiene el mismo funcionamiento. Por este motivo, deciden tomar recomendaciones por parte de los proveedores para hacer un cambio de producto. Por otro lado, comentan que tienen conocimiento que los productos que utilizan son peligrosos, que pueden afectar su salud, sin embargo, al saber esto, no utilizan buenos equipos de protección personal (EPP).

Figura 32. Partes de la etiqueta de un producto químico.

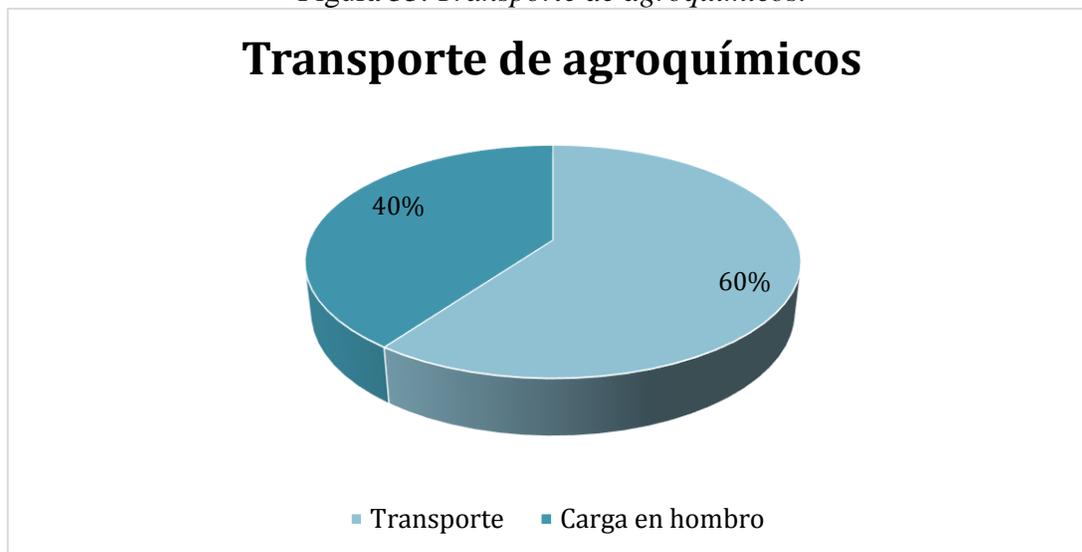


Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.5.2. Transporte

Para el transporte, se pudo evidenciar que el 40% de los agricultores los transportan sus productos ellos mismos, lo cual lo denominan como “Carga en hombro”; en cambio el 60% como se observa en la Figura 33 los agricultores afirman que lo transportan en sus carros un ejemplo se puede evidenciar en la Figura 31, en la parte 2 y 3.

Figura 33. *Transporte de agroquímicos.*



Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.5.3. *Almacenamiento*

En el almacenamiento, se determinó que el 20% de los informantes lo almacenan en su hogar, aunque mencionó que no tiene un lugar establecido para esto, lo deja en un espacio pequeño que tiene junto con algunas herramientas que utiliza para sus prácticas agrícolas, y lo hace porque no hace la aplicación del producto inmediatamente; en cambio el 80% de los informantes expresaron que ellos no lo almacenan por qué lo utilizan inmediatamente por el vencimiento de los productos, el olor es bastante fuerte y no tienen un lugar establecido en su hora para esto. Esto se puede evidenciar en la Figura 34.

Figura 34. *Almacenamiento de los productos para la protección de los cultivos.*



Fuente: Autor, 2019.

14.2.2.5.4. Disposición final de los envases

Los agricultores entrevistados mencionaron que la Alcaldía municipal de Subachoque junto con la UMATA tienen un convenio con la empresa campo limpio, el cual maneja un programa para la recolección y disposición final adecuada de envases vacíos agroquímicos con el fin de proteger el medio ambiente se tienen puntos de disposición final en cada vereda. Aunque, el agricultor Luis Jorge Acero de la Finca Casa blanca menciona que: este programa no es muy útil, ya que no se tiene una caneca para dejar los envases sino únicamente los tiran en el suelo al lado de un letrero que dice: “Devuelva sus envases con triple lavado aquí”, esto se puede observar en la Figura 35. Además, tanto el señor Jorge como los agricultores aledaños entrevistados, agregaron que tampoco les hacen capacitaciones o charlas de cómo deberían hacer el triple lavado, y qué está empresa pasa cada dos o tres meses, en donde hay una acumulación de estos envases.

Figura 35. Centro de acopio vereda Cascajal.



Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a todo lo que se evaluó en esta variable, se quiere resaltar que la idea principal de la agroecología es ir más allá de prácticas agrícolas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos. La agroecología es tanto una ciencia como un conjunto de prácticas; en donde la ciencia se basa en la “aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables” (Altieri 2002). Aunque, para este estudio de investigación se tomó como variable los productos para protección de cultivos porque es importante conocer cómo están realizando todo el manejo de los productos los pequeños agricultores.

“Sin embargo, Gliessman, (1998) menciona que se debe llevar un proceso de conversión de sistemas convencionales caracterizados por monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo del carácter transicional que se compone de fases”

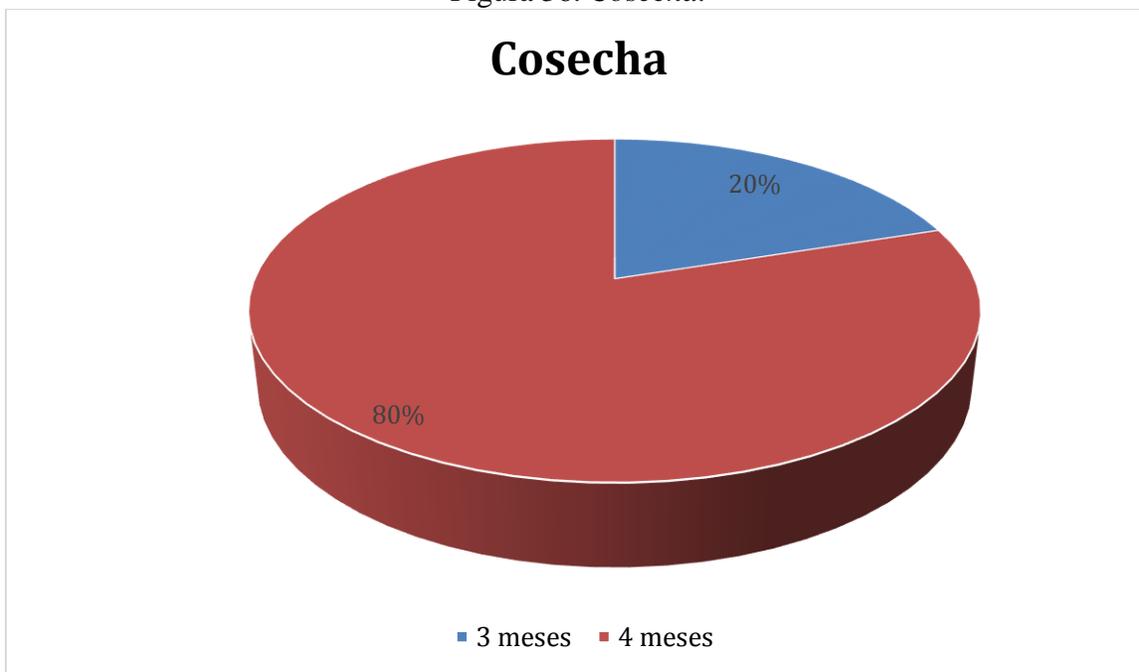
De acuerdo esto, se debe realizar una eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, enfermedades, entre otros; sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos. Aunque, Altieri, (1991), menciona que gracias a eso puede haber un aumento de la biodiversidad tanto por encima como debajo del suelo, aumento del contenido de materia orgánica del suelo, y un aprovechamiento eficiente de los recursos locales.

Por lo tanto, se puede evidenciar que no se puede cambiar un sistema convencional a uno agroecológico inmediatamente, sino debe llevar un proceso de transición organizado y armónico de cambio, es decir puede desarrollarse a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de alcanzar su sostenibilidad partiendo de un sistema de producción agrícola convencional.

14.2.2.6. Cosecha y poscosecha

La cosecha se hace los cuatro meses después de la siembra, esto depende de la variedad de arveja y de los criterios y necesidades del agricultor, en donde el 40% de los agricultores manifestaron realizar cosecha entre los tres meses de sembrado, mientras que el 60% de los agricultores si espera los cuatro meses porque aseguran que es lo óptimo, esto se evidencia en la Figura 36.

Figura 36. Cosecha.



Fuente: Autor, 2019.

Por otro lado, los informantes afirman que la recolección se hace de forma manual en tres pases porque utilizan el método de tutorados, esto con el fin de mantener la calidad de las vainas. En la recolección de la planta los informantes afirmaron que está encargada mano de obra femenina, para esto utilizan un costal amarrados en la cintura y van echando todas las vainas, luego se encargan de hacer la selección, en donde buscan la más pintada o pecosa, y la arveja más corta (arveja segunda), la cual está la dejan

para autoconsumo o algunas veces la venden a Corabastos; para la clasificación la hacen por medio del estado sanitario, el color, el número de granos por vaina y en empaclado lo realiza en bultos de 20kg.

14.2.3. Agua para riego

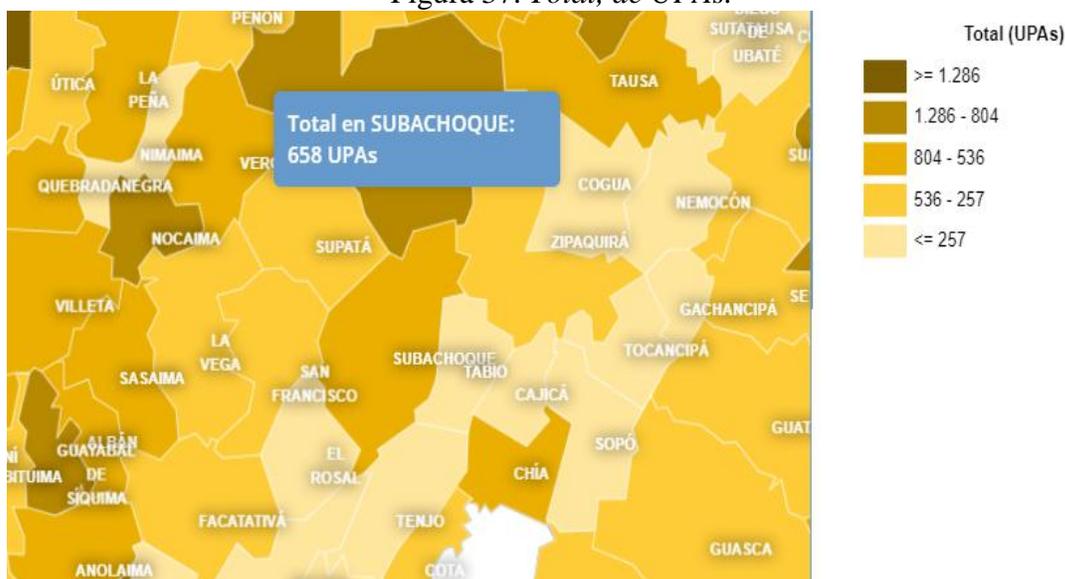
14.2.3.1. Disponibilidad y fuente

La vereda Cascajal cuenta con distrito de riego proveniente de la quebrada la Cabaña, lo cual el informante de la zona de estudio manifestó que únicamente usa fuente natural para sus prácticas agrícolas, sin embargo, comentan que deben pagar para tener una conexión entre la quebrada y el predio, en donde les cobran 12'000.000 COP lo cual es muy caro, es una gran inversión porque además de pagar por la conexión tienen que hacer un pago mensualmente de 30.000 COP. Además, es la única fuente que tienen para sus fines agrícolas y autoconsumo, pero manifiesta que puede tener probabilidad que no sea totalmente potable porque puede existir algún tipo de alteración por diversas actividades a pequeña escala aguas arriba. Aunque, cabe resaltar que la finca Casa blanca no cuenta con sistema de medición de caudal, por ende, no se puede determinar el consumo o cantidad de agua que utiliza en un periodo de tiempo.

14.2.3.2. Método de riego

Para este aspecto, en primera parte, se buscó datos por medio del Geoportal del ICBN para conocer el tipo del sistema que utilizan en donde se encontró que, utilizan método de riego con un porcentaje del 18% y no utilizan método de riego presentando un porcentaje del 46%.

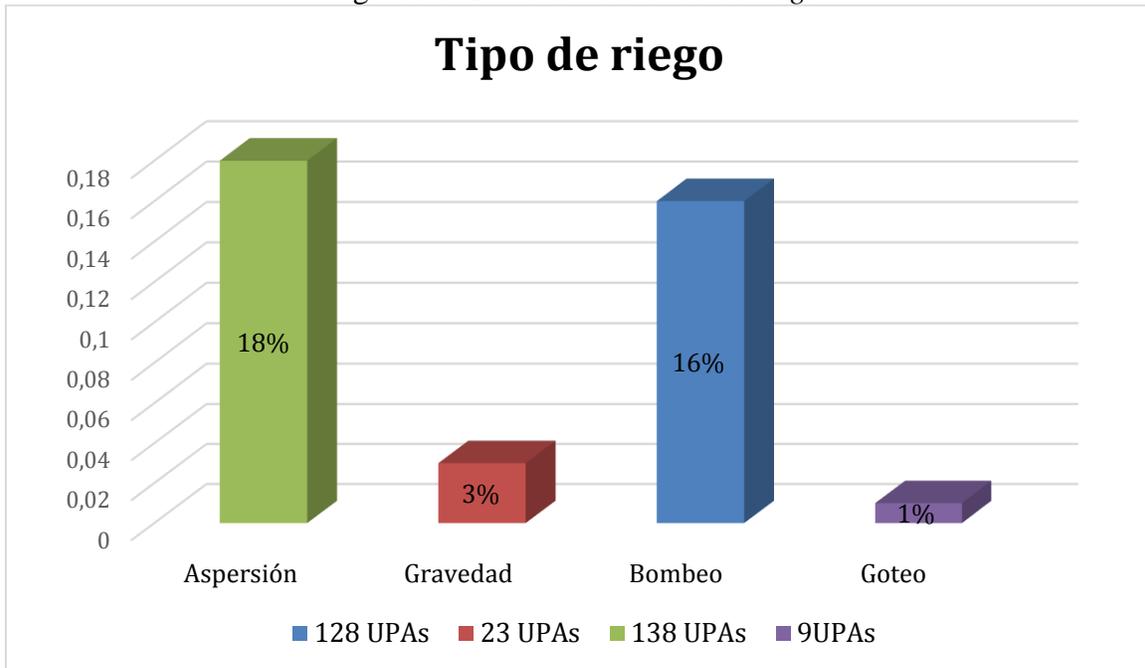
Figura 37. Total, de UPAs.



Fuente: Geoportal, 2015.

De acuerdo a esto, se encontraron los siguientes métodos: Por aspersión con un porcentaje del 16%; por goteo no presenta porcentaje, esto es debido a que no usan esa técnica para sus prácticas agrícolas; por gravedad con un porcentaje de 3%; por bombeo con un porcentaje del 18% y por manual o mateo tampoco se hace utilización de esta técnica. Esto se puede observar en la Figura 38.

Figura 38. UPAs con sistemas de riego.



Fuente: Geoportal, 2015.

Sin embargo, la investigadora también decidió realizar una entrevista a los informantes de la zona de estudio para determinar el método de riego que utilizan para sus prácticas agrícola. Por lo tanto, se determinó que el 80% de los informantes afirman utilizar método por aspersión, mientras que el 20% restante utiliza método de riego por goteo, esto se puede observar en la Figura 39.

Figura 39. Método de riego.



Fuente: Autor, 2019.

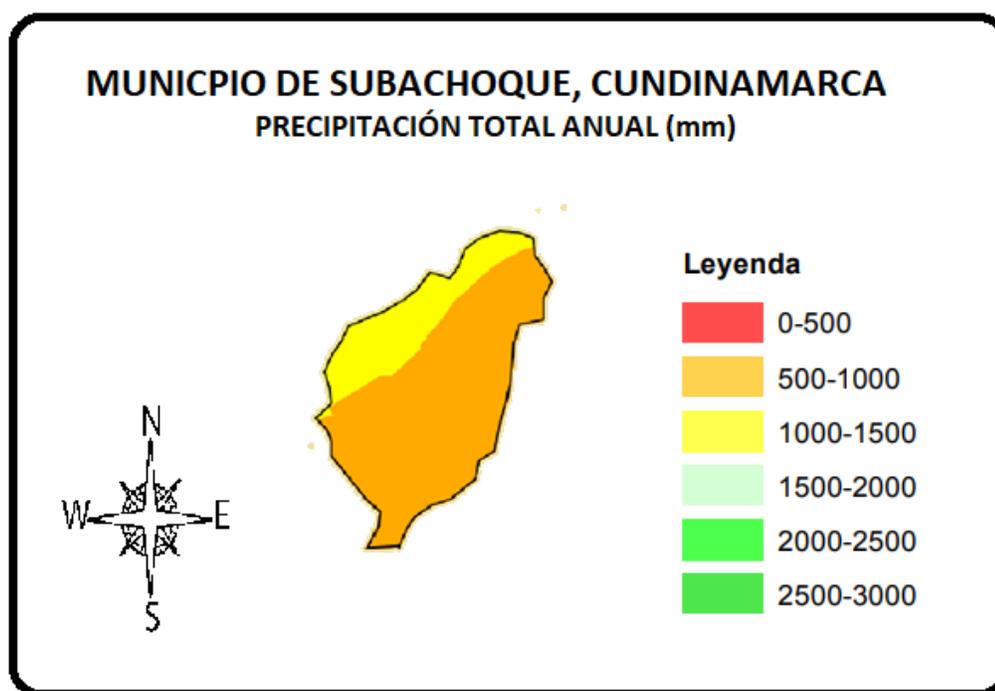
14.2.4. Clima

14.2.4.1. Precipitación

La precipitación es un indicador del clima agrícola importante para esta investigación, sin embargo, es difícil de medir con precisión. Lo que se busca con esto, es conocer la disponibilidad de lluvia que se puede presentar en un periodo de tiempo, ya que de acuerdo a esto los agricultores pueden establecer sus actividades agrícolas entorno a eso, es decir que las precipitaciones representan la oferta de agua de forma natural, y son fundamentales para tener un buen rendimiento en la cosecha.

Por lo tanto, se procedió a buscar información pertinente en el Atlas del IDEAM, en donde se pudo estimar la intensidad de precipitación del municipio de Subachoque, la cual oscila entre los valores de 500 mm y 1500 mm, como se observa en la Figura 40.

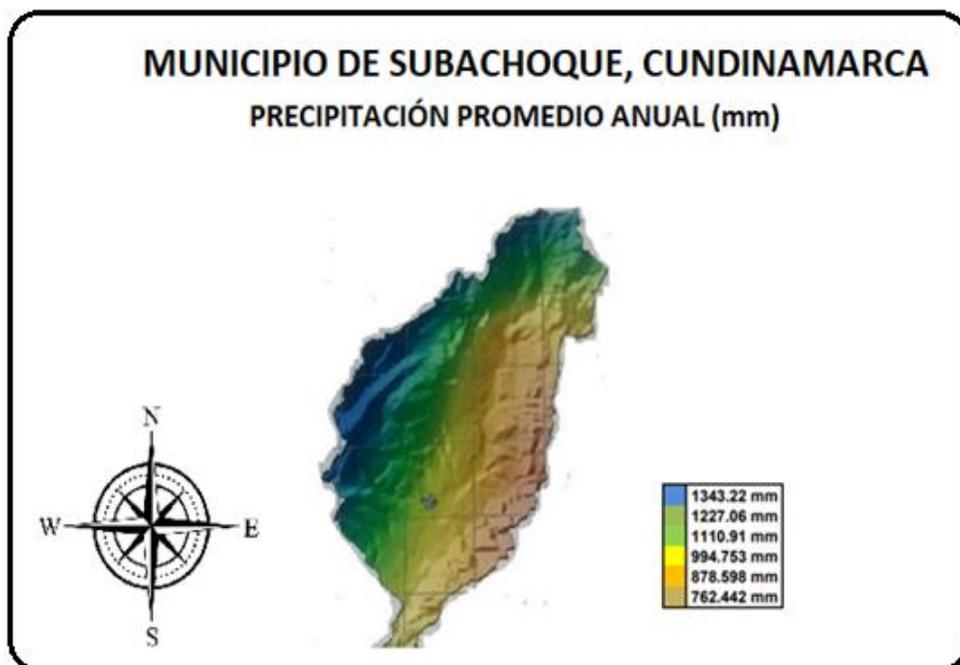
Figura 40. Precipitación total anual (mm).



Fuente: Autor, 2019.

Sin embargo, se encontraron datos más actualizados de los valores totales mensuales de precipitación (mm) de la estación pluviométrica Tachi 21205960 que es la más cercana a la zona de estudio, en donde solo están hasta el año 2017. Por lo tanto, como se puede observar en la Figura 41, se exponen los rangos de precipitación oscilan entre 1343.22 mm y 762. 442 mm al año.

Figura 41. *Precipitación promedio anual (mm).*

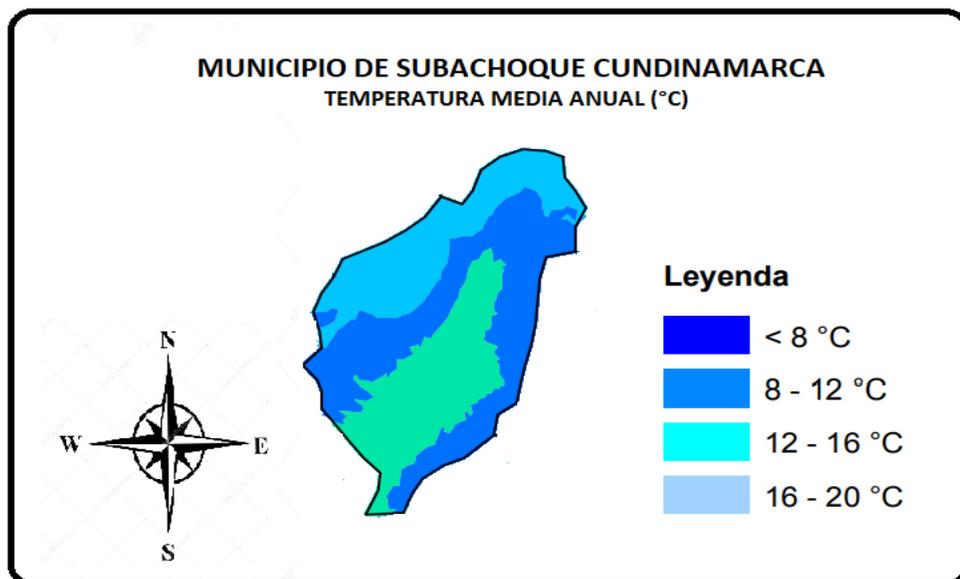


Fuente: Fenalce, 2006.

14.2.4.2. *Temperatura*

El municipio de Subachoque posee dos pisos térmicos principalmente, frío y páramo, en los cuales la temperatura oscila entre los 7 °C que corresponde a muy frío húmedo y los 13°C, es muy frío semi húmedo, como se observa en la Figura 42.

Figura 42. *Temperatura media anual (°C).*



Fuente: Autor, 2019.

14.2.4.3. *Altitud*

De esta manera, se puede evidenciar que, en los resultados obtenidos, hay una diferencia entre las condiciones edafoclimáticas que requiere la especie y las condiciones que presenta la zona, es decir el municipio donde se desarrolló el proyecto, como se puede evidenciar en la Tabla 22.

Tabla 22. *Requerimientos edafoclimáticos.*

Aspectos	Requerimientos de la especie	Condiciones de la zona
Precipitación	250 a 380 mm	500 a 1500 mm
Temperatura	13 a 18°C	7 a 13°C
Altitud	1.800 a 2.800 m.s.n.m	2.663 m.s.n.m

Fuente: Fenalce, 2006.

Por lo tanto, las precipitaciones del municipio de Subachoque están por encima de lo que se exige, es favorable porque no va haber falta de agua, sin embargo, puede conllevar a un riesgo porque ese exceso de humedad, ya que puede afectar los rendimientos en producción por causa de posibles problemas sanitarios porque se requiere zonas secas. Esto es debido a que uno de los principales problemas de la arveja, cuando llueve mucho las hojas podrían presentar problemas de hongos. En cuanto a la temperatura, está por debajo a los requerimientos, pero tiene el límite superior, es decir los 13°C, aunque al haber menor temperatura puede tener mayores condiciones de humedad. Por último, la altitud, se encuentra entre el rango establecido.

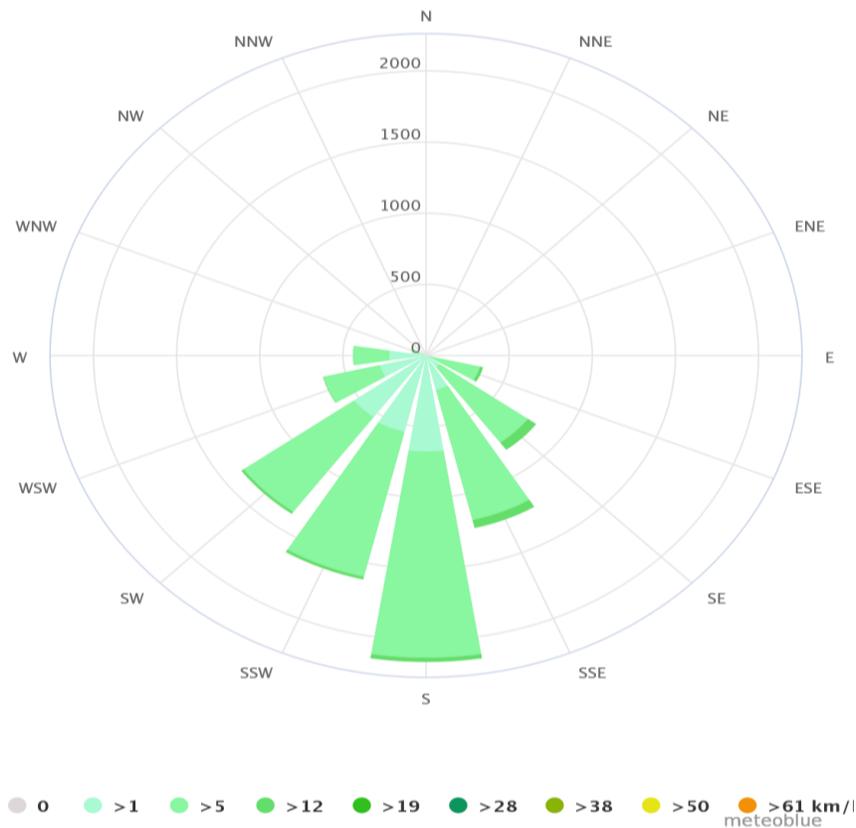
Para esta variable según Fenalce, (2006) los requerimientos edafoclimáticos necesarios y adecuados para garantizar el desarrollo óptimo de las plantas de arveja que van desde los 250 a 380 mm de agua bien distribuidos durante todo el ciclo, con mayor demanda durante la etapa de crecimiento y floración. Teniendo en cuenta, que la arveja se cultiva en climas fríos y medios, en alturas sobre el nivel del mar que van desde los 1.800 a los 2.800 m.s.n.m, temperatura óptima 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 (Fenalce, 2006).

14.2.5. *Aire*

14.2.5.1. *Velocidad y dirección del viento*

Este indicador es importante para conocer los factores por su efecto de la erosión del suelo y daños en los cultivos, así como también saber los horarios o tener una programación para la aplicación de los productos fitosanitarios. Por lo tanto, para determinar la velocidad y dirección de viento, se tomó como referencia la rosa de vientos del municipio, en donde se puede evidenciar de forma clara en la Figura 43, que tiene una dirección predominante de Sur a Norte, teniendo una velocidad de 12 km/hora.

Figura 43. Rosa de vientos municipio de Subachoque.



Fuente: Meteoblue. 2019

Aunque, también se tomó como referencia los valores mensuales de dirección predominante y velocidad media del viento como se observa en la Tabla 23, en donde se logró identificar que la velocidad mínima corresponde a 3,0 km/ hora y la velocidad máxima es 6,2 km/hora en el mes de julio, e igualmente se evidencio que la dirección predominante es Sureste (SE)

Tabla 23. Valores mensuales de dirección y velocidad del viento.

AÑO	MESES																							
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2016	SE	4,7	NE	5,4	SE	3,6	SE	3,5	SE	4,3	SE	5,3	SE	5,6	SE	4,6	SE	5,2	SE	4,9	SE	4,8	SE	4,3
2017	N	4,0	SE	4,8	N	3,5	SE	4,9	SE	4,5	SE	4,9	SE	6,2	S	4,7	SE	4,5	SE	3,9	NE	3,3	E	3,0

Fuente: CAR, 2017.

Sin embargo, para tener mejor conocimiento debió a que es un dato que no se especifica en el esquema de ordenamiento territorial (EOT) de Subachoque, y que los datos de la estación no están actualizados; en la entrevista que se realizó, se preguntó a los informantes que calificaran cuantitativamente la intensidad de los vientos de acuerdo a su experiencia y/o conocimiento por su periodo de permanencia en la zona, siendo: muy leves 1 hasta muy fuertes 10.

De acuerdo a lo anterior, el 60% de los informantes afirman que antes del medio día el viento tiene una intensidad aproximadamente de 5,6 km/hora, este valor se acerca un poco a los datos mensuales de velocidad del viento de la CAR, en cambio el 40% restante, informan que al medio día velocidad presenta una intensidad aproximadamente de 15km/hora, la cual está alejada del rango de la rosa de vientos y de los datos de la CAR. Debido a esto, ellos manifiestan que es más favorable realizar las fumigaciones en horas de la mañana para no tener algún percance, sin embargo, mencionan que es importante conocer la velocidad y dirección del viento para evitar daños en los cultivos, ya que podría quebrarlos y reseca, perder humedad e inclusive tumbarlo.

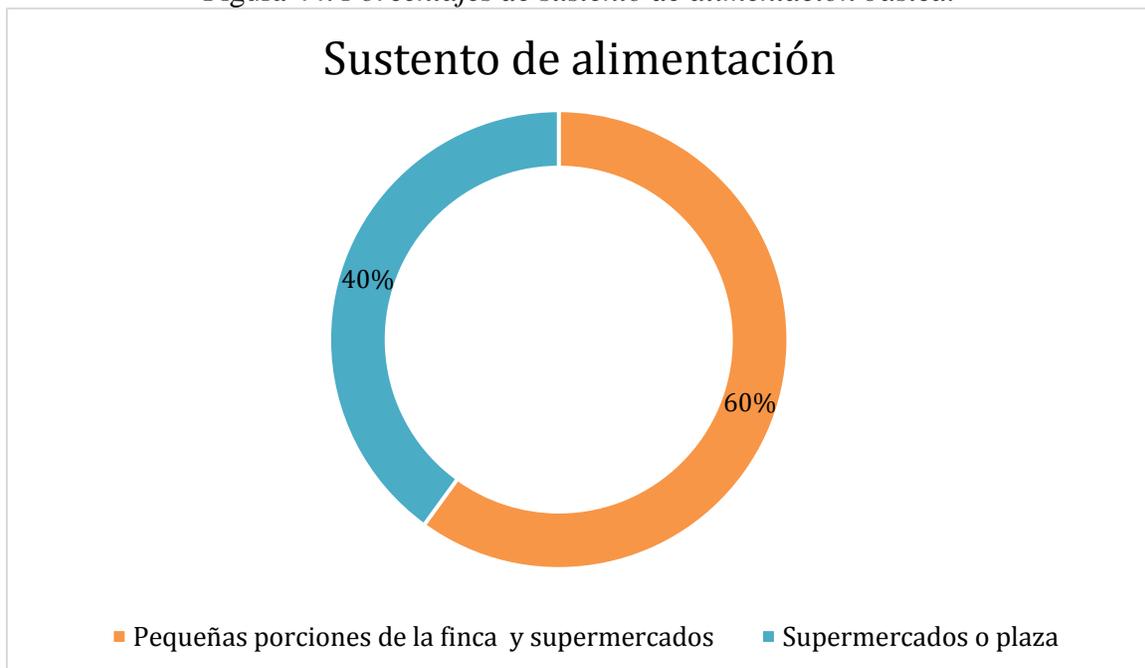
14.3. Dimensión social

14.3.1. Seguridad alimentaria

14.3.1.1. Sustento de alimentación básica

La seguridad alimentaria mundial depende en gran medida de los agricultores y campesinos, ya que se conoce que los pequeños productores producen el 70% de los alimentos del mundo (Medio ambiente, 2018), pero aun así esto no es suficiente para abastecer su alimentación básica y la de sus familias. Aunque, el 60% de los informantes confirmaron que toman pequeñas fracciones para la alimentación básica de su finca, lo cual no es suficiente, por ende, prefieren comprar en supermercados, en cambio el 40%, restante afirma que no toman nada como se evidencia en la Figura 44, o algunas veces cogen únicamente la arveja segunda o como se le conoce “habichuela” o medio bulto de papa, pero normalmente la obtienen igualmente de supermercados del municipio. Esto se debe a que la producción de la finca no es alta, o no obtienen lo que esperaban.

Figura 44. Porcentajes de sustento de alimentación básica.



Fuente: Autor, 2019.

De acuerdo a lo anterior, es debido a que el 100% de los informantes prefieren vender los productos que cultivan, ya que es el único medio de donde obtienen sus ingresos, el cual necesitan para alguna eventualidad de su núcleo familia, y para la compra de implementos de aseo personal como lo indica el informante Jorge Acero:

“Eso uno no se puede quedar con grandes porciones de lo que cultivo porque al venderlo tampoco es mucha ganancia, por eso prefiero quedarme con lo que llaman habichuela, ya al venderla no tiene ganancias, o cuando se puede me quedo con medio bulto de papa. Además, es mejor uno tener plata para lo que necesite, no estar en ceros”

La subordinación de la agricultura en la economía capitalista, se ha convertido en un sistema netamente económico, es decir no tienen en cuenta la preservación de los recursos naturales y seguridad alimentaria, ya que a pesar de la importancia de las funciones desempeñadas por el sector agrario y la relaciones con el sector industrial se han convertido en relaciones estáticas en las que la agricultura mantenía una cierta posición de pasividad respondiendo con los aumentos de la productividad agrícola a los estímulos del crecimiento económico (Mapama, 2013).

Sin embargo, para Gliessman, (2010), los que cultivan alimentos, los que consumen y los que los llevan de unos a otros deben estar conectados en un movimiento social que respete la profunda relación existente entre una cultura y medio ambiente que dio origen a la agricultura.

Por lo tanto, para la utilización de la agroecología para la transformación de los sistemas alimentarios, los agricultores deben estar dispuestos a adoptar nuevas prácticas cuando perciben que obtendrá alguna ventaja, pero conservando las que han demostrado su eficiencia en el tiempo; esto es especialmente cierto en el caso de los pequeños agricultores (FAO, 2014).

14.3.1.2. Reserva de alimentos

El 100% de los informantes entrevistados de las veredas Cascajal, Canica Baja, y Altania, afirman que no es bueno conservar los alimentos, ya que se puede llegar a dañar y evitan el desaprovechamiento de los alimentos sobrantes de la cosecha. Además, se debe almacenar o conservar los alimentos de forma segura, ya que es igual de importante como la capacidad de producir alimentos, es decir secar y almacenar tan pronto como hayan sido cosechados para evitar pérdidas, teniendo en cuenta que el lugar de almacenamiento debe estar limpio para su conservación, aunque para el transporte es necesario evitar cualquier tipo de contaminación interna o externa.

La FAO, (2019) afirma que los pequeños pueden almacenar sus alimentos, pero deben tener conocimiento y adoptar mejores prácticas para reducir pérdidas y desperdicios de alimentos, y así mejorar la seguridad alimentaria de sus hogares y para los que deseen crear mejores modos de vida. Sin embargo, el 60% de los agricultores, aunque no estén de acuerdo en su totalidad, o no recomiendan conservación, en algunas ocasiones conservan arvejas o papa por un corto tiempo dependiendo en el estado que se encuentre.

14.3.2. Asistencia técnica

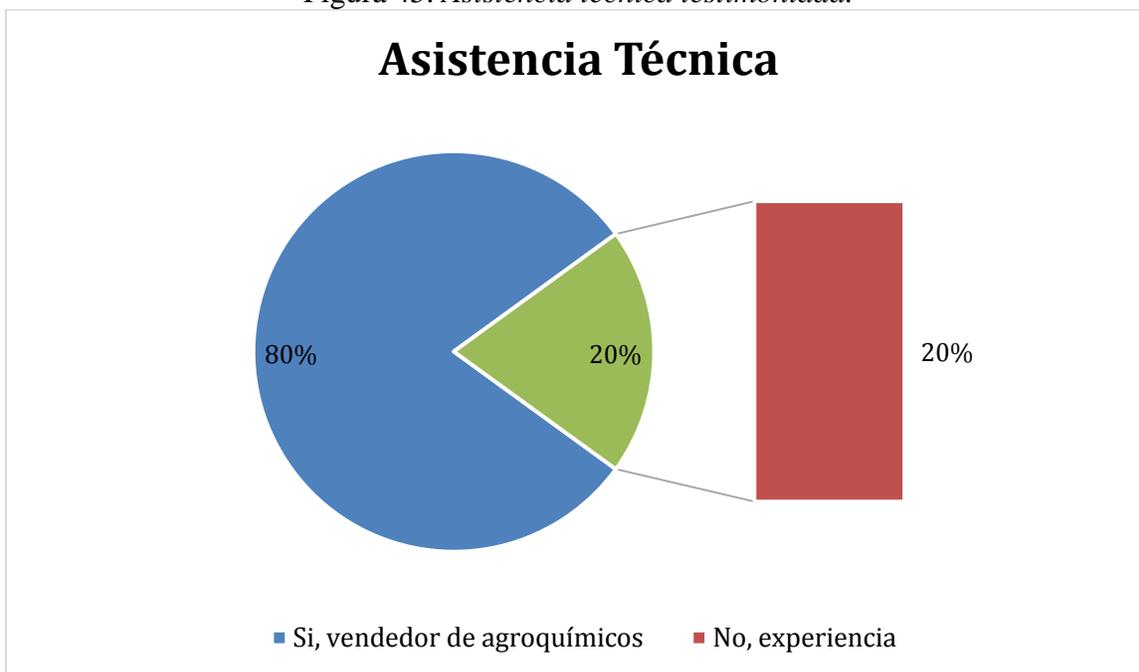
Para este indicador, se dividió en dos partes, en primera instancia se le pregunto a los pequeños agricultores ¿Quién les brinda asistencia técnica?, con el fin de conocer si reciben apoyo y/o asesoría por

medio de entidades con la transferencia y difusión de temáticas de asistencia técnica para los procesos productivos agrícolas. Por otro lado, la investigadora decidió preguntar en la UMATA ¿Qué tipo de asistencia técnica les ofrecen?, e igualmente por medio del EOT del municipio, se pudo evidenciar algunos de los programas o temas que le ofrece la UMATA del municipio de Subachoque a los pequeños y medianos agricultores.

14.3.2.1. Información

De acuerdo a lo anterior, la investigadora procedió a preguntar a los informantes: ¿Quién les brinda asistencia técnica?, en donde se establecieron tres opciones de respuesta: a) UMATA, b) Representante de marca, y c) Vendedor de agroquímicos. De acuerdo a lo anterior, el 80% de informantes que hicieron parte de este proyecto, manifiestan la ausencia de entidades públicas especialmente en temas relacionados con el tema agrícola, por este motivo prefieren optar por la opción C, es decir recurren únicamente a los vendedores de agroquímicos cuando tienen dudas con respecto a que productos aplicar, la dosis, y nutrición vegetal; en cambio el 20% restante afirma que lo hace por experiencia, ya que con el tiempo ha ido aprendido al estar todo el tiempo en campo. Esto se evidencia en la Figura 45.

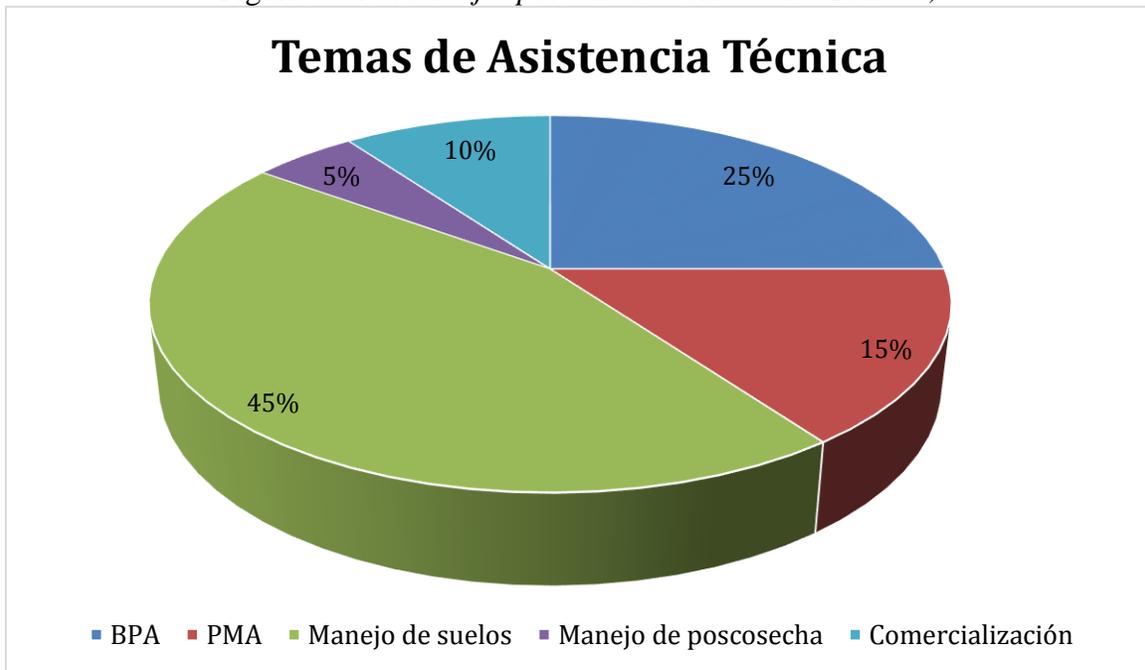
Figura 45. Asistencia técnica testimoniada.



Fuente: Autor, 2019.

Por otro lado, se obtuvo información por medio de la: Unidad Municipal de Asistencia Técnica (UMTA), en donde con colaboración del señor Gerardo, director y encargado de esta entidad, afirmo que como autoridad principal del municipio de Subachoque, debe estar al tanto de las inquietudes de los agricultores, es decir brindar asistencia técnica agropecuaria directa y gratuita a los pequeños agricultores, en donde especifico con porcentaje sobre los temas que están interesados para recibir asistencia técnica por temas: Buenas prácticas agrícolas (BPA), Prácticas de manejo ambiental (PMA), Manejo de poscosecha, y comercialización, esto se puede observar en la Figura 46.

Figura 46. Porcentajes por temas de Asistencia Técnica,



Fuente: Autor, 2019.

Por otro lado, se identificaron otros temas más específicos por medio del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), en donde especifica que el programa de asistencia técnica tiene como propósito ofrecer al pequeño y mediano productor el apoyo necesario para modernizar y mejorar sus sistemas de producción en términos de calidad, cantidad y oportunidad, como se puede observar en la Tabla 24.

Tabla 24. Temas de Asistencia Técnica establecidos en el EOT del municipio de Subachoque.

Temas de Asistencia Técnica	
Recuperación de suelos	Fomentar la utilización de abonos orgánicos tales como humus y compost.
Sanidad agrícola	Busca combatir y erradicar plagas y enfermedades propias de las especies vegetales que se producen en el municipio, ya sea mediante la implementación de métodos naturales o mediante la aplicación de productos de síntesis química elaborados para tal fin.
Producción de calidad	Pretende incentivar el progresivo incremento en la utilización de semilla certificada, el mejoramiento de praderas, entre otros mecanismos para alcanzar altos niveles de calidad en los productos agrícolas que se ofrecen en los diferentes mercados.
Asesoría y capacitación	Responde a la necesidad de transmitir conocimientos y brindar acompañamiento a los campesinos para que apliquen mejores métodos de producción, enfrenten correctamente los fenómenos que afectan su actividad y proyecten acertadamente a sus condiciones socioeconómicas.

Fuente: EOT, 2001.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, se puede evidenciar que no hay una diferencia entre el testimonio del director de la UMATA y los informantes, ya que por medio de la UMATA y el EOT del municipio de Subachoque afirman que les prestan servicios de asistencia técnica, en cambio el 100% de los informantes afirman lo contrario, por eso buscan asistencia o recomendaciones por parte de los vendedores agroquímicos.

Es de gran importancia la asesoría técnica y la extensión rural que pueda realizar el sector agrícola, situación difícil en el municipio de Subachoque, ya que se tuvo como referencia el último Censo Nacional Agropecuario, en donde se evidencia que únicamente el 5% recibió asistencia técnica, en cambio el 85% de productores agropecuarios no recibió asistencia técnica, por lo tanto el acompañamiento técnico a los productores en muchos casos no se da, esto se debe a que no conocen los programas de apoyo y no existe una cultura importante de pagar por la asesoría técnica, o la UMATA no ha tenido un acercamiento voluntario con los agricultores. Por lo tanto, es importante que la UMATA ayude a aumentar el apoyo para la asistencia técnica y la extensión rural, para así, promover una mayor cultura de cooperación y creación de redes de conocimiento.

14.3.3. Organización comunitaria

14.3.3.1. Grupos formales

Para tener conocimiento si el municipio de Subachoque cuenta o no con grupos de asociaciones formales, la investigadora procedió a preguntarle al director de la UMATA: ¿Tienen organización comunitaria?, en donde afirmó que solamente hay dos asociaciones, las cuales son: Sucolac, y Asociolla. Además, comentó que de una a dos veces al mes hace juntas de acción comunal para conocer problemáticas, y así buscar posibles soluciones, además cuenta con una federación comunal denominada: Fedepapa. Sin embargo, el 100% de los informantes afirman que no participan en las asociaciones mencionadas anteriormente porque no están relacionadas con lo que ellos cultivan.

14.3.3.2. Grupos informales

Con relación a lo anterior, el 100% de los entrevistados afirmaron que por ese motivo se crearon asociaciones informales, aunque no existe un número establecido de estos grupos. La finalidad de estas asociaciones, es presentar dudas, inquietudes y aclaraciones con respecto a los procesos que se desarrollan internamente en el proceso productivo.

Además, consideran importante mantener canales activos de información entre las personas que conforman dichos grupos para tratar temas relevantes como la comercialización y venta local de los productos a un precio razonable, sin embargo, cuando no hay posibilidad de comercializar localmente los productos, se transportan hacia las cadenas de mercado de Corabastos. Otro de los puntos de importancia que se expresan en estos grupos es establecer una actividad de negocio directamente entre el agricultor y consumidor. A continuación, se evidencia la afirmación del señor Jorge Acero:

“Para tener un poco más de ganancia se quiere romper relaciones con intermediarios como bodegas de Corabastos porque la compran a un menor precio, pero ellos la venden a supermercados de cadenas de Corabastos a un precio más alto, lo ideal es quitar eso para que sea más bajo el costo”

Por medio de los testimonios tanto de la UMATA como de los informantes, se puede evidenciar la ausencia de las organizaciones formales en el municipio de Subachoque, por ende, no tienen una organización comunitaria, ya que no cuentan con un apoyo constante que les permita tener una buena rentabilidad y sostenimiento del precio de sus alimentos en el mercado, integración, participación y representación de estos.

Sin embargo, según la FAO, (2008), la organización comunitaria, es importante, ya que por medio de un grupo de personas se unen para ver los problemas que les afectan en su comunidad, ya sean de carácter social, cultural, económico, político y productivo, en donde le buscan soluciones. Además, la organización es la estructura que se da a un grupo de personas para funcionar de acuerdo a un método y a un objetivo común, teniendo en cuenta que cuando varias personas deciden organizarse es porque tienen intereses o problemas comunes que les exigen su unión para poder enfrentarlos.

14.4. Dimensión económica

Esta variable se realizó con la finalidad de conocer inversión o costos totales de producción que realizan los agricultores en sus practica agrícolas específicamente del cultivo de arveja, e igualmente conocer el precio pagado al productor de los meses de enero a abril, el rendimiento del cultivo y la utilidad bruta para conocer si es equitativa la inversión con las ganancias.

14.4.1. Costos

14.4.1.1. Establecimiento del cultivo

Para determinar los costos del establecimiento del cultivo de arveja, la investigadora pregunto al encargado de la UMATA por su experiencia y conocimiento, el valor aproximado del alquiler de maquinaria por hora y a como pagan la mano de obra externa por jornales de acuerdo a la actividad que se realiza en el sistema productivo actual, como se observa en la Tabla 25.

Tabla 25. Costos establecimiento del cultivo de arveja

ESTABLECIMIENTO				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
PREPARACIÓN DEL SUELO				
Arada	Hora maquina	3	44.000	132.000
Rotovetiado	Hora maquina	2	44.000	132.000
Surcadora	Hora maquina	2	44.000	88.000
SIEMBRA				
Siembra y tapada - Abonada	Jornal	7	50.000	350.000
Envarada – Alambrada	Jornal	3	50.000	150.000
Deshierbe	Jornal	8	50.000	400.000
LABORES CULTURALES				
Amarres – Colgada	Jornal	15	50.000	750.000
TOTAL				2'002.000

Fuente: Autor, 2019.

14.4.1.2. *Mantenimiento*

Para el caso de los costos de mantenimiento, se establecieron con ayuda de los informantes que hicieron parte de este proyecto, en donde manifestaron los valores exactos del pago por jornales que tienen establecidos de la mano de obra externa por para las actividades de control sanitario control de malezas y aplicación de fertilizantes como se puede evidenciar en la Tabla 26.

Tabla 26. *Costos de mantenimiento del cultivo de arveja.*

MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
CONTROL SANITARIO				
Aplicación de fungicidas	Jornal	6	50.000	300.000
Aplicación de insecticidas	Jornal	4	50.000	200.000
CONTROL DE MALEZAS				
Aplicación de herbicidas	Jornal	2	50.000	100.000
FERTILIZANTES				
Fertilizantes compuestos	Jornal	4	50.000	200.000
Fertilizantes foliares	Jornal	4	50.000	200.000
TOTAL				1'000.000

Fuente: Autor, 2019.

14.4.1.3. *Insumos de establecimiento y mantenimiento del cultivo*

Con respecto a lo costos de los insumos tanto del establecimiento como del mantenimiento del cultivo, se establecieron por medio del conocimiento de los informantes, haciendo referencia que son para cultivos que están sembrados en menos de una hectárea, ya que los implementos que se utilizan tienen que ser equitativos con el área sembrada. Esto se evidencia en la Tabla 27.

Tabla 27. *Insumos de establecimiento y mantenimiento del cultivo de arveja.*

INSUMOS				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
INSUMOS				
Semillas	Arrobas	1,5	160.000	240.000
Fertilizante compuesto	Bulto	15	9.200	138.000
Herbicidas	Litro	2	18.500	37.000
Insecticidas	Litro	3	42.000	126.000
Fungicidas	Litro	2	35.000	70.000
Empaques	Costal	50	1.600	80.000
Hilaza	Cono	6	23.000	138.00
Varas	Vara	300	1.100	330.000
Alambre liso	Kilo	6	12.000	72.000
TOTAL				1'231.000

Fuente: Autor, 2019.

14.4.2. Producción

14.4.2.1. Cosecha

Para obtener los costos de producción, se le preguntó a los informantes por su conocimiento la cantidad aproximada de bultos que pueden salir de un lote inferior a una hectárea, lo cual afirmaron que 50 bultos cada uno de 50kg/ha, lo que equivale a 2.500kg/ha, es decir que el rendimiento del cultivo es 2,5Ton/ha e igualmente se conoció el pago por jornales de la mano de obra externa para esta etapa del proceso productivo del cultivo de arveja. Esto se puede evidenciar en la Tabla 28.

Tabla 28. Costos de cosecha.

COSECHA				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
COSECHA Y BENEFICIOS				
Recolección	Bultos	50	15.000	750.000
Desmante	Jornal	8	50.000	400.000
Empacada	Jornal	8	50.000	400.000
TOTAL				1'550.000

Fuente: Autor, 2019.

Por otro lado, se procedió a realizar una tabla del procedimiento del rendimiento del cultivo, el precio pagado al productor en donde se tomó como referencia los costos actuales de enero a abril por medio de los informantes, como se observa en la Tabla 29.

Tabla 29. Procedimiento costos.

RENDIMIENTO			
50 bultos ----- 1 bulto		(2.500kg/ha) /1.000 = 2,5 Ton/ha	
X ----- 50 kg/ha			
INGRESO			
(3.100) (2.500) = 7'750.000			
Enero (\$/kg)	Febrero (\$/kg)	Marzo (\$/kg)	Abril (\$/kg)
2.900	3.000	2.900	3.600
PROMEDIO			
3.100			
PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR			
(7'750.000) /2,5 = 3'100.000			

Fuente: Autor, 2019.

Por último, se estableció una tabla resumen en donde se evidencia el rendimiento del cultivo los costos totales, el precio pagado al productor, el ingreso y la utilidad bruta como se evidencia en la Tabla 30, sin embargo, cabe resaltar que el precio pagado al productor es a 4 meses, e decir que en un mes equivale aproximadamente a 775,000 \$/Ton.

Tabla 30. *Resumen costos.*

RESUMEN		
		UNIDAD
Rendimiento	2,5	Ton/ha
Costos de producción	5'783.000	\$/ha
Precio pagado al productor	3'100.000	\$/Ton
Ingreso	7'750.000	\$/ha
Utilidad bruta	1'967.000	\$/ha

Fuente: Autor, 2019.

Sin embargo, los informantes manifestaron que el cultivo de arveja cuenta con dificultades como el riego, la variabilidad de los precios, el amarre y el mantenimiento del cultivo requieren de la contratación permanente de jornales que se pagan a muy bajo costo. Por otra parte, en términos de los costos de producción se suman los materiales, los abonos, herbicidas y fungicidas que además de encarecer el producto afectan la salud de los ecosistemas y los consumidores.

Objetivo específico N°2: *Evaluar alternativas agroecológicas adaptadas a las condiciones del estudio de caso.*

14.5. Alternativas agroecológicas

Se realizó una recolección de información bibliográfica de diferentes documentos de la FAO, manuales de los principios agroecológicos enfocados a las buenas prácticas agrícolas (BPA) de la FAO, ICA, proyectos de estudio aplicados y que estén relacionados con alternativas o técnicas agroecológicas. Por lo tanto, esto permitió plantear, explicar y evaluar cuales son las alternativas que posiblemente se ajustan a las condiciones de la zona de estudio, y a su vez que, sean efectivas para proceso productivo agrícola de la finca Casa Blanca ubicada en la vereda Cascajal del municipio de Subachoque, Cundinamarca, teniendo en cuenta la dimensión ecológica, social y económica.

14.5.1. Bienestar de los trabajadores

La esencia de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) radica en mantener la armonía entre el medio ambiente, el personal operario (productor) y el consumidor. Su campo de acción está enfocado a construir e implementar todo lo relacionado con la logística de la producción (va desde la planeación del cultivo, la cosecha, postcosecha, procesos de transformación, canales de distribución y clientes). Prestando especial atención al bienestar de los trabajadores, a quienes se les debe brindar las condiciones de comodidad (García, 2014).

Por lo tanto, es necesario que tengan los elementos de protección personal (EPP); el uso adecuado de los elementos de protección personal, se constituyen en la herramienta aliada del empresario y sus operarios, ya que contribuyen a proteger la integridad física de los mismos, en actividades operativas que implican riesgo para la salud. Además, también debe existir un plan de emergencias; indica el qué hacer en caso de presentarse una emergencia, que puede ser ocasionada por diversos factores, eventos naturales, accidentes de trabajo, entre otros; también es importante tener un botiquín de primeros auxilios; disponer la estructura física del botiquín con los elementos recomendados, permite atender de primera mano una situación de accidente de menor proporción. Esto se puede observar en la Figura 47.

Fuente 47. *Servicios que deben tener los trabajadores.*



Fuente: FAO, 2007.

14.5.2. Labranza de conservación

La labranza de conservación o labranza cero como se puede ver en la Figura 48, es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la **humedad** y se reduce la pérdida del suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Además, con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, e igualmente ahorra energía, tiempo y mano de obra. Por lo tanto, está labranza que usa los residuos de las cosechas (rastros) contribuye de manera esencial a conservar y rehabilitar el suelo, reducir la compactación del suelo, a incorporar materia orgánica, a mejorar la fertilidad del suelo, y reducen las deficiencias hídricas, es decir se aumentan los rendimientos y se **reduce los costos de producción**, con lo que los productores pueden practicar una agricultura sustentable (SAGARPA, 2008).

También, los residuos presentes en la superficie del suelo reducen el efecto de salpicadura de las gotas de lluvia, y una vez disipada su energía, las gotas prosiguen hacia el suelo sin causar ningún efecto perjudicial. Esto tiene como resultado una mayor infiltración y una reducción de las escorrentías, lo que se traduce en una menor erosión. Así mismo, los residuos forman una barrera física que reduce la velocidad del agua y del viento sobre la superficie. La disminución de la **velocidad del viento** reduce la evaporación de la humedad del suelo (FAO, 2019).

Aunque, este método para la preparación del suelo no tiene gran beneficio en el control de plagas, enfermedades o malezas, ya que pueden afectar seriamente el rendimiento de los cultivos. Los sistemas de mínima laboreo y de labranza de conservación, no permiten realizar el control de malezas en forma mecánica o manual por la presencia de la cobertura de residuos sobre el suelo, por ello es necesario recurrir al control químico (SAGARPA, 2008).

Figura 48. *Labranza cero o no labranza.*



Fuente: SAGARPA, 2008.

14.5.3. *Cobertura vegetal*

Son aquellos que se siembran principalmente para proteger el suelo entre cultivos arbóreos o cultivos semipermanentes o en los cultivos anuales. Los beneficios que aportan son una mejor estructura del suelo y la infiltración del agua, debido a la adición de **materia orgánica** y raíces que aumentan la **aireación del suelo**; evitan la erosión del suelo esparciendo y haciendo más lento el movimiento del agua por la superficie; mejoran la fertilidad del suelo añadiendo material orgánico a la tierra durante la descomposición favoreciendo de esta manera la disponibilidad de nutrientes a través de la fijación de nitrógeno; favorecen el control de insectos mediante la acción de insectos benéficos que se refugian entre los cultivos; modifican el microclima y la temperatura al disminuir la reflexión de la luz solar y el calor, entre otros beneficios (Almentero Espitia, 2008). La presencia de una cobertura protectora como se puede observar en la Figura 49 también reduce la erosión eólica al disminuir la velocidad del viento sobre la superficie del suelo (FAO, 2000).

Teniendo en cuenta, que la cobertura vegetal es importante en la agricultura de conservación para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, así como para mantener el suelo bajo sombra y con el más alto porcentaje de humedad posible. Hemos visto su importancia para el reciclaje de nutrientes, pero también tienen un efecto físico y, probablemente, alelopático sobre las malezas, rebajando su incidencia y conduciendo a la reducción del uso de agroquímicos y, con ello, de los costos de producción. Los residuos de rastrojo actúan como una capa protectora que amortigua la presión ejercida sobre el suelo por las ruedas de la maquinaria y las pisadas de los animales, y por lo tanto desempeñan un papel importante en la reducción de la compactación del suelo (FAO, 2019).

Figura 49. *Cobertura vegetal.*



Fuente: INTA, 2015.

14.5.4. Selección de semillas

Las semillas son la base esencial para el sustento humano. Son las depositarias del potencial genético de las especies agrícolas y sus variedades resultantes de la mejora continua y la selección a través del tiempo. Por lo tanto, para la mejora del cultivo y el suministro de la semilla y materiales de siembra de alta calidad de variedades seleccionadas para los productores son necesarios para garantizar una **mejor producción agrícola** y satisfacer los crecientes desafíos ambientales. Por lo tanto, la **seguridad alimentaria** depende de la seguridad y la selección de las semillas (FAO, 2019), como se puede observar en la Figura 50.

Además, la FAO desempeña un papel principal en fortalecer la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura mediante el apoyo a las políticas y la **asistencia técnica**. También, hay que fortalecer los programas de **sistemas de semillas comunitarios** para mejorar los conocimientos y habilidades de los agricultores relacionados con las variedades y semillas (FAO, 2019).

Figura 50. Selección de semilla de arveja.



Fuente: FAO, 2019.

14.5.5. Secar semillas

La semilla húmeda respira activamente, este proceso de respiración consume las reservas nutritivas de la semilla y genera calor, agua y anhídrido carbónico. En una masa de semillas húmedas, el agua liberada en el proceso de respiración incrementa la humedad relativa del aire en los espacios entre granos, creando un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos. La misma masa de semillas impide la migración del calor al ambiente exterior, ocasionando el calentamiento de las semillas y acelerando el proceso de respiración, con lo cual se incrementa el proceso de deterioro de las semillas. El método más práctico para prevenir todos estos riesgos es el **secamiento** como se observa en la Figura 51. Si la semilla tiene un contenido de humedad mayor del 13% es necesario secarla (CIAT, 1992).

Por lo tanto, un método tradicional de secamiento consiste en exponer la semilla al sol sobre una superficie, esta práctica es de gran importancia, ya que la semilla siempre debe ser secada antes de ser almacenada o sembrada, ya que se podría llegar a arruinarse o pudrirse.

Figura 51: Secado de semillas.



Fuente: KRESISCH, 2017.

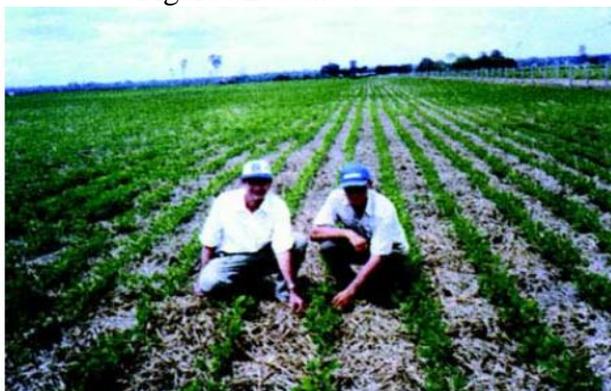
14.5.6. Siembra directa

La siembra directa es el elemento central en lo que hoy día se denomina la agricultura de conservación; se representa un considerable avance en la tecnología de producción de cultivos debido a que hace que la agricultura se relacione armónicamente con la naturaleza.

Esto consiste en colocar la semilla en contacto con el suelo eliminando el movimiento de tierra y dejando rastrojo en superficie. La salvedad es que no es lo mismo sembrar directo, para lo que es suficiente tener una sembradora que coloque la semilla en contacto con el suelo sin necesidad de labrar, que siembra directa que implica sembrar sin laboreo, pero sobre un suelo preparado manejando procesos biológicos que propician un ambiente óptimo para la siembra, germinación, implantación y crecimiento vegetal (Perrachon, 2004). Teniendo en cuenta que esta siembra directa es adecuada para pequeños, medianos y grandes productores que utilizan métodos manuales de siembra, tracción animal o siembra mecanizada.

Los beneficios de la siembra directa son la reducción de la erosión y degradación del suelo, el aumento de la materia orgánica, aumento de la actividad microbiana del suelo y mejora en la estructura del mismo, es decir es la forma en que están agregadas las diferentes partículas del suelo. Cuanto mejor sea la estructura del suelo se logrará una mayor aireación, mayor entrada de agua, más vida en el suelo, resultando en un suelo más productivo (Perrachon, 2004).

Figura 52. Siembra directa



Fuente: Perrachon, 2004.

14.5.7. *Compost*

El compost es un abono orgánico como se puede observar en la Figura 53, obtenido a partir de la descomposición controlada de la materia orgánica y cíclica de residuos o desperdicios vegetales y animales; el resultado de esa mezcla se llama humus, es el constituyente más importante del suelo para el crecimiento de las plantas. Este producto es estable, de olor agradable y con una gran cantidad de propiedades beneficiosas para suelos y plantas; que se consigue tras la degradación en presencia de oxígeno de los residuos orgánicos.

Además, en la relación suelo-planta el abono favorece el desarrollo y las actividades de las poblaciones de microorganismos en el suelo, aumenta la desintegración de compuestos o sustancia en el suelo, provee de sustancias nutritivas a la planta, mejora la bioestructura del suelo, aumenta la capacidad de infiltración del agua **reteniendo la humedad del suelo**, facilita la circulación del aire y contribuye a que las plantas sean fuertes y toleren bien el ataque de plagas y enfermedades.

Por otro lado, el compostaje es un proceso fácil de hacer y con un **coste económico mínimo** comparado con otros sistemas de tratamiento de los residuos. Todo ello acompañado de las ventajas ambientales que supone reducir los residuos en el lugar donde se generan y cerrar el ciclo de la materia orgánica. Además de ahorrar costes de la recogida y tratamiento, se está ahorrando la compra de productos fertilizantes (Amigos de la tierra, 2005).

Figura 53. *Compost*



Fuente: (Menorca al día, 2019)

14.5.8. *Abonos verdes*

Son plantas con capacidad de adaptarse a diversos suelos y climas, de rápido crecimiento y alto poder de producción de material vegetativo. Se cultivan con el fin de proteger y recuperar el suelo. Las variedades que se recomiendan como abono verde son principalmente las plantas que pertenecen a la familia de las leguminosas. Estas plantas poseen una cualidad especial de formar nódulos en su raíz. Se alojan bacterias que tienen la capacidad de convivir con las plantas aportando nitrógeno. Este lo toma del aire y lo fijan en el suelo, convirtiéndolo en nitrógeno aprovechable por cultivos que posteriormente se establezcan (JICA, 2008).

Por otro lado, los abonos verdes como se observan en la Figura 54, mejoran y aumentan la **fertilidad del suelo** en su amplio sentido. Al tratarse de material vegetal y por tanto de material orgánico, al introducirlo en el suelo éste conlleva una serie de beneficios al medio edáfico. Los abonos verdes aportan materia orgánica al suelo, por tanto, las **propiedades físicas** de éste se ven mejoradas, siendo mayor su **permeabilidad**, su **oxigenación**, y su riqueza en nutrientes (PRIICA, 2016).

De acuerdo a esto, los abonos ayudan para aportar materia orgánica al suelo, libera nutrimentos durante su mineralización, disminuye la lixiviación de nutrientes, transfiere nutrientes del subsuelo a la capa arable, aumenta el rendimiento del cultivo siguiente debido al aporte de nutrientes, mejoran la estructura, capacidad de **retención del humedad**, y la aireación al suelo, disminuye la erosión y aumenta la agregación del suelo, y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, ayuda a corregir el **pH del suelo**, a controlar las malezas, plagas y enfermedades. Son ideales para suelos desestructurados, agotados, compactados y pobres; mejoran la circulación del aire y del agua, y lo protegen de la erosión y la desecación (PRIICA, 2016).

Además, en el aspecto social, los agricultores pueden utilizar los abonos verdes para complementar la dieta familiar y de los animales, reducir los costos de labranza e incrementan el beneficio económico del agricultor, generar empleo y, por lo tanto, contribuir al bienestar social.

Figura 54. *Abonos verdes.*



Fuente: PRIICA, 2016.

14.5.9. Humus de lombriz

El humus es un abono orgánico que proviene de la actividad de las lombrices rojas californianas sobre material orgánico, es de color café oscuro, granulado, homogéneo e inodoro. Aporta **materia orgánica**, nutrientes y hormonas enraizantes, en forma natural; también mejora la **retención de la humedad**, la aireación y cohesión de las partículas del suelo mejorando su estructura (haciéndola más permeable al agua y aire), favorece la actividad biológica y protege a las plantas de hongos y bacterias perjudiciales. Neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas y herbicidas) debido a su capacidad de absorción, y posee una alta bioestabilidad, ya que no da lugar a fermentación o putrefacción (Narváez, 2008).

El uso de lombricompost es un gran aliado para afrontar el cambio climático ya que mejora las condiciones del suelo para **producir alimentos**. Las lombrices pueden comer una cantidad igual a su peso corporal en un día al alimentarlas con restos de comida o materia orgánica en descomposición. Por

esto, la lumbricultura se debe considerar un importante agente reductor de contaminación que indudablemente lleva a un mejoramiento de la calidad de vida no solo del lugar donde se establezca sino a lo largo de los ríos y suelos que están siendo contaminados. El abono de lombriz además permite reducir el uso de fertilizantes convencionales que liberan GEIs, ya que contiene no sólo los ingredientes principales que las plantas necesitan como nitrógeno, potasio y fósforo, sino también calcio, manganeso y ácido húmico (PRIICA, 2016).

Además, se debe tener en cuenta el rango de aplicabilidad, es decir, se puede aplicar en cualquier lugar de la finca; lo más común es el criadero al aire libre en (camas, cunas, bancales) de 1 a 2 metros de ancho por el largo que se desee. Los proyectos de lumbricultura se adaptan a fincas de todo tamaño. La lumbricultura es una actividad de fácil manejo cuyas labores pueden ser desarrolladas por personas de diferentes edades, y no requiere de alta inversión ni estructuras complejas (PRIICA, 2016).

Figura 55. *Lombricompost.*



Fuente: Ortega, 2017

14.5.10. Rotación de cultivos

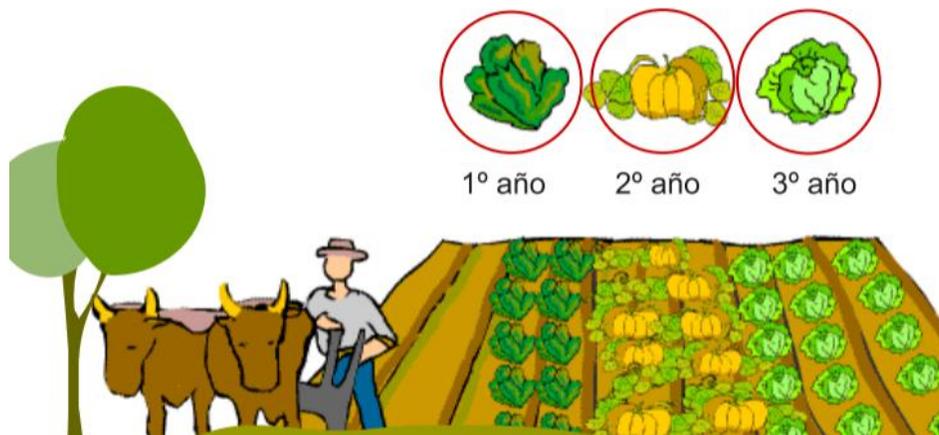
Es la renovación regular de los cultivos; consiste en organizar los diversos cultivos de manera que cada uno de ellos se ponga, cada año, en un lugar diferente al que estuvo el año anterior como se puede observar en la Figura 56. Es una práctica muy antigua que controla la erosión y mantiene la productividad de los terrenos. Los criterios a tomar en cuenta en un plan de rotación de cultivos son los efectos sobre la bioestructura del suelo, exigencias de nutrientes por las plantas, secreciones radiculares, disponibilidad de **humedad en el suelo** y las exigencias del cultivo, reduce la población de plagas y enfermedades, y aumenta el valor económico de los cultivos (Almentero Espitia, 2008).

” Así mismo, según la FAO la rotación de cultivos, es importante para combatir el hambre en el mundo; ya que, si se siembra una misma especie en el mismo terreno, cada año caemos en lo que se conoce como monocultivo, el cual trae consecuencias poco favorables para nuestra producción, pues fomenta el incremento de malezas, plagas y enfermedades, que se hacen resistentes a métodos de control (López, 2016).”

Por otro lado, también, se puede mantener un control de malezas, ya que proporciona una distribución más adecuada de nutrientes en el perfil del suelo (los cultivos de raíces más profundas extraen nutrientes a mayor profundidad), ayuda a disminuir los riesgos económicos, en caso de que llegue a presentarse

alguna eventualidad que afecte alguno de los cultivos, y permite balancear la producción de residuos: se pueden alternar cultivos que producen escasos residuos con otros que generan gran cantidad de ellos (López, 2016).

Figura 56. *Rotación de cultivos.*



Fuente: FAO, 2007.

14.5.11. Asociación de cultivos

La asociación de cultivos es una técnica muy utilizada en la agricultura ecológica la cual se basa en sembrar dos o más especies diferentes de plantas en espacios contiguos o próximos. Las razones por las que se realiza esta técnica se basan en la producción de la diversidad de plantas por unidad de área, de modo que se trata de imitar los ecosistemas naturales y, además, conseguir que el área siempre se encuentre ocupada con algún cultivo para obtener un **periodo de cosecha prolongado**, manteniendo de esta forma la **soberanía alimentaria** ya que se tiene durante todo el año productos para el consumo. Además, la asociación de cultivos ayuda a reducir la dependencia de los productos químicos los cuales están utilizando actualmente en la producción de monocultivos (FAO, 2007).

Por otro lado, uno de los efectos positivos de la asociación de cultivos es que minimizan los brotes de enfermedades y plagas, ya que no hay un solo cultivo para que la plaga o la enfermedad pueda infestar, como están en continuo cambio de cultivos no le dan la oportunidad de desarrollar sus ciclos, y así de esta manera se mantiene el contorno y el equilibrio de la naturaleza.

Además, trae más beneficios gracias a la complementariedad que se establece entre los distintos cultivos asociados, la tierra, el espacio y el agua se aprovechan mejor que en los monocultivos. Esto es debido a que algunas plantas crecen en altura, mientras que otras cubren el suelo; hay plantas cuyas raíces se hunden profundamente, mientras otras extienden horizontalmente sus raíces.

Figura 57. Asociación de cultivos.

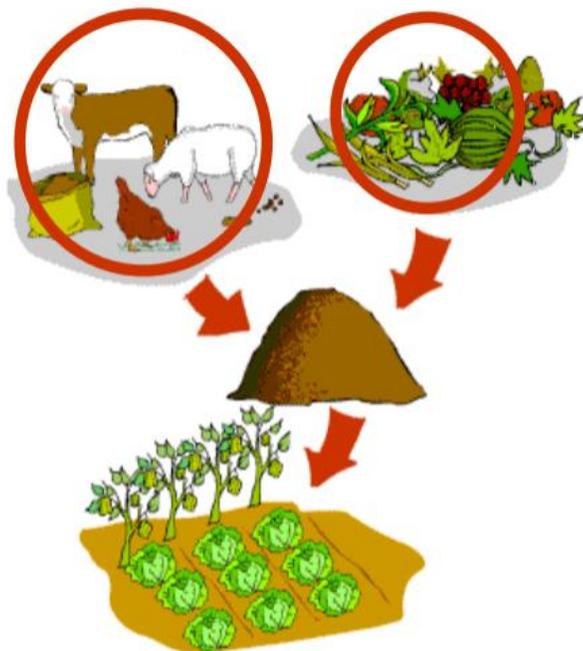


Fuente: FAO, 2007.

14.5.12. Biopreparados

Los biopreparados son sustancias y mezclas de origen de origen vegetal, animal o mineral que están presentes en la naturaleza como se puede observar en la Figura 58; tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos para la prevención y control de plagas y/o enfermedades. Teniendo en cuenta esto, se puede llegar a corregir los desequilibrios que se manifiestan en ataques de plagas y enfermedades, la agricultura urbana sostenible utiliza productos elaborados a partir de materiales simples, sustancias o elementos presentes en la naturaleza (aunque en algunos casos pueden incorporar productos sintéticos) que protegen y/o mejoran los sistemas productivos en los que se aplican y que se denominan biopreparados (FAO, 2010).

Figura 58. Mezcla de biopreparados.

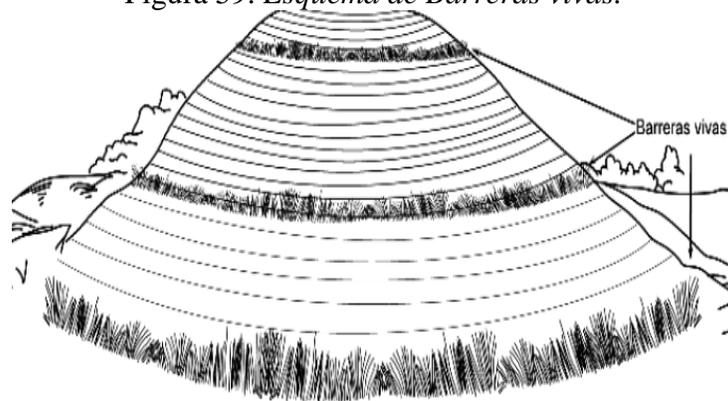


Fuente: FAO, 2007.

14.5.13. Barreras vivas

Las barreras vivas son una alternativa, ya que permite la **conservación del suelo** y del agua en la parcela. Estas barreras son cultivos que se siembran en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión. Poseen la característica de que se manejan tupidas en los surcos, con alta densidad; por este motivo actúan como barreras. Además, la importancia de esta práctica es que retiene la tierra que arrastra el agua dejando pasar solamente el agua que corre, también son multiuso porque proporcionan beneficios en pastos, leña, alimento para animales y humanos y funcionan para el mejoramiento del suelo. Teniendo como finalidad, evitar a largo plazo, la pérdida de fertilidad de suelos (FAO, 2011)

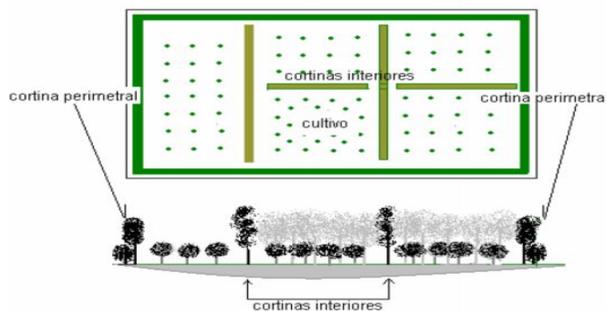
Figura 59. Esquema de Barreras vivas.



Fuente: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004.

Además, por el obstáculo que presenta las barreras vivas o cortinas rompe viento al flujo de viento como se puede observar en la Figura 60, la reducción de la velocidad es máxima en la zona inmediata a la barrera y aumenta a medida que se aleja de esta protección. La FAO, reporta que los porcentajes de reducción de la velocidad del viento son de 60 a 80% en la parte más cercana a ésta, y de 20% a distancias 20 veces la altura de la misma; La reducción máxima de la velocidad del viento, se obtiene en el área de protección equivalente a cuatro veces la altura de la cortina. Además, al **reducir la velocidad** del viento y disminuir el volumen de suelo en movimiento, la cortina resulta eficaz en la reducción del potencial erosivo de las corrientes de aire, considerando que estos son los principales causantes de la erosión eólica (Corpoboyacá, 2016).

Figura 60. Disposición de cortinas rompe vientos perimetrales e interiores en lotes de cultivos



Fuente: Corpoboyacá, 2016.

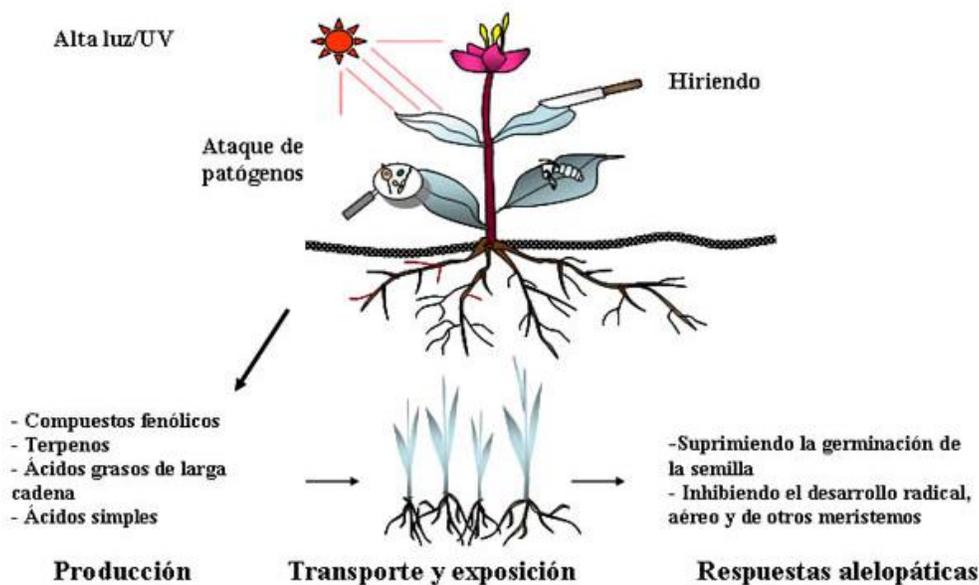
Además, las barreras vivas las cuales contribuyen a la **seguridad alimentaria**; reducen impactos de eventos climáticos extremos al interior y exterior de la finca, siendo de alturas mayores a dos metros, tienen el cargo de cortar vientos que disminuyen la humedad de los cultivos (Pérez, C. J. (2009).

14.5.14. Control alelopático

Los agroquímicos lanzados al mercado tenían bajos costos, lo que generó un aumento de la utilización en los países desarrollados y también en los países en desarrollo como es el caso de Colombia, donde eran escasamente usados y los salarios del sector rural son relativamente bajos. Actualmente su uso es desmedido, rutinario y costoso. Además, el uso de cultivos alelopáticos puede reducir definitivamente el costo del control de malezas, además afirma que esta práctica es más fácil de transferir a los agricultores en los sistemas de producción de bajos insumos que en los sistemas de altos insumos que incluyen el uso de agroquímicos como los herbicidas (FAO, 1991).

Sin embargo, esta alternativa consiste en el uso de especies que producen compuestos bioquímicos llamados “aleloquímicos” como se observa en la Figura 61, los cuales influyen positiva o negativamente sobre otra especie, denominada *control alelopático*; además, la Sociedad Internacional de Alelopatía (AIS), afirma que la alelopatía como las relaciones de inhibición o estimulación del crecimiento entre plantas, involucrado bacterias, hongos y algas (Isaza, J & et al. 2007).

Figura 61. Inducción de aleloquímicos



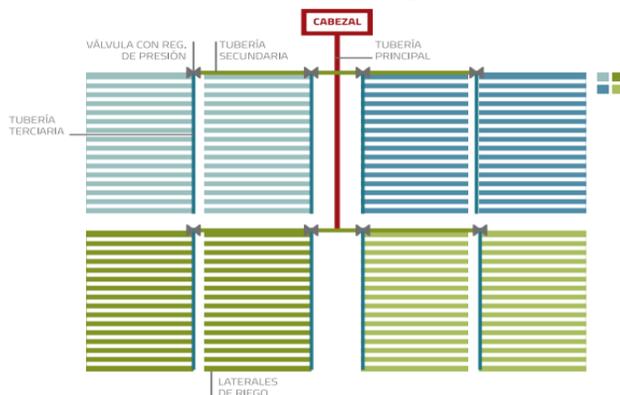
Fuente: Isaza, J & et al. 2007.

Además, esta es una alternativa agroecológica que se ha venido estudiando, y es de gran interés práctico a causa de las potencialidades para el control de malezas en los cultivos agrícolas, entre otras razones, por ejemplo, la posibilidad de sustituir total o parcialmente los agroquímicos por una tecnología de tipo ambiental, saludable, económica y con sólidos fundamentos científicos (García Castillo, R. 2005).

14.5.15. Riego por goteo

El riego por goteo se caracteriza por la aplicación lenta y localizada de agua a la planta, por medio de redes con tuberías de polietileno que cubre permanentemente la superficie del cultivo, así mismo el agua se distribuye por conductos cerrados que requieren de presión, aportando la cantidad suficiente de recurso hídrico para un **buen desarrollo de la cosecha** (Llotta, 2015). Un sistema de riego por goteo debe incluir: el área que se riega con cabezal, el conjunto de superficies que se desea abastecer del sistema y el conjunto de unidades de riego, como se muestra en la Figura 62

Figura 62. Sistema de riego por goteo presurizado industrial.



Fuente: Llotta, 2015

Sin embargo, existen maneras más sencillas, económicas y caseras de fabricar un riego por goteo con el fin de tener irrigación efectiva, aprovechando materiales como plástico y madera, localizando los puntos críticos del cultivo, es decir las plantas o zonas donde se va a necesitar mayor cantidad de agua y finalmente, habilitar la válvula de seguridad (Erenovable, 2016), como se muestra en la de la Figura 63. Además, la posibilidad de efectuar riegos con frecuencia permite reducir notoriamente el peligro de stress hídrico, ya que es posible mantener la **humedad del suelo** a niveles óptimos durante todo el periodo de cultivo, mejorando las condiciones para el desarrollo de la planta (Llotta, 2015). También, el riego por goteo evita la contaminación de los mantos freáticos, conserva en proporciones mínimas la **composición del suelo**, y reduce la presencia de malezas no deseadas (Semis, 2018).

Figura 63. Sistema de riego por goteo casero.



Fuente: Erenovable, 2016.

14.5.16. Sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia

Este sistema es un medio fácil y sensato de obtener agua para el uso agrícola; en aquellos lugares con alta o media precipitación y en donde no se cuenta con la suficiente cantidad y calidad de agua, se puede recurrir al agua de lluvia como fuente de abastecimiento como se puede observar en la Figura 64. El agua de lluvia puede ser interceptada, colectada y almacenada en depósitos especiales para su uso posterior. Esto hace posible hacer más llevadero el tiempo de sequías (PRIICA, 2016).

Figura 64. Sistema de recolección para agua lluvia.



Fuente: PRIICA, 2016.

Para uso agrícola, se requieren mayores superficies de captación, por lo que se requieren superficies permeables extensas, para colectar la mayor cantidad de agua posible. La cosecha de agua se determina por la superficie de captación; entre mayor es la superficie mayor será la captación pluvial; las tuberías utilizadas para el desalojo de agua pluvial pueden ser utilizadas para los sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia (PRIICA, 2016). Además, este sistema disminuye la **erosión del suelo** ya que el agua de lluvia recarga los acuíferos; también conserva las reservas de agua como los ríos y los lagos. Además, al utilizarla se reduce la sobreexplotación de fuentes dulces de agua y favorece la sostenibilidad del ecosistema.

14.5.17. Triple Lavado

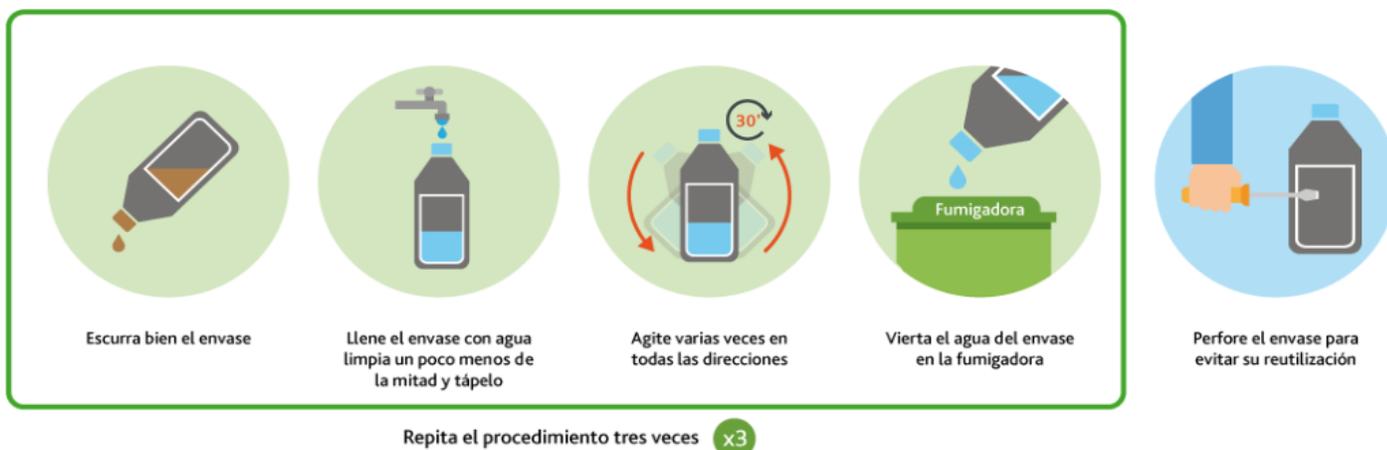
Los envases de agroquímicos se catalogan como residuos peligrosos (RESPEL); si se tiene un manejo inadecuado de estos envases, produce generación de residuos peligrosos y riesgos para la salud y medio ambiente. Por lo tanto, se requiere hacer un plan de manejo ambiental para el uso adecuado de estos productos específicamente en el sector agrícola; para esto se debe tener en cuenta una disposición final adecuada; además de la lectura y comprensión correcta aprovechando la totalidad de las partes de la etiqueta para uso el uso de los agroquímicos durante y después de la aplicación del producto.

Además, se tuvo en cuenta que las veredas del municipio de Subachoque cuentan con un programa de posconsumo por medio de la empresa Campo Limpio, según testimonio dada por el director de la UMATA; pero en la vereda Cascajal que es el área de estudio de este proyecto, se tuvo el testimonio del agricultor Luis Jorge Acero, en donde comentó que esto no se cumple, ya que no tienen un acompañamiento o capacitaciones para realizar una disposición final adecuada de estos envases vacíos.

Por este motivo, muchos de ellos los dejan en un centro de acopio ubicado en la vereda o en algunos casos los entierran.

De acuerdo a esto, se pudo evidenciar que el problema para este caso de estudio es por la acumulación de residuos peligrosos correspondientes a los envases de agroquímicos, e igualmente que los agricultores no tienen conocimiento de cómo realizar el triple lavado y qué hacer con el destino final del agua empleada para realizar el procedimiento de triple lavado como se puede observar en la Figura 66, aunque esta indicación está incluida dentro de la etiqueta de los productos agroquímicos plásticos en la parte precauciones y advertencias: “Realizar Triple Lavado de los envases, inutilizarlos y eliminarlos de acuerdo con las instrucciones de las autoridades competentes (Campo limpio, 2016)”.

Figura 65. Procedimiento de triple lavado.



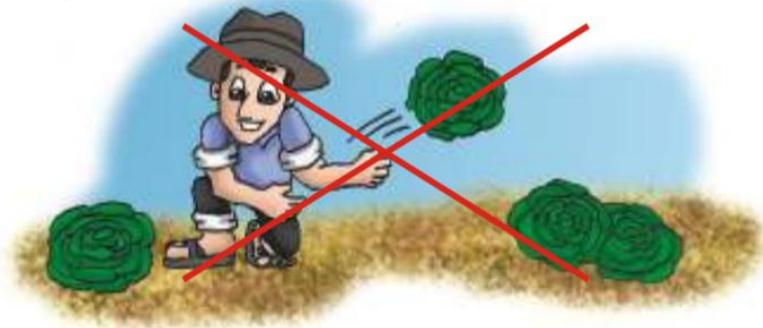
Fuente: Logihfrutic, 2017.

Además, al realizar este procedimiento, se está integrando la **protección de los recursos naturales**, ya que según el Ministerio de Ambiente: su objeto es promover una producción más limpia, que permita generar un producto final más respetuoso con el ambiente, como resultado de un proceso que incorpora en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos las **mejores prácticas ambientales**.

14.5.18. Conservación de los alimentos

La conservación de los alimentos es un conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de producción, transporte, venta y consumo realizados con el objetivo de garantizar la vida e higiene de los alimentos. Se parte de la idea inicial de que los alimentos son productos perecederos y es necesario poseer ciertas condiciones y realizar ciertos tratamientos para que sea posible su conservación. Por lo tanto, es necesario evitar dañar los productos cosechados (granos, tubérculos, raíces, vainas, etc.), ya que estos pueden ser fuente de contaminación de todo el lote cosechado como se observa Figura 66. Además, para disminuir la pérdida de estos, en el envasado de la cosecha, se debe tener cuidado con los sacos reutilizados, verificar su origen, su estado y limpieza de los materiales en los cuales se envasa o almacena la cosecha (no utilizar envases de productos químicos (AEDES, 2014).

Figura 66. *Cuidado de los productos durante su cosecha.*



Fuente: AEDES, 2014.

En cuanto a la forma del almacenamiento de los alimentos, se debe realizar una limpieza del almacén como se puede ver en la Figura 67 al lado izquierdo antes de almacenarlo eliminando aquellos focos de posible contaminación. (nidos de insectos roedores restos de otros productos almacenados etc.); no deben ser guardados juntos con los productos orgánicos con los productos convencionales, y estos deben estar claramente identificados y en ambientes separados como se observa en la Figura 67 al lado derecho, adicionalmente, se debe tener en cuenta el porcentaje de humedad en el cual, se encuentra el almacén. Respecto a la prevención de roedores y otras plagas en el almacén se recomienda emplear plantas repelentes como la muña, la cual permite un manejo preventivo y de control agroecológico (AEDES, 2014).

Figura 67. *Limpieza del almacén y almacenamiento de los productos.*



Fuente: AEDES, 2014.

14.5.19. Incentivar prácticas agrícolas familiares

Se considera agricultura familiar la producción agrícola a pequeña escala, desarrollada en fincas que son unidades domésticas de producción y consumo, con mano de obra familiar no remunerada como principal fuerza laboral. Además, constituye un pilar fundamental para el mejoramiento de los niveles de **producción y productividad**, especialmente en la promoción del mejoramiento de la calidad de vida de

las poblaciones que se dedican a su implementación. Sus principales características son: relación entre producción para el autoconsumo y venta de productos; relación del trabajo en lo propio y trabajo fuera de la finca, y diversificación de sus actividades de producción (por la cantidad, calidad y ubicación de la tierra) (FAO, 2011).

Por lo tanto, se quiere proponer esta alternativa con el propósito de reducir la mano de obra externa y por qué es la nueva orientación de la agricultura familiar hacia la agroecología, es decir estima una buena productividad y se puede establecer un sistema de manejo y conservación agrícola para tener una capacidad de recuperación de los agroecosistemas tradicionales frente a la cambiante dinámica de los medios ambiente y económico; al tiempo que contribuye sustancialmente a la **seguridad alimentaria** a escala local, regional y nacional (Altieri & Toledo, 2011).

“Sin embargo, Toledo también afirma que la pequeña producción agrícola, que generalmente es de carácter familiar y muchas veces de familias agrupadas en comunidades rurales (campesinas o indígenas), resulta más productiva tanto en términos económicos como ecológicos (Toledo, 2002)”

Por lo tanto, esta alternativa es una perspectiva de un desarrollo rural sustentable, la supremacía de las pequeñas producciones obliga a generar modelos agroecológicos de pequeña escala que sean apropiados a las condiciones ambientales, culturales y productivas de cada región (Toledo, 2002).

14.5.20. Calidad, inocuidad de los alimentos e indicadores de prohibición

La inocuidad de los alimentos hace referencia al conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, **no representen un riesgo para la salud** (Minsalud,2019). La inocuidad, es de gran importancia, ya que se debe tener en cuenta toda la cadena alimentaria puesto que se considera que algunos problemas pueden tener su origen en la producción primaria, es decir en la finca, y se transfiere a otras fases como el procesamiento, el empaque, el transporte, la comercialización y aún la preparación del producto y su consumo (Minsalud, 2019), esto se puede observar en la Figura 68.

Figura 68. Fases de procesamiento de los agro alimentos.



Fuente: FAO, 2007.

De acuerdo a esto, también es necesario que, a partir de la preparación del lote, se debe verificar alrededor si hay fuentes de contaminación (criaderos de animales, peligros de inundación, relave minero) como se puede observar en la Figura 69, y es necesario que se encuentren a menos de 1 km del lugar donde se realiza la labranza; esto es con el fin de obtener una inocuidad de los productos.

Figura 69. *Parámetros para la producción de alimentos en el lote.*



Fuente: AEDES, 2014.

Por lo tanto, la inocuidad en dichas cadenas agroalimentarias, se considera una responsabilidad conjunta del Gobierno, la industria y los consumidores. El primero cumple la función de rectoría al crear las condiciones ambientales y el marco normativo necesarios para regular las actividades de la industria alimentaria en el pleno interés de productores y consumidores. Por lo tanto, los productores, por su parte, son responsables de aplicar y cumplir las directrices dadas por los organismos gubernamentales y de control, así como de la aplicación de sistemas de aseguramiento de la calidad que garanticen la inocuidad de los alimentos (Minsalud, 2019).

Por otro lado, los transportadores de alimentos tienen la responsabilidad de seguir las directrices que dicte el Gobierno para mantener y preservar las condiciones sanitarias establecidas cuando los alimentos y productos estén en su poder con destino al comercializador o consumidor final (Minsalud, 2019).

“Así mismo, según la FAO, los alimentos no se deben transportar junto animales, fertilizantes, ni agroquímicos. Los alimentos se deben transportar en un medio de transporte limpio, en buen estado y que cumpla con las normas de tránsito (FAO, 2007), como se puede observar en la Figura 70.

Figura 70. *Transporte de los agro alimentos.*



Fuente: FAO, 2007.

Los comercializadores cumplen con la importante función de preservar las condiciones de los alimentos durante su almacenamiento y distribución como se puede observar en la Figura 71, además de aplicar, para algunos casos, las técnicas necesarias y lineamientos establecidos para la preparación de los mismos (Minsalud, 2019).

Figura 71. Comercialización de alimentos.



Fuente: FAO, 2007.

Los consumidores, como eslabón final de la cadena, tienen la responsabilidad de velar que la preservación y/o almacenamiento y preparación sean idóneos, de modo que el alimento a ser consumido no presente riesgo para la salud. Además, deben denunciar faltas observadas en cualquiera de las etapas de la cadena, pues finalmente todos somos consumidores (Minsalud, 2019), esto se puede observar en la Figura 72.

“Sin embargo, la FAO, en primera instancia el producto contará con un reconocimiento en el empaque que le permitirá diferenciarse; también, el consumidor podrá reconocer su producto en la tienda o supermercado y mediante el sello se podrá informar de cómo fue producido (FAO, 2007)”

Figura 72. Consumidores.



Fuente: FAO, 2007.

Por otro lado, con respecto a los indicadores de prohibición, se hace referencia que, durante la cosecha, se prohíba el ingreso de animales a la zona; las personas que trabajan deben estar informadas de esta medida o deben especificar por medio de letreros indicando esta prohibición, como se puede observar en la Figura 73.

Figura 73. *Prohibir la entrada de animales durante la cosecha.*



Fuente: AEDES, 2014.

14.5.21. Asesoría continua de las prácticas agrícolas

Esta alternativa tiene como objetivo la prestación de asistencia técnica y/o acompañamiento integral para los agricultores para proyectos productivos agrícolas, en donde les permita tener una asesoría externa por parte de profesionales del agro, especialmente por parte de la UMATA, en donde busque orientar los procesos técnicos viables durante todo el ciclo productivo agrícola, y a su vez, permita fortalecer las capacidades productivas, comerciales y de gestión que garanticen su crecimiento competitividad, sostenibilidad ambiental y social.

Por esta razón, es necesario que se hagan elaboraciones de planes de asistencia técnica agronómica enfocadas a la educación ambiental para innovar con alternativas agroecológicas; para esto es necesario tener como orientación un manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) enfocadas a los principios agroecológicos para innovar la conservación de los recursos naturales y agrícolas (manejo de los suelos, control del agua), y fortalecer la seguridad alimentaria; el uso de recursos renovables; la minimización del uso de productos tóxicos; y la conexión directa entre agricultores.

14.5.22. Sistemas participativos de garantías

Esta es una alternativa, que hace referencia a la Vía Campesina, que se refiere al movimiento encargado de coordinar organizaciones campesinas de pequeños y medianos agricultores, trabajadores dedicados al sector agrícola, mujeres y comunidades. Por lo tanto, esto quiere garantizar la soberanía alimentaria, esto es para limitar el dominio de las grandes industrias sobre la venta de alimentos estructurando así, diferentes estrategias para la creación de canales cortos de comercialización de estos, en los cuales, están relacionados

directamente los involucrados en la producción y compra de los productos, como lo afirman los mismos autores (Calle & Gallar, 2010).

Teniendo en cuenta principios agroecológico, se propone la creación de Sistemas Participativos de Garantía, los cuales, pretenden dejar a un lado la “democracia elitizada”, abarcando principios de relación entre vecinos, compartir diferentes culturas e inculcando el apoyo entre ellos mismos, con el fin de obtener precios justos y estables acordados entre consumidor y vendedor (Calle & Gallar, 2010). Además, tiene como beneficios la igualdad económica en la venta de productos, realizar propuestas para beneficio de la comunidad, integración cultural, y no se recurre a intermediarios para la venta de los productos.

14.6. Evaluación de alternativas

Para la evaluación de las alternativas, se tuvo en cuenta cada una de las alternativas agroecológicas mencionadas anteriormente, en donde se tuvo en cuenta cada una de las dimensiones, es decir la ecológica, social y económica; aunque también se hizo referencia a algunos parámetros para cada variable de cada una de las dimensiones como se puede observar en la Tabla 31, esto se hizo con el fin para tener una evaluación correcta y que se ajuste a las condiciones de la zona de estudio.

Tabla 31. Matriz técnica de análisis de alternativas.

Alternativas	Ecológico				Social			Económico		Total
	Suelo	Agua	Aire	Cultivo	Seguridad alimentaria	Asistencia técnica	Organización comunitaria	Costos	Producción	
Bienestar de los trabajadores	X	X	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	21
Labranza de conservación	XX	XX	X	X	X	X	XX	X	XX	13
Cobertura vegetal	XX	X	X	XX	XX	XX	X	XXX	XXX	17
Selección de semillas	XX	X	X	XX	XXX	XXX	XXX	X	XX	18
Secar semillas	XX	X	X	XX	XX	XX	X	XX	XX	15
Realizar siembra directa	XXX	XX	X	XXX	XXX	XX	XX	XXX	XXX	22
Compost	XXX	XX	XX	XX	X	XXX	X	XXX	XXX	20
Abonos verdes	XX	XXX	X	XXX	XX	XXX	XXX	XXX	XX	22
Humus de lombriz	XX	X	X	X	X	XX	X	XX	XX	13
Rotación de cultivos	XXX	XX	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	24
Asociación de cultivos	XXX	XX	X	XXX	X	XXX	XXX	XXX	XXX	21
Biopreparados	XX	X	X	XXX	XX	XXX	XX	XXX	XXX	20
Barreras vivas	XX	XXX	XXX	XX	XX	XXX	XXX	XX	XXX	23
Control alelopático	XX	X	X	XXX	XXX	X	X	XXX	XXX	18
Riego por goteo	X	XX	X	X	X	XX	X	X	X	11
Sistema de recolección y aprovechamiento de agua lluvia	X	XXX	X	XX	X	X	X	X	XX	13
Triple lavado	XXX	XX	XX	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	23
Conservación de alimentos	X	X	X	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	19
Incentivar prácticas agrícolas familiares	X	X	X	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	19
Calidad, inocuidad de los alimentos	X	X	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	21
Asesoría continua de prácticas agrícolas	XX	X	X	XXX	XX	XXX	XXX	X	XX	18
Sistemas participativos de garantías	X	X	X	X	XXX	XXX	XXX	X	X	15

Objetivo específico N°3: Elaborar un modelo de sistema productivo agroecológico con lineamientos ecológico, sociales, y económicos y ecológicos para generar mayor sostenibilidad del funcionamiento integral del sistema agrícola.

14.7. Presentación de alternativas seleccionadas

De acuerdo a la calificación realizada por medio de la matriz técnica de análisis de alternativas, se obtuvo para cada dimensión cuales son viables para aplicar de acuerdo a las condiciones de la zona de estudio, por consiguiente, se muestra la aplicabilidad a corto, mediano y largo plazo que se estableció con ayuda de los informantes, para tener una visión realista. Además, también se realizó el modelo agroecológico propuesto de acuerdo a cada una de las alternativas planteadas.

14.7.1. Dimensión ecológica

Las alternativas que se seleccionaron en esta dimensión, se basaron en las buenas prácticas agrícolas (BPA) que pueden ser ajustadas y aplicadas en el sistema productivo de la zona de estudio, sin embargo, también se tuvo en cuenta un enfoque ingenieril para generar sostenibilidad en un periodo de transición del sistema productivo convencional, y así lograr la conservación de los recursos naturales, por medio del mejoramiento de la calidad de los suelos, aumentando la disponibilidad de agua, incrementando la biodiversidad, logrando que sean óptimas y aplicables a la finca caso de estudio con ayuda de las prácticas agroecológicas propuestas. Esto se evidencia en la Figura

Inicialmente, en la **selección de semillas**, se propone comprar las que estén adaptadas a las condiciones específicas de la zona, y que se tengan garantía para conseguir un germinado adecuado. Además, es recomendable revisar el envase por parte de los agricultores para que tengan conocimiento de cuando termina la fecha de garantía para poder plantarse, ya que muchas de las semillas pueden germinar bastante tiempo de esta fecha de caducidad (Botanical, 1999), sin embargo, para asegurar un germinado ideal no debería guardarse más tiempo que el aconsejado por el vendedor. Estas recomendaciones son para que tenga una buena germinación, ya que depende del estado en que estén tratadas, guardadas, y almacenadas en condiciones ideales de temperatura y oxigenación.

Con respecto a la **siembra directa** es una alternativa fundamental en la agroecología, ya que busca no alterar la estructura del suelo, y así, reducir labranzas para evitar la degradación del suelo y tener aprovechamiento del agua, por ende, la investigadora propone siembra directa en surcos con matraca, es decir, se siembra una cantidad constante de semillas directamente en el surco de forma mecánica manual, además, si se utiliza esta técnica se puede sembrar en el fondo del surco. Para esto, es recomendable tener una distancia de 5 cm entre planta y planta, y de 1.10 cm entre surco y surco, esto para el caso de la arveja, en cambio para la papa, es necesario dejar una distancia de 30 cm entre planta y planta, colocando una semilla por sitio.

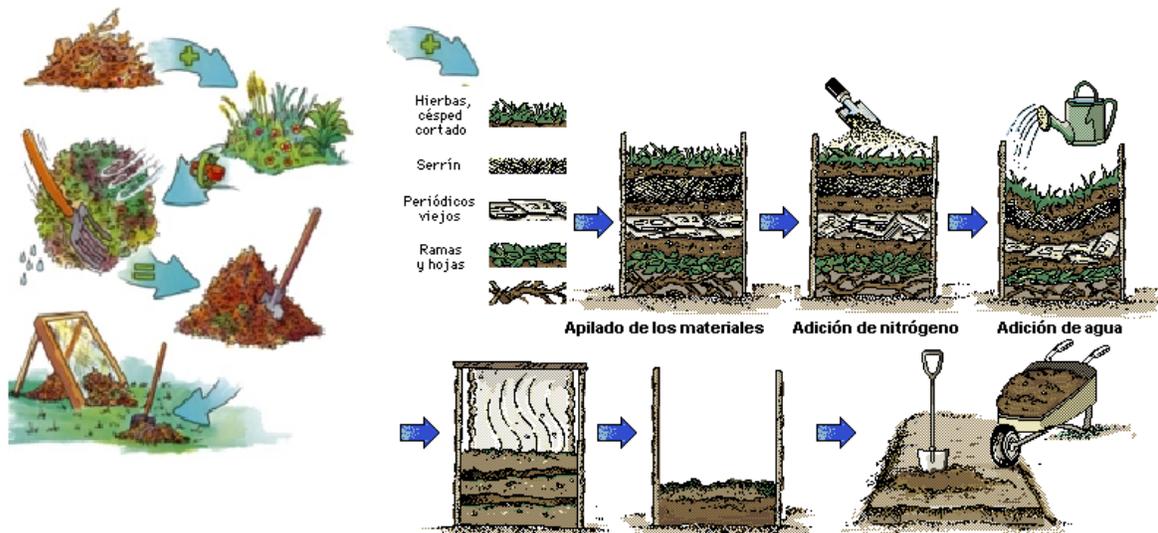
Figura 74. Siembra directa con matraca.



Fuente: FAO, 1998.

Para la alternativa de **compost** es una práctica ampliamente aceptada como sostenible, y ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible (Gómez, 2006), este se ubicó en el área siete (7). Para esto, se debe realizar con materia verde, es decir con hierbas del césped cortado, ramas y hojas, residuos orgánicos como cascaras de huevo, banano, manzana, e inclusive se puede agregar estiércol de bovinos y adicionar agua, sin embargo, se puede observar en la Figura 75 las capas recomendables para realizar el compostaje, el orden y los insumos para su mezcla.

Figura 75. Proceso del compostaje.



Fuete: Gómez, 2006.

Para el **abono verde** debe cosecharse en el lote 4, por ende, la investigadora propone seleccionar siembra por técnica de voleo esparciendo las semillas lo más uniformemente posible en el terreno, por consiguiente, es recomendable cortarlo y enterrarlo en el mismo lote cuando este en época de floración.

Por lo tanto, debe ser implementado por plantas leguminosas, ya que son fijadoras de nitrógeno atmosférico en simbiosis bacterianas, a partir de la floración, además tienen una descomposición rápida sin casi generar humus. Por consiguiente, es recomendable utilizar especies como: Fenogreco, guisante y haba forrajera, teniendo en cuenta que estas especies son buena cobertura para el suelo; crucíferas, ya que generan mucha biomasa en poco tiempo, con especies de crecimiento rápido (45 - 60 días) e igualmente tienen descomposición rápida al inicio de la floración, por ende, son recomendables las especies de: nabo forrajero y colza, ya que evitan la pérdida de nitrógeno por lixiviación (Borja, 2005).

Por otro lado, la **rotación de cultivos**, debe ser programada y organizada, es decir que, lo recomendable es alternar plantas de diferentes familias, en este caso se propuso cultivar en el primer año sembrar una herbácea (papa) y luego una leguminosa (arveja), esto con el fin de tener un control de enfermedades y plagas en los cultivos. De acuerdo a esto, se seleccionó el área 2 únicamente destinada para la venta y autoconsumo, es decir se propone tres lotes para los cultivos correspondientes, los cuales son: en el lote 3.1 en el cual se propone la siembra de papa, en el lote 3.2 arveja, y el en el lote 3.3 abono verde, esto es para mantener la fertilidad del suelo sin disminuir su rendimiento, a su vez, garantizar la sostenibilidad de los nutrientes y la biodiversidad de las especies en la zona de estudio.

Para la alternativa de **asociación de cultivos**, se propone destinar el lote 1 para venta y autoconsumo para la siembra de zanahoria y lechuga, ya que estas especies con velocidad de crecimiento diferente, evitan la competencia entre ellas en un mismo momento, y a su vez, hay más cosechas por unidad de superficie, un mejor aprovechamiento del agua de riego o un ahorro de tareas de desherbado (Borja, 2005).

En cuanto, a los **biopreparados**, se propuso su adecuación en el área 2; se clasifica de acuerdo a la preparación del mismo, en primer parte, los biofungicidas se preparan con elementos minerales y/o partes vegetales, es decir una mezcla entre: sulfato de cobre, cal viva y agua lluvia reposada, las cuales que poseen propiedades para impedir el crecimiento o eliminar hongos como: Ascochyta, botrytis y mildew velloso, que provocan enfermedades en las plantas o son las que atacan comúnmente los cultivos de arveja, por ende, se recomienda aplicar mediante rociado, pulverizado o remojado, en el caso de las semillas. Además, según la FAO, (2010) el tratamiento puede realizarse de manera preventiva con el fin de proteger a las plantas antes de que se enferme, es decir, se aplica recubriendo la parte externa de la planta, y actúa como una barrera contra el hongo que potencialmente puede producir la enfermedad, o curativa cuando se presentan los primeros síntomas.

De igual forma, se propone la implementación de bioinsecticidas, los cuales se preparan a base de sustancias naturales con propiedades reguladoras, de control o eliminación de plagas como: Trozadores, barrenador y minador que se presentan en los cultivos de la zona de estudio. Para esto, los bioinsecticidas más conocidos esta producidos a partir de infusiones de purines, y este compuesto por plantas secas de ortigo y agua lluvia, seguido de la mezcla de los materiales se puede recurrir a realizar la aplicación sobre el cultivo, sin embargo, se considera que la planta que no es atacada por un insecto, puede convertirse en insumo para su preparación (FAO, 2010).

Por otro lado, se seleccionó **barreras vivas**, en donde se recomienda la especie Roble (*Quercus humboldtii*), ya que la UMATA brinda semillas de esa especie de manera gratuita a los habitantes del municipio, además las barreras vivas con árboles, ayudan a reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios, reducir el movimiento del suelo y protegerlo de los procesos erosivos, conservar

la humedad del suelo, reducir la acción mecánica del viento sobre el cultivo (Cenicafé, 2013). De acuerdo a esto, los agricultores deberían aprovechar ese beneficio para la protección de sus cultivos.

Por otro lado, el **control alelopático** hace parte del manejo agroecológico de los cultivos, ya que es una técnica natural y ecológica, teniendo el potencial de ser única para el control de malas hierbas, y una agricultura sostenible. Por ello es necesario conocer las interacciones que existen entre las diferentes plantas, con el fin de controlar el crecimiento de malezas que se presenta en el cultivo de arveja, como: *Brassica campetris*, *Amaranthus* y *pennissetum clandestium*, sin tener que usar agrotóxicos que suben costos de producción, por ende, se recomienda la utilización de pajas *Tagetes paula*, y residuos de cosecha (mulch) que supriman el crecimiento de las malezas por vía alelopática (Blanco, 2006).

Por otro lado, es necesario realizar correctamente el ciclo de vida de los productos, desde la compra hasta su disposición final, es decir que para el almacenamiento es necesario tener estimado un almacén de insumos agrícolas, en donde se propuso el área 5, debido a que no tienen un lugar destinado para sus equipos de protección (EPP), fumigadora, agroquímicos y demás implementos necesarios para sus labores agrícolas. Esto se requiere para tener una buena organización, evitar posibles contaminaciones, y así proteger la salud tanto del agricultor como el de su familia.

También, se evidenció que hay un manejo inadecuado de la disposición final de los envases, en donde, se propuso el área 8 para que los agricultores puedan realizar un proceso como el de cortar los envases de agroquímicos, es decir una mesa biológica, con el fin de cerrar el ciclo de vida por medio del **triple lavado** y así dar la disposición final correcta, y así evitar que no los sigan quemando o dejando en el suelo los envases aumentando su volumen como se evidenció en el objetivo específico uno. Por lo tanto, al finalizar este procedimiento se propone un área 9, el cual está destinado al centro de acopio, ya que la empresa campo limpio no tiene total compromiso en las fechas de recolección.

Figura 76. Alternativas seleccionadas en la dimensión ecológica.



Fuente: Autor, 2019.

14.7.2. Dimensión social

Para esta dimensión la investigadora procedió a seleccionar las alternativas que incentiven principalmente a la mejora de seguridad alimentaria, auto aprendizaje, prevención de riesgos, inocuidad de alimentos, mayor participación para tener una mejor organización comunitaria y asistencia técnica como se muestra en la Figura 77, esto con el fin de cambiar algunos hábitos entorno a su finca, para esto deben tener interés. Sin embargo, deben tener compromiso para asistir a juntas de acción comunal y/o capacitaciones que se presente, así sea en horas laborales, y que les permite adquirir conocimiento acerca de: la preparación del suelo, siembra, aplicación y dosis de insumos, cosechas, poscosecha, almacenamiento, transporte, y comercialización. Esto permite reducir costos de mano de obra externa, y a su vez mejorar el rendimiento y/ productividad de los cultivos.

De acuerdo a esto, en primera parte se escogió la alternativa de: **bienestar de los trabajadores**, debido a que se identificó que no tienen asistencia técnica y/o capacitaciones relacionadas a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), las cuales son importantes porque radica en mantener armonía entre el medio ambiente, el personal operario (productor) y el consumidor. Por lo tanto, se recomienda asistir a capacitaciones relacionadas al manejo de agroquímicos/fertilizantes, higiene, equipos de protección personal (EPP) y en primeros auxilios, e igualmente realizar chequeos de salud tanto de los trabajadores como de sus familias.

Por otro lado, para la alternativa de: **Calidad, inocuidad de los alimentos e indicadores**, se quiere buscar alimentos sanos, no contaminados y de mayor calidad para mejorar la nutrición y alimentación. De acuerdo a lo anterior, se quiere implementar, debido se identificó un porcentaje de fuentes de contaminación a menos de 1 km, como lo son: criadero de dos bovinos, labranza y centro de acopio inadecuado en la finca del área de estudio, y mezcla de agroquímicos. Para esto, en primer parte se recomienda establecer canecas o un almacenamiento de agroquímicos en su disposición final, ya que el predio debe está libre de contaminantes químicos; es importante señalar y controlar el movimiento de los bovinos para impedir que haya contacto y/o acercamiento a los cultivos para evitar la contaminación cruzada, es decir que estén fuera del área del cultivo.

Además, también es importante incentivar **prácticas agrícolas familiar**, ya que como se evidencio, el encargado de la finca es únicamente el agricultor de la finca Casa Blanca, ya que su familia tiene otras funciones dentro del núcleo familiar, por ende, se recomienda que por parte del agricultor comparta sus conocimientos con su familia para que tengan interés en las prácticas agrícolas, y así poder establecer un cronograma para dividir actividades y cada uno tenga función en el sistema productivo, reduciendo mano de obra externa.

Para la **conservación de los alimentos**, es necesario tener un cuidado especial con la manipulación del alimento desde el lugar de cosecha, transporte y almacenamiento para evitar su contaminación. Por lo tanto, se recomienda una tener una buena higiene personal, instalaciones adecuadas para su conservación, una guía que indique los requerimientos que deben seguir en este proceso, así como la limpieza y desinfección de las instalaciones y los materiales que estarán en contacto con los alimentos.

También es importante, la **asesoría continua de prácticas agrícolas**, ya que se identificó que no hay un acercamiento entre la UMATA y los agricultores, por ende, es importante que tengan asistencia técnica,

esto con el fin de que aprendan y tengan conocimiento de conservar los recursos naturales, gestión del suelo y nutrición de los cultivos, gestión de residuos, entre otros temas. Por lo tanto, se propone realizar un buzón de sugerencias para que los agricultores tengan más cercanía a la UMATA, y tomar cursos gratuitos con temas relacionados a las BPA para tener un autoaprendizaje y crecimiento personal en sus labores agrícolas.

Figura 77. Alternativas seleccionadas en la dimensión social.



Fuente: Autor, 2019.

14.7.3. Dimensión económica

Para esta dimensión, se estableció únicamente la alternativa de sistemas participativos de garantías, ya que es una herramienta que permite la soberanía alimentaria, es decir con el fin de promover el intercambio y comercialización solidaria en mercados locales, pero que sea estrictamente relacionado entre el vendedor y consumidor final. Por lo tanto, es necesario crear grupos formales para tener una participación activa y se construyen a partir de la confianza, las redes sociales y el intercambio de conocimientos. Esto se quiere establecer, ya que esos criterios garantizan la calidad que prioriza a producción agrícola nivel local para alimentar a la población, en donde los productores del sector agrícola planifican las actividades en la finca, es decir tienen la posibilidad de contactar redes de compra las cuales sean confiables para entregar sus productos y se obtengan o lleguen a un acuerdo de un precio justo.

De acuerdo a lo anterior, se muestra de manera gráfica los beneficios y recomendaciones de esta alternativa propuesta, como se evidencia en la Figura 79, por ende en la numeración 1 y 2 se puede observar el acuerdo que se hace directamente entre productor y consumidor final; en el 1.1, se muestra que esto lo realizan porque su principal fuerza de trabajo es la propia familia, por eso es recomendable transmitir saberes de generación en generación; en el 1.2 se observa que producen de manera diversificada y propician el uso sustentable de la tierra; en el 2.1 promueven espacios de comercialización, sin intermediarios para la venta y esto ayuda a que no hayan cadenas medias para transportarlos a Bogotá,

en el 3 se pudo observar que gracias al acuerdo que hagan generan más fuente de trabajo en el ámbito rural como se evidencia en el 3.1. Esto, es con la finalidad de que la totalidad de las ganancias sea exclusivamente para personas encargada del sistema productivo.

Figura 78. *Alternativa dimensión económica.*



Fuente: Autor, 2019.

14.8. Alternativas seleccionadas clasificadas a corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo a las alternativas seleccionadas anteriormente, y con ayuda de los informantes que hicieron posible la realización de este proyecto, se pudo establecer de manera más realista la clasificación a corto, mediano y largo plazo, ya que para pasar de un cultivo convencional a uno agroecológico es necesario establecer un periodo de tiempo de acuerdo a las posibilidades que tienen los agricultores. Para esto se propuso una escala del periodo de tiempo, teniendo en cuenta la duración de cada uno como se evidencia en la Tabla 32, y por medio de esto

Tabla 32. *Escala de tiempo.*

Periodo de tiempo	Duración (años)
Corto Plazo	< 2
Mediano Plazo	2 – 5
Largo Plazo	5 - 10

Fuente: Autor, 2019.

Por lo tanto, gracias a esa escala de tiempo, se pudo determinar de forma más clara y realista en el tiempo que se pueden aplicar las alternativas seleccionadas ajustadas a las condiciones de estudio, teniendo en cuenta las dimensión ecológica, social y económica. Esto se evidencia en la Tabla 33.

Tabla 33. *Alternativas seleccionadas clasificadas a corto, mediano y largo plazo.*

Alternativas	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Bienestar de los trabajadores	X		
Selección de semillas	X		
Realizar siembra directa	X		
Compost	X		
Abonos verdes	X		
Biopreparados	X		
Rotación de cultivos	X		
Asociación de cultivos	X		
Biopreparados	X		
Barreras vivas		X	
Control alelopático		X	
Triple lavado			
Conservación de los alimentos	X		
Incentivar prácticas agrícolas familiares		X	
Calidad, inocuidad de los alimentos e indicadores de prohibición	X		
Asesorías continuas de prácticas agropecuarias		X	
Sistemas participativos de garantías			X

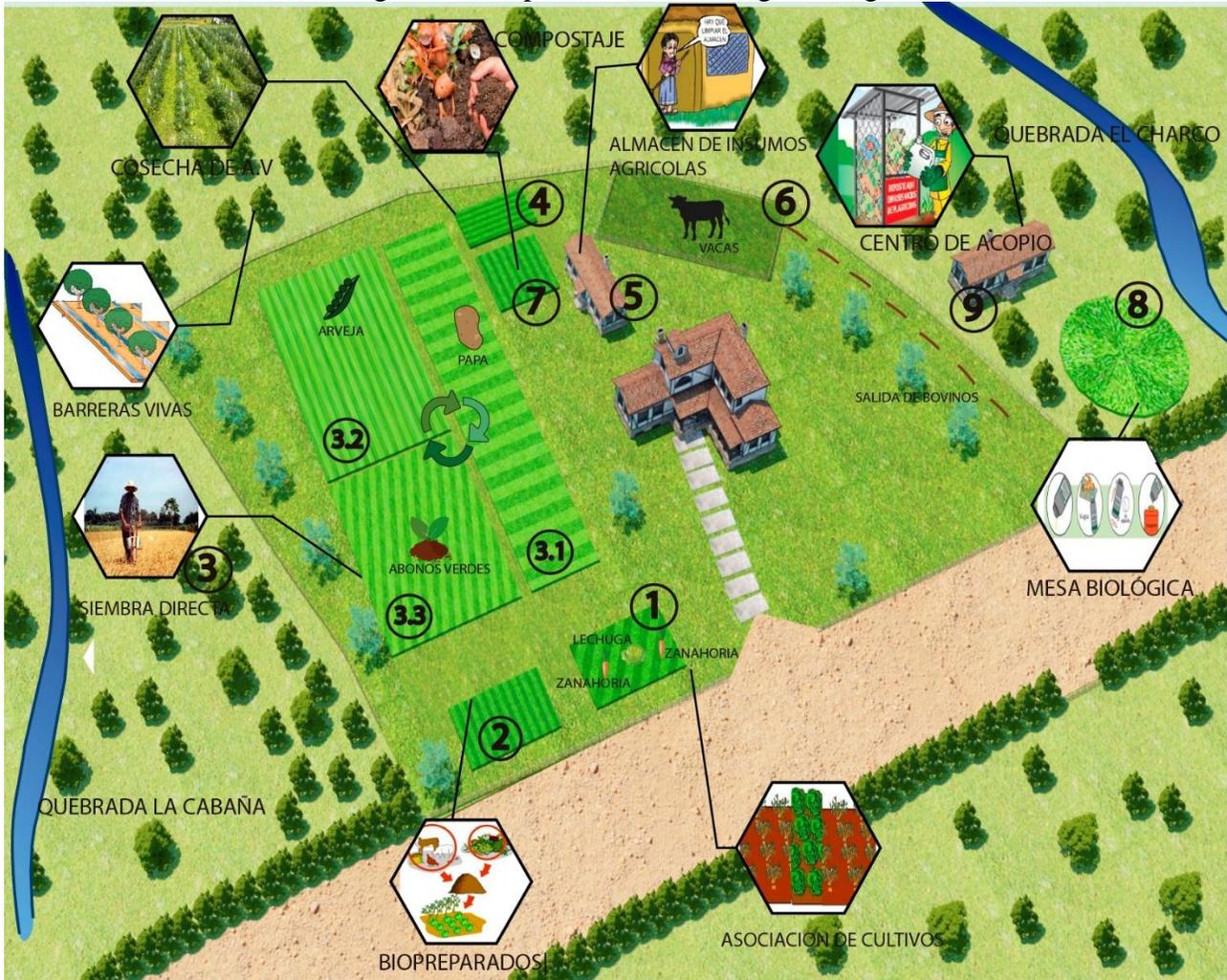
Fuente: Autor, 2019.

14.9. Modelo Agroecológico

Para la propuesta del modelo agroecológico, se tuvo en cuenta principalmente cada una de las alternativas que fueron óptimas y ajustadas a las condiciones del caso de estudio: Finca Casa Blanca, vereda Cascajal, municipio de Subachoque, Cundinamarca. Teniendo en cuenta, que esta propuesta busca principios agroecológicos logrando que cada agricultor a pequeña escala cuente con una mayor sostenibilidad de la conservación de los recursos naturales y aporten a la seguridad alimentaria en sus predios. Sin embargo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, establece el reglamento para la producción primaria,

procesamiento, empaclado, etiquetado, almacenamiento, certificación, comercialización y así, establecer el sistema de control de productos ecológico, esto con el fin de gozar de un ambiente sano y velar por la preservación, conservación y protección de los recursos naturales renovables y no renovables, dentro del contexto de desarrollo sostenible.

Figura 79. Propuesta de modelo agroecológico.



Fuente: Autor, 2019.

15. Conclusiones

Conclusiones generales

- Por medio de las salidas de campo realizadas, observación directa, la participación de los cinco informantes, y el acercamiento que se tuvo con entidades del municipio de Subachoque fue posible identificar las problemáticas que se están presentando a nivel ecológico, social y económico en la zona de estudio, lo que permitió tener conocimiento de las practicas del modelo actual, y así proponer soluciones por medio desde un enfoque ingenieril.

- Las instituciones académicas junto con las entidades del estado, tienen el deber social y ambiental de establecer medidas frente a los problemas relacionados con la gestión en el manejo de la conservación de los recursos naturales, establecimientos de vigilancia y control para evitar impactos a gran escala por medio de las prácticas agrícolas. Además, no existe interés de las alternativas agrícolas sostenibles por parte de las autoridades ambientales tanto del municipio de Subachoque, Cundinamarca como en Colombia, por este motivo se evidencio la ausencia de normatividad vigente referente a la agroecología o alternativas responsables y sostenibles agrícolas, las cuales los informantes no tiene conocimiento y, por ende, solo hacen prácticas convencionales.

Cumplimiento de los objetivos

Se puede concluir que tanto el objetivo general como los objetivos específicos se cumplieron con totalidad, ya que por medio del diagnóstico realizado del sistema productivo actual de arveja, se pudo tener conocimiento de las problemáticas que se están presentando a nivel ecológico, social y económico, por hacer uso de prácticas del modelo de la revolución verde, lo cual permitió conocer el centro de la problemática, y así establecer alternativas agroecológicas que fueran adaptables bajos los requerimientos de la zona de estudio, para evaluarlas por medio de la matriz metodológica de análisis de alternativas, en donde se determinaron cuáles son: óptimas, medianamente óptimas y menos óptimas para cada dimensión. Por medio de esto, se logró establecer las alternativas y parámetros para realizar la propuesta de un modelo agroecológico.

- Por medio del objetivo específico uno, y de las técnicas utilizadas como: observación directa y entrevistas semiestructuradas realizadas a los informantes fue posible conocer el estado actual de los agroecosistemas de las veredas Cascajal, Canica Baja y Altania, en donde se evidencio que utilizan prácticas de una agricultura convencional, afectando el ecosistema, y a su vez, generar presión en los recursos naturales, inseguridad alimentaria e inestabilidad económica de los pequeños agricultores.
- El área de estudio se encuentra en una zona donde se presentan temporadas de lluvias extensas, teniendo un rango de precipitación entre 500mm a 1500mm, generando un exceso de humedad, debido a esto puede disminuir el rendimiento del cultivo por problemas sanitarios como presencia de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Por medio del análisis de suelos, se evidencio que la zona de estudio cuenta con un suelo muy ácido, siendo medianamente óptimo, lo cual es necesario mejorar con abonos verdes para que logre un rango óptimo, es decir que sea neutro cercano a la neutralidad para que cumpla con los requerimientos de la especie, ya que es necesario un pH entre 6 – 7 para tener un buen rendimiento en el cultivo.
- Según la información recolectada con los agricultores y las visitas de campo, es evidente que en el municipio de Subachoque, Cundinamarca no existe una gestión en el manejo y disposición final de los envases de agroquímicos, hecho que argumenta por la falta de control de la empresa Campo limpio y por la ausencia de puntos de disposición en las veredas, por ende se establecen inadecuadas prácticas del manejo y disposición final actualmente por parte de los agricultores como en la quema o acumulación de envases en los suelos de los predios.

- Los informantes manifestaron los pocos ingresos, ya que es más la inversión que lo que ganan, y además no hay precios juntos en la venta de sus productos, ya que hay intermediarios de cadenas de mercados hasta el consumidor final, en donde ellos lo compran a bajo precio a los agricultores, pero los intermediarios incrementan su valor para el consumidor final, generando una inestabilidad económica.
- Se evidencio la ausencia de grupos de asociaciones formales, lo cual no hay organización comunitaria, disminuyendo la posibilidad de los intercambios de conocimientos entre agricultores frente las adversidades que se puedan presentar durante el ciclo del sistema productivo agrícola.
- Se puede evidenciar que la agroecología no permite el uso de agroquímicos, pero es necesario mantener un ciclo de vida adecuado de los envases para evitar posibles contaminaciones y a su vez, asegurar la protección de quien los manipula, ya que para pasar de un sistema productivo convencional a uno agroecológico debe tener un periodo de transición, ya sea a corto, mediano o largo plazo.
- Las alternativas de selección de semillas, siembra directa, abonos verdes, rotación de cultivos, asociación de cultivos, barreras vivas, triple lavado, calidad, inocuidad de los alimentos fueron consideradas optimas por medio de la matriz de análisis y adaptadas a las condiciones de la zona de estudio, las cuales tienen un periodo de corto y mediano plazo, contribuyendo a la estabilidad económica y preservación de los recursos en el caso de estudio.
- Se establecieron algunas alternativas calificadas como medianamente óptimo, ya que la autora cree que es evidente e importante la implementación de prácticas, como: Bienestar de los trabajadores, compost, biopreparados, control alelopático, conservación de alimentos, incentivar prácticas agrícolas familiares, asesoría continua de prácticas agrícolas y sistemas de participación de garantías, con el fin de reducir costos de fertilización y control fitosanitario, eliminando el uso y dependencia de químicos, mejorar la gestión y conservación del suelo, y genera mayor competitividad.
- De acuerdo al rango de tiempo que se estimó para cada una de las alternativas, se puede realizar una conversión agroecológica para la totalidad de la finca por medio del alcance o posibilidad que tiene el agricultor para su aplicabilidad, es decir que así sea a corto plazo, se puede alargar ese periodo por la ausencia de asistencia técnica, ya que no hay un acercamiento entre el agricultor y director de la UMATA que es la entidad más cercana y gratuita para las labores agrícolas, y no hay interés por el autoaprendizaje por parte del agricultor por la insistencia a capacitaciones y juntas de acción comunal.
- Para la propuesta del sistema de producción agroecológico se tuvo como base las características específicas de la finca Casa Blanca que se obtuvieron en las generalidades y las variables por dimensión, con la finalidad de preservar el ecosistema, aportar a la seguridad alimentaria, equidad por medio de las recomendaciones de cada una de las alternativas expuestas, para establecer cultivos agroecológicos, los cuales mejoran la calidad del suelo, biodiversidad y tienen a ser sistemas más productivos.

- Se evidencio, que las alternativas agroecológicas seleccionadas para adaptarlas y/o aplicarlas en el caso de estudio, y especializadas en la propuesta del modelo agroecológico tienen beneficios sociales, ya que refuerza a los productores de alimentos, comunidades locales, fomenta la biodiversidad y solidaridad entre los pueblos, aporta a la seguridad alimentaria; ecológico, debido a que refuerza la integración de varios elementos de los ecosistemas agrícolas (plantas, animales, etc.), beneficia la conservación d los recursos naturales, alimenta la biodiversidad y los suelos; y estabilidad económica de los agricultores, reforzando el poder de los mercados locales y construir sobre una visión económica y solidaria.

Implementación de la metodología

Por medio de la metodología que se planteó e implemento por objetivos específicos para el presente estudio de investigación, fue adecuada u óptima, ya que permitió tener una visión holística a nivel ecológico, social y económica del proceso del sistema productivo del cultivo de arveja por medio de los informantes que hicieron parte de este trabajo, logrando identificar el paso a paso de cada una de las etapas, e igualmente conocer tanto las oportunidades como desventajas que presentan durante el proceso durante las prácticas agrícolas, y conocer de manera detallada porque establecen o realizan prácticas provenientes del modelo de Revolución verde.

Además, el acercamiento e interacción que se estableció tanto con los informantes como entidades del municipio de Subchoque en visitas de campo y entrevistas semiestructuradas, permitió recopilar información importante para el desarrollo del proyecto de investigación, ya que compartieron sus tradiciones y experiencias, para lograr con el cumplimiento de los objetivos de manera consecutiva, logrando así correlacionar los resultados, analizarlos y compararlos con referentes bibliográficos para su respectiva discusión y así, lograr cumplir el objetivo general y responder la pregunta problema por medio de la propuesta del modelo agroecológico.

Aporte a la vida profesional y a la Ingeniería Ambiental

- Por medio de este proyecto, y el acercamiento que se tuvo con los informantes y entidades, fue posible conocer el funcionamiento tanto del territorio, como del sistema productivo de arveja, permitiendo fortalecer conocimientos adquiridos a través de la carrera con respecto a la sostenibilidad de agroecosistemas y la diversidad de alternativas para la sinergia de sistemas diversificados que combinen cultivos.
- Por parte de las alternativas se pretende promover la puesta en común de conocimientos y desarrollo de innovaciones agroecológicas para tener una eficiencia en el sistema productivo por medio de la perspectiva ingenieril, es decir producir más con menos insumos, para mejora la conservación de los recursos naturales, y a su vez custodiar el bienestar de los agricultores desde un enfoque psicosocial.
- Por medio de las visitas de campo fue posible entender las relaciones, procesos e interacciones sociales las cuales, por falta de organización comunitaria y asistencia técnica, realizan sus prácticas agrícolas dejando de lado la protección de los recursos y seguridad alimentaria, lo que permitió realizar intervenciones por medio de la ingeniería ambiental para la busca de soluciones que tengan en cuenta la dimensión ecológica, social y económica.

- Este proyecto de investigación, tuvo como finalidad incluir y aportar una base investigativa por medio de principios agroecológicos enfocados en las buenas prácticas agrícolas, logrando un desarrollo sostenible y aportando a la seguridad alimentaria.

16. Recomendaciones

- Es importante para el desarrollo de este tipo de trabajos contar con información actualizada de carácter público como el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), censos del DANE con respecto a la parte agrícola para tener una mejor perspectiva para las alternativas.
- Se recomienda el abastecimiento de libros, artículos o estudios para la recopilación de información con respecto a la erosión del suelo de la zona de estudio, e igualmente hacer un análisis de compactación, CIC, P, entre otros para así poder seleccionar de manera adecuada una alternativa agroecológica acertada para la variable de suelos.
- Para establecer una alternativa con respecto al agua para riego, es necesario realizar un aforo para tener conocimiento del consumo de agua de acuerdo a las épocas de riego, y así establecer una alternativa relacionada a la eficiencia en el consumo de agua.
- Es de vital importancia que entidades públicas y del estado tengan más interés o acercamiento a referente a temas agrícolas, para que así tener asistencia técnica frente a las dudas que se generen por alguna eventualidad que se presente durante el proceso productivo, e incentiven las Buenas Prácticas Agrícolas para tener un bienestar de los trabajadores por medio de la salud ocupacional para la protección de la salud de los agricultores, enfocándose en la manipulación de químicos, riegos físicos y ergonómicos.
- Se recomienda la recopilación de proyectos relacionados a modelos agroecológicos y en general de agriculturas alternativas sostenibles del municipio de Subachoque.

17. Referencias bibliográficas

Abril Giraldo, Z. D. (2017). Establecimiento de un proyecto de arveja (*Pisum sativum* L.) en un área de 5.000 m² como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, Norte de Santander. Obtenido de: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/24962/46132008_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AEDES. (2014). Manual de Buenas Prácticas Agroecológicas (BPA). Obtenido de: http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/caj/descargas/documentos/edu.ambiental/26.Manual%20BPA%20-%20AEDES_Peru.pdf

Agriculturers. (5 de febrero de 2016). Red de especialistas en agricultura. Obtenido de <http://agriculturers.com/cultivo-organico-de-arvejas-con-tutores/>

Alcaldía municipal de Subachoque. (2015). Plan de desarrollo municipal. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/subachoquecundinamarcapd2012-2015.pdf>

Alcaldía de Subachoque, Cundinamarca. (2016). Seguridad y compromiso social con Subachoque 2016-2019. Obtenido de: <http://www.subachoque-cundinamarca.gov.co/>

Altieri, M. A. (1991). How best can we use biodiversity in agroecosystems. *Outlook on Agriculture*.

Altieri, M. (1995). Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Universidad de California, Berkeley. Recuperado el 29 de febrero del 2019. Obtenido de: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_64/Agroecologia_-_principios_y_estrategias.pdf

Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Obtenido de: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/cap2-Altieri.pdf>

Altieri, M & Toledo. V. (2011). La revolución agroecológica en Latinoamérica. Obtenido de: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/AGROECOLOGIA-ALTIERI-TOLEDO.pdf>

Altieri, M. (2015). Agroecología: pequeñas fincas y soberanía alimentaria. Obtenido de: [Dialnet-AgroecologiaPequeñasFincasYSoberaníaAlimentaria-3123389.pdf](http://dialnet-AgroecologiaPequeñasFincasYSoberaníaAlimentaria-3123389.pdf)

Altieri, M. (2016). La agricultura del futuro será agroecología. Obtenido de: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/lasnoticias/biodiversidad/1341-miguel-altieri-la-agricultura-del-futuro-sera-agroecologica>

Alvarado, F, Siura, S & Manrique, A. (2015). Perú: Historia del movimiento agroecológico 1980 -2005. Obtenido de: <file:///home/chronos/u->

8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Proyecto%202018/300841-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1030751-1-10-20170724.pdf

Amigos de la tierra. (2005). Manual básico para hacer compost. Obtenido de: https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost_esp_v04.pdf

Atlas IDEAM. (2010). Precipitación total anual (mm). Obtenido de: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/precipitacion-cundinamarca.pdf>

Arroyo, P. (2011). Acido y base, concepto de pH. Obtenido de: <https://quimicayalgomas.com/quimica-general/acidos-y-bases-ph-2/>

Asobancaria. (2016). 5 retos del sector agropecuario en Colombia para 2016. Obtenido de: <http://marketing.asobancaria.com/blog/retos-sector-agropecuario-colombia-2016>

Bernardo, L. (2017). Surgimiento y desarrollo de la agroecología en América Latina y el caribe con énfasis en Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. pg 34. Obtenido de: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6830/1/Londo%20B1oLagosLuisBernardo2017.pdf>

Binimelis, S., Barcelo, A & Canyelles, G. (2004). ¿Hacia una agricultura alternativa? El desarrollo de la agricultura ecológica en mallorca en el marco de la transición productivista. Obtenido de: [file:///C:/Users/Professional/Downloads/DialnetHaciaUnaAgriculturaAlternativaElDesarrolloDeLaAgri-1060815%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Professional/Downloads/DialnetHaciaUnaAgriculturaAlternativaElDesarrolloDeLaAgri-1060815%20(1).pdf)

Borja, C. (2005). Ficha técnica PAE 22: La rotación de cultivos y los abonos verdes en horticultura y ecológica. Obtenido de: pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01.../FichaPAE22_Rotacion.pdf

Botanical. (1999). ¿Cómo es el proceso de la siembra?. Obtenido de: <https://www.botanical-online.com/cultivo/siembra-como-realizar>

Campo limpio. (2016). Manejo de envases de productos fitosanitarios con triple lavado. Obtenido de: <http://www.iica.int/sites/default/files/events/exhibitors/2016-04/afipa.pdf>

CAR. (2017). Velocidad y dirección del viento. Obtenido de: <ftp://ftp.ani.gov.co/.../DIRECCION%20Y%20VELOCIDAD%20DE%20VIENTO.xls>

Casafe, 2019. Buenas Prácticas Agrícolas. Obtenido de: <https://www.casafe.org/buenas-practicas-agricolas/>

Ceccon, E. (2008). La revolución verde, tragedia en dos actos. Ciencias, 21-29. Obtenido de: <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/91/02/La%20revolucion%20verde%20tragedia%20en%20dos%20actos.pdf>.

Ceibal. (2010). Agricultura familiar. Obtenido de: https://rea.ceibal.edu.uy/elp/agricultura_familiar/index.html

Cenicafé. (2013). Guía para el establecimiento de barreras con árboles y sombrío del café. Obtenido de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04281.pdf>

Chaves, A. (2004). Mecanización agrícola ¿Deterioro o conservación del suelo?. Obtenido de: <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A145aa1d6-ed34-4987-87a4-e16797918958>

CIAT. (1992). Tecnologías poscosecha para pequeñas empresas de semillas: demostración con frijol. Obtenido de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/052.pdf

Concejo municipal de Subachoque. (2013). Política pública social para la garantía de bienestar social de los niños, niñas, adolescentes, jóvenes, hombres y mujeres en equidad y adultos mayores; con inclusión para personas en condición de discapacidad, víctimas del conflicto armado y de minorías étnicas. Obtenido de http://subachoquecundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/subachoquecundinamarca/content/files/000070/3455_acuerdo-no-03-politicas-publicas-2013.pdf

Concejo municipal de Subachoque. (27 de mayo de 2016). Plan de desarrollo municipal. Obtenido de http://subachoquecundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/subachoquecundinamarca/content/files/000068/3368_plandedesarrollo201620192.pdf

Corpoboyaca. (2016). Capítulo III. Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompevientos. Recuperado el 13 de febrero del 2019. Obtenido de: http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/01/CAPITULO_III_RECOMENDACIONES_PARA_LA_IMPLEMENTACION_DE_CERCAS_VIVAS_Y_BARRERAS_ROMPEVIENTOS.pdf

DANE. (2005). El cultivo de la arveja en Colombia. Obtenido de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf

Ducura Tiquete, J.(2018). Evaluación de la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos agrícolas del resguardo indígena el vergel del municipio de Ortega - Tolima. Obtenido de: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/17570/1/5973031.pdf>

EOT. (2015). Ordenamiento territorial municipio de Subachoque complicación de normas vigentes (ART. 31 ACUERDO 41 DE 2001). Alcaldía de Subachoque Cundinamarca. Obtenido de: <http://www.subachoque-cundinamarca.gov.co/normatividad/acuerdo-041-de-2001-eot>

Erenovable. (2016). Cómo fabricar un riego por goteo casero. Recuperado en línea el 12 de febrero del 2018 de: <https://erenovable.com/riego-por-goteo-casero/>

FAO. (1991). La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0f.htm>

FAO. (1998). Agricultura conservacionista. Obtenido de: <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A17219750-43aa-4cd3-9504-65ae26d40f95>

- FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Pg 15. Obtenido de: <https://books.google.com/books?id=-kZCpFv-W1EC&lpg=PA15&ots=LeaWY-G7Rd&dq=cobertura%20organica%20y%20velocidad%20del%20viento&hl=es&pg=PR1#v=onepage&q=cobertura%20organica%20y%20velocidad%20del%20viento&f=false>
- FAO. (2007). Manual Buenas Prácticas Agrícolas para la agricultura familiar. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a1085s/a1085s00.pdf>
- FAO. (2007). Conferencia internacional sobre la agricultura orgánica y la seguridad alimentaria. Obtenido de: <http://www.fao.org/organicag/oa-specialfeatures/oa-foodsecurity/es/>
- FAO. (2008). Organización comunitaria. Obtenido de: www.fao.org/3/a-as496s.pdf
- FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>
- FAO. (2011). Fortalecimiento y desarrollo de la agricultura familiar en el Salvador. Obtenido de: <http://www.fao.org/climatechange/30313-0b51d1564a8537a818004c8c00c17e2aa.pdf>
- FAO. (2011). Tenencia de la tierra e inversiones internacionales agricultura. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-mb766s.pdf>
- FAO. (19 de septiembre de 2019). Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición. Actas del simposio internacional de la FAO. Obtenido de: www.fao.org/3/a-i4729s.pdf
- FAO. (2015). Agricultura sostenible. Recuperado el 18 de febrero del 2019. Obtenido de: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- FAO. (2016). Desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria y la nutrición: ¿Qué función desempeña la ganadería?. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-mq860s.pdf>
- FAO. (2019). Agricultura de conservación. Obtenido de: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/impact/benefits-of-ca/es/>
- FAO. (2019). Cobertura orgánica del suelo. Obtenido de: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>
- Fortuna, A. (2017). La agroecología urbana como herramienta de desarrollo y transformación social. Obtenido de: www.osala-agroecologia.org/.../TFC-agroecologia-cordoba-alvaro-sf-09012017-v1.p...
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2004). Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. Obtenido de Barreras vivas, conservación de suelos: <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=487>

García Castillo, R. (2005). Potencialidades de maíz, millo y girasol como cultivos alelopáticos para el control de malezas. Fitosanidad,

García, E.(2014). Guía técnica para orientar procesos de certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA) desde un enfoque logístico. Obtenido de: http://bdigital.unal.edu.co/49568/7/68288504.2014_anexo.pdf

Garrido, S. (1993). Interpretación de análisis de suelos. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Obtenido de:https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

Gestión del Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos. (2013). Marco Jurídico y Normativo de la Producción Agroecológica de Nicaragua. Obtenido de <http://maonic.org/files/publicaciones/Libro%20Ley%20maonic.pdf>

Gliessman, S. (1998). Agroecology: ecological processes in Sustainable Agriculture. Annn Arbor Presss, Ann Arbor, MI.

Gliessman, S. (2002). Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. pg 13 -14. Obtenido de: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>

Gliessman, S. R. (2010). The conversion to sustainable agricultura: Principles, processes and practices. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/46320862_The_Conversion_to_Sustainable_Agriculture_Principles_Processes_and_Practices_Ed_de_SR_Gliessman_M_Rosemeyer

Gobierno Nacional. (2018). Demografía y población Subachoque, Cundinamarca. Obtenido de: [file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Proyecto%202018/subachoquefecha_25769%20\(1\).pdf](file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Proyecto%202018/subachoquefecha_25769%20(1).pdf)

Gómez Álvarez, L. (2002). El sistema agroalimentario de la revolución verde y la sostenibilidad. Obtenido de: <http://red.pucp.edu.pe/ridei/files/2011/08/090816.pdf>

Gómez Álvarez, L. E. (2006). Cartilla para educación agroecológica. Obtenido de: www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf

Gómez, C & Garita, J. (2011). El arado de cincel. Obtenido de: <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Aascds%3AUS%3Ad11273ca-ad12-4340-8ff5-0f054b0297d3>

Sierra, C. (1982). La acidez y la alcalinidad de los suelos (pH). Obtenido de: <file:///C:/Users/Professional/Downloads/NR10710.pdf>

ICA. (2018). Con semillas legales y certificadas, cosechas aseguradas. Obtenido de: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-semillas-legales-certificadas-cosechas>

INTA. (14 de julio de 2015). Cultivos de cobertura mejoran la productividad. Obtenido de <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=27872>

Isaza, J. H., González, F. J. J., Mejía, J. C. R., & Usma, J. L. G. (2007). Actividad alelopática de algunas especies de los géneros Miconia, Tibouchina, Henriettella, Tococa, Aciotis y Bellucia (Melastomataceae). *Scientia et Technica*,

JICA. (2008). Abonos verdes, guía técnica 11. Obtenido de: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_11.pdf

KRESISCH, T. (1 de septiembre de 2017). BLOG AGRO. Obtenido de <https://blog.agromaquinaria.es/la-importancia-del-secado-de-semillas/>

La salle, Instituto San Carlos. (2005). ¿Qué es el desarrollo sostenible? Obtenido de: <file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Proyecto%202018/DESARROLLO%20OSTENIBLE.pdf>

León Sicard. (2014). Perspectiva ambiental de la agroecología, la ciencia de los agroecosistemas. Obtenido de: <http://socla.co/wp-content/uploads/2015/05/Perspectiva%20ambiental%20de%20la%20Agroecologia.pdf>

Logihfrutic. (2017). Buenas prácticas agrícolas (BPA). Obtenido de: <http://logihfrutic.unibague.edu.co/buenas-practicas/agricolas#>

López, L. P. (2016). La rotación de cultivos, importante para combatir el hambre en el mundo. Obtenido de: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/415583/>

Llotta. M. (2015). Riego por goteo. Recuperado en línea el 12 de febrero del 2019. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf

Mapama. (2013). Capitulo II. La agricultura en el desarrollo económico capitalista: sus aspectos fundamentales. Obtenido de: https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/4551_3.pdf

Martínez Coletto, J. (2004). Agricultura convencional y agriculturas alternativas. Obtenido de: https://www.unex.es/conoce-la-ueex/centros/eia/archivos/iag/2004/2004_14%20Agricultura%20convencional%20y%20agriculturas%20alternativas.pdf

Martín Pérez, A & Rodríguez Ocaña, A. (2007). Los sistemas agroecológicos de producción: principios y cifras relevantes. Recuperado el 18 de febrero del 2019. Obtenido de: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/AGRONOMO_N25.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (15 de marzo de 2004). RESOLUCIÓN 148 DE 2004 . Obtenido de https://www.minagricultura.gov.co/tramites-servicios/Documents/Resolucion_MADR_148_de_2004_Sello_de_Alimento_Ecologico.pdf

- Minsalud. (2019). Calidad e inocuidad de alimentos. Obtenido de: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>
- Narváez, F. (2008). Humus de lombriz. Obtenido de: <http://feriasaraucaia.cl/userfiles/file/humus.pdf>
- Masera, O & Astier, M. (2000). Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales: Marco de evaluación MESMIS. Obtenido de: https://www.researchgate.net/.../299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_..
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). Buenas prácticas. Obtenido de: <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>
- Ortega, J. G. (2017). Huerto Tepentu. Recuperado el 12 de febrero del 2019. Obtenido de <http://www.huertotepentu.com/producto/humus-de-lombriz/>
- Osorio, A. (2014). Metodología para la evaluación de sustentabilidad, a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos - MESILPA. p. 44 - 45. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Obtenido de: http://file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/MESILPA_Libro_Completo.pdf
- Parra, R. (2007). La agroecología como un modelo alternativo para la producción sostenible de alimentos. Obtenido de: <file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Proyecto%202018/Dialnet-LaAgroecologiaComoUnModeloEconomicoAlternativoPara-4242797.pdf>
- Patiño Alanís, E. (2010). Los rendimientos y productividad en la agricultura. Obtenido de: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1769.pdf>
- Perrachon, J.(2004). Cultivos. Obtenido de: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R110/R110_54.pdf
- Pérez Varela, M. V. (2010). Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá. Obtenido de: <http://bdigital.unal.edu.co/8822/1/905019.2010.pdf>
- Plastyagro. (2019). Los 10 principios de la agroecología. Obtenido en: <https://www.plastyagro.com/los-10-principios-de-la-agroecolog%C3%ADa>
- PRIICA. (2016). Buenas prácticas para el desarrollo de la agricultura sostenible y afrontar el cambio climático. Obtenido de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/4211/1/BVE17099223e.pdf>
- Ramírez Arango, A; Carmona, L. G & Romero, S. A. (2014). Análisis de ciclo de vida en el sector agrícola: el caso del municipio de Viotá, Cundinamarca. Ambiente y Desarrollo. Obtenido de: <file:///home/chronos/u-8c36630f5ae7dfa4a23bc88173fda19875b02455/Downloads/Dialnet-AnalisisDeCicloDeVidaEnElSectorAgricola-4927155.pdf>

Red de Buenas Prácticas Agrícolas. (26 de marzo de 2015). Buenas prácticas agrícolas: Lineamientos de base. Obtenido de: <https://www.casafe.org/pdf/2015/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/BuenasPracticasAgricolas-LineamientosdeBase.pdf>

Red Nacional de Agricultura familiar RENAF. (2018). Lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria. Obtenido de: <https://agriculturafamiliar.co/lineamientos-estrategicos-de-politica-publica-para-la-agricultura-campesina-familiar-y-comunitaria/>

Restrepo, J; Angel, D. I., & Prager, M.(2000). Agroecología. Obtenido de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf

Restrepo, J. (2005), Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Obtenido de: <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/ABONOSORGANICOSFERMENTADOS.pdf>

SAGARPA. (2008). Labranza de conservación. Obtenido de: <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Labranza%20de%20conservaci%C3%B3n.pdf>

Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación, Sexta edición. México: McGrawHill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Sánchez, H, Marín, E & Mejía, F. (2008). Impactos y plan de manejo ambiental de la labranza convencional. Obtenido de: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/358/1888>

Secretaría de agroindustria. (2015). Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para legumbres. Obtenido de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpa/BPA_Legumbres.pdf

Secretaria de planeación. (2014). mapa Subchoque. Obtenido de http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/SecretariadeplaneacionDespliegue/asmapas_contenidos/csecreplanea_mapas_mapasdepart

Secretaria del Senado. (2000). Ley 600 de 2000. Recuperado en línea el 29 de agosto del 2018 de: www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0600_2000.html

Semis. (2018). Innovación en el riego tecnificado: Riego por goteo. Obtenido de: <http://www.semis.mx/innovacion-en-el-riego-tecnificado-riego-por-goteo/>

Toledo, V. (2002). Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar. Obtenido de: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/V.%20Toledo%20La%20superioridad%20de%20la%20peque%C3%B1a%20producci%C3%B3n%20familiar.pdf>