



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título:

Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guaranguí, provincia de Imbabura.

Autora:

Vilca Guachalá Gisela Zeneida

Tutor:

Mato Juan PhD

LATACUNGA – ECUADOR

2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ix
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	x
DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	xiii
RENUNCIA DE DERECHOS.....	xiv
AVAL DEL VEEDOR.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Fundamentación epistemológica.....	3
1.2.1. El Suelo	3
1.2.2. Propiedades Físicas del suelo.....	5
1.2.2.1. Estructura (capacidad y estabilidad estructural)	6
1.2.2.2. Porosidad.....	6
1.2.2.3. Textura	6
1.2.2.4. Profundidad efectiva	8
1.2.2.5. Densidad Aparente (DA).....	9
1.2.3. Propiedades químicas del suelo	9
1.2.3.1. Macronutrientes.....	10
1.2.3.2. Micronutrientes	16
1.2.3.4. Conductividad Eléctrica (CE)	20
1.2.3.4. Potencial Hidrógeno (pH)	22
1.2.4. Materia Orgánica (MO).....	24

1.2.5. Pendiente del terreno.....	26
1.2.6. Compactación del suelo	27
1.2.7. Degradación del suelo	28
1.2.7.1. Factores que inciden la degradación	28
1.2.7.2. Procesos de degradación	29
1.2.8. Calidad del suelo	30
1.2.8.1. Indicadores de la calidad de suelo.....	30
1.2.9. Estrategias de recuperación y conservación de suelos	31
1.2.9.1. Roturación.....	31
1.2.9.2. Abonos Orgánicos.....	32
1.2.9.3. Terrazas de formación lenta	36
1.2.10. Asociación tecnificación – tradicional	36
1.2.11. Capacidad Productiva del suelo y la migración	37
1.2.12. Fortalecimiento organizacional y el desarrollo local	37
1.2.12.1. Empoderamiento	37
1.2.12.2. Fortalecimiento	38
1.2.12.3. Liderazgo.....	38
1.2.12.4. Fortalecimiento organizacional.....	39
1.2.13. Contribución de las estrategias comunitarias en el fortalecimiento organizacional	40
1.3. Conclusiones del capítulo	41
II. PROPUESTA	42
2.1 Contexto	42
2.1.1. Ubicación del área de estudio.....	42
2.1.2. Población	42
2.1.3. Organización social	44
2.1.4. Infraestructura	45
1.2.5. Educación.....	45
1.2.6. Migración.....	47
1.2.7. Actividades económicas productivas	47
1.2.9. Suelos	49
1.2.10. Clima y altitud.....	50

1.2.11. <i>Proyectos complementarios</i>	50
2.2 Análisis sectorial	50
2.2.1. <i>Definir con precisión el marco y el tema del análisis</i>	50
2.2.2. <i>Identificar los problemas mayores de los grupos metas y de los beneficiarios</i>	51
2.2.3. <i>Visualizar los problemas en un diagrama</i>	52
2.3. Descripción del Proyecto / Programa.....	59
2.3.1. Matriz de Marco Lógico.....	60
2.4. Factores de riesgo.....	61
2.5 Modalidades de ejecución	61
2.5.1. <i>Medios materiales y no materiales</i>	61
2.5.2. <i>Calendario de ejecución (por etapas)</i>	62
2.5.3. <i>Sostenibilidad económica y financiera (Cálculo de VAN y TIR)</i>	63
2.6. Presupuesto del proyecto.....	63
2.7. Factores de calidad.....	65
2.7.1. <i>Apropiación y compromiso de los beneficiarios</i>	65
2.7.2. <i>Sostenibilidad ambiental</i>	65
2.7.3. <i>Gestión de riesgos de desastres naturales</i>	66
2.8. Conclusiones del capítulo	66
III. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	67
3.1. Análisis de resultados.....	67
3.1.1. <i>Análisis de suelos de las unidades de producción agrícola</i>	67
3.1.2. <i>Propiedades físicas</i>	68
3.1.3. <i>Mapa de uso actual de la comunidad Manzano Guarangú</i>	69
3.2 Discusión de los resultados	70
3.2.1. <i>Macronutrientes</i>	70
3.2.2. <i>Micronutrientes</i>	71
3.2.3. <i>Potencial Hidrogeno (pH)</i>	73
3.2.4. <i>Materia orgánica (MO)</i>	73
3.2.5. <i>Textura</i>	73
3.2.6. <i>Densidad Aparente (DA)</i>	73
3.2.7. <i>Profundidad efectiva</i>	74

3.3. Evaluación de expertos	74
3.4. Evaluación de usuarios.....	78
3.5. Conclusiones del capítulo	80
IV. CONCLUSIONES GENERALES	81
V. RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tareas en relación a los objetivos específicos.	xx
Tabla 2: Órdenes Taxonómicos de los suelos	5
Tabla 3: Clases texturales.....	7
Tabla 4: Relación entre textura y comportamiento probable del suelo.....	8
Tabla 5. Valores críticos de densidad aparente en función de la textura	9
Tabla 6: Rangos de Nitrógeno en el suelo	11
Tabla 7: Rangos de Fósforo en el suelo	12
Tabla 8: Rangos de Potasio en el suelo	13
Tabla 9: Rangos de Magnesio en el suelo.....	14
Tabla 10: Rangos de Calcio en el suelo	14
Tabla 11: Rangos de Azufre en el suelo.....	15
Tabla 12: Rangos de Boro en el suelo.....	16
Tabla 13: Rangos de Manganeseo en el suelo	17
Tabla 14: Rangos de Zinc en el suelo	18
Tabla 15: Rangos de Hierro en el suelo	19
Tabla 16: Rangos de Cobre en el suelo.....	20
Tabla 17: Rango de conductividad eléctrica	20
Tabla 18: Rangos de pH en el suelo.....	22
Tabla 19: Rangos de materia orgánica en el suelo.....	25
Tabla 20: Clasificación de pendientes.....	26
Tabla 21: Valores promedios de los contenidos de nutrientes del humus de lombriz.	33
Tabla 22: Composición de macronutrientes de especies a utilizarse como abono verde.....	35
Tabla 23: Matriz de actividades económicas	48
Tabla 24. Matriz de problemas encontrados en la comunidad Manzano Guarangui	57
Tabla 25. Matriz de alternativas.....	58
Tabla 26. Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.	61
Tabla 27. Materiales e insumos.....	62

Tabla 28. Resultados de los análisis de suelos de las unidades de producción agrícola de Manzano Guarangú 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de textura del suelo	7
Figura 2. Relación en suelos minerales entre el pH y la disponibilidad de nutrientes	23
Figura 3. Medición de la pendiente.....	27
Figura 4. Desarrollo de un cultivo en un suelo normal y con compactación	28
Figura 5. Partes de un bulldozer.....	32
Figura 6. Composición étnica de la comunidad	42
Figura 7. Cuadro de intervalos de la edad de la población.	43
Figura 8. Población de la comunidad por género.....	43
Figura 9. Estado civil de la población.....	44
Figura 10. Jefatura del hogar de la población.	44
Figura 11. Nivel de instrucción de la población	46
Figura 12: Población Escolar y no escolar de la comunidad	46
Figura 13: Alfabetismo por género	47
Figura 14: Actividades económicas de las familias de Manzano Guaranguí.....	48
Figura 15: Utilización del clinómetro	68

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guarangú, provincia de Imbabura” presentado por Vilca Guachalá Gisela Zeneida, para optar por el título magíster en Desarrollo Local.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
PhD Juan Mato
CC. 1753944284

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guarangú, provincia de Imbabura, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Desarrollo Local; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
PhD Edwin Chancusig
0501148837
Presidente del tribunal

.....
Mg C. Richard Molina
1205974627
Lector 2

.....
Mg C. Francisco Chancusig
0501883920
Lector 3

DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana, Sofía, para que vea en mí un ejemplo a seguir.

A mis abuelitos maternos (Rosita y Miguel), por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mis abuelitos paternos (Rosita y Segundo) y a mi tía Miriam por darme la oportunidad de convivir con ustedes ya que desinteresadamente me brindaron su ayuda.

A Paúl, por su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios y demostrarme que siempre podré contar con él.

Gisela Zeneida

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la sabiduría, la fuerza, la valentía para seguir adelante y por cuidarme en todo momento.

A mis padres que siempre estuvieron pendientes en mi formación académica y gracias a su apoyo fue posible cumplir con esta meta.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi especialmente a los catedráticos de la Maestría en Desarrollo Local, quienes me inculcaron valiosos conocimientos.

A mi tutor de trabajo de titulación, PhD. Juan Mato, quien, con su apoyo incondicional, ha hecho posible el desarrollo de esta investigación. A los miembros del tribunal que me guiaron con su experiencia, amplios conocimientos y paciencia para puntualizar este proyecto.

A la Unión de Organizaciones Campesinas Cochapamba, especialmente al Tec. Fidel Castro, por toda la información, apoyo y predisposición recibida.

Al GAD Municipal de Antonio Ante, especialmente al Ing. Rolando López - Alcalde del Cantón y al Msc. Edwin Ortiz – Jefe de Gestión Ambiental, por la predisposición recibida para la culminación de mis estudios de Maestría

A las personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, por toda su ayuda, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos (Paúl, Tefy, Jaz, Renán, Pao, Andre, Darío).

Gisela Zeneida

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
Ing. Gisela Zeneida Vilca Guachalá
1003626353

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
Ing. Gisela Zeneida Vilca Guachalá
1003626353

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guaranguí, provincia de Imbabura, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
PhD. Edwin Chancusig
0501148837

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL

Título: Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guaranguí, provincia de Imbabura.

Autor: Vilca Guachalá Gisela Zeneida

Tutor: Mato Juan PhD

RESUMEN

Los pobladores de la Comunidad Manzano Guaranguí se dedican básicamente a la producción agrícola, sin un conocimiento sobre tecnificación y nuevas estrategias de mejoramiento y conservación de suelos. Esto ha provocado que, paulatinamente, los suelos agrícolas pierdan su capa arable, disminuyendo su productividad como efecto de la degradación. El mejoramiento de la capacidad productiva de las unidades de producción agrícola en Manzano Guaranguí, es necesaria ya que un alto porcentaje de las familias se dedican a la agricultura como medio de ingresos económicos. En dicha comunidad, la aplicación de estrategias de recuperación y conservación de suelos es escasa, pues no se ha contado con asistencia técnica oportuna para hacer un efectivo cambio en los patrones de producción. El objetivo general fue diseñar estrategias para mejorar de la capacidad productiva en suelos degradados de las unidades de producción agrícola, a partir de estrategias, que contribuyan el uso sustentable del suelo y el desarrollo local de Manzano Guaranguí. Se empezó buscando referentes teóricos acerca del tema para realizar el proyecto y ejecutar la validación del mismo. Además, se observó la improductividad de los suelos, para lo cual se debe realizar análisis de suelos para determinar el grado de degradación. Así mismo, se debe realizar asambleas comunitarias para la aplicación de estrategias de recuperación de la capacidad productiva de los suelos basadas en roturación, abonos orgánicos y terrazas. Al mismo tiempo, se realizó la validación de la propuesta a dos expertos y dos usuarios para determinar la validez y la acogida del proyecto.

PALABRAS CLAVE: suelo; agrícola; producción; degradación; estrategias; abonos; roturación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO LOCAL

Title: Productive capacity improvement on the degraded soils from the farming production units in the Manzano Guaranguí community, Imbabura.

Author: Vilca Guachalá Gisela Zeneida

Tutor: Mato Juan PhD

ABSTRACT

People from the Manzano Guaranguí Community are dedicated basically to the farming production, applying non-adequate techniques for soil handling. This has gradually caused that the farming soils lose their plowing layer, decreasing their productivity as an effect of degrading. The improvement of the productive capacity of the farming production units in Manzano Guaranguí is necessary because there is a high level of families that are dedicated to farming as a way of economic income. In this community, the application of soil recovery and conservation strategies are almost none, due to the lack of suitable technical assistance to make an effective change in the production patterns. The general objective was to design strategies to improve the productive capacity of the degraded soils in the farming production units, this strategies will contribute to a sustainable use of the soil and the local development of Manzano Guaranguí. It all began by searching theoretical referents about the matter to make the project and execute the validation. Furthermore, the unproductivity of the soils was evidenced, for this reason it was needed to make an analysis of the soils to proof the degradation rate. Likewise, community assemblies must be made to apply strategies to recover the productive capacity of the soils based on breakage, organic fertilizer and terraces. At the same time, the proposal validation to two experts and two users was made to determine the project receiving and validation.

KEY WORDS: soil; agricultural; production; degradatation; strategies; fertilizers; breakage.

Santiago Mauricio García Proaño con cédula de identidad número: 1003237904, Licenciado en ciencias de la educación especialización inglés, con número de registro de la SENESCYT: 1015-13-1244320; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guaranguí, provincia de Imbabura, de: Gisela Zeneida Vilca Guachalá aspirante a magister en Desarrollo Local

Latacunga, enero, 16, 2020

.....
Lic. Santiago Mauricio García Proaño
1003237904

INTRODUCCIÓN

Mundialmente la agricultura es la base de la alimentación y cada vez más se realiza a gran escala, el problema con ello es que cada día existen menos terrenos en los cuales trabajar y la producción que se realiza es en base a productos tóxicos para mejorar la rapidez de crianza de los cultivos; en el Ecuador esta es una realidad cada día más palpable, se puede apreciar esta realidad al ver que los que antes eran hermosos paisajes hoy están llenos de cultivos, con el avance de la frontera agrícola viene la degradación del suelo, en la comunidad manzano Guaranguí la degradación del suelo ha llevado no solo a la falta de empleo, sino también a la migración, esto se debe a la falta de tecnificación para trabajar el suelo y a la falta de microemprendimientos por parte de los pobladores es por ello que la investigación busca el mejoramiento del suelo para ayudar a las familias a seguirse sustentando y al mismo tiempo conservando la biodiversidad del suelo y los alrededores.

Como *antecedentes* se determina que este proyecto de desarrollo: Mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados de unidades de producción agrícola en la comunidad Manzano Guaranguí, provincia de Imbabura, la línea de investigación es la soberanía alimentaria ya que se enfoca en la agricultura y la sobrevivencia de las familias que subsisten por la siembra, cosecha y venta de sus productos; de manera más específica enfocándose en la Constitución de la Republica del Ecuador tiene relación con el Artículo 409 inciso 1: *“Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo”*; y Artículo 410: *“El Estado brindara a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria”*.

A esto se le suma lo expuesto en el artículo 31 del COOTAD, inciso g): *“Dictar políticas destinadas a garantizar el derecho regional al hábitat y a la vivienda y asegurar la soberanía alimentaria en su respectiva circunscripción territorial”*; esto se debe llevar a cabo por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales. Se puede exponer también en Art. 134, en donde se menciona que: *“El fomento, de la seguridad alimentaria, cuyo ejercicio corresponde a los*

gobiernos autónomos descentralizados regionales se gestionará aplicando las disposiciones constitucionales y legales para garantizar la soberanía alimentaria, la política pública de esta materia bajo el principio de integralidad”.

Finalmente, el Art. 135 hace énfasis en la asistencia técnica necesaria para los pequeños agricultores citando de la siguiente manera: *“Para el cumplimiento de sus competencias establecerán programas y proyectos orientados al incremento de la productividad, optimización del riego, asistencia técnica, suministro de insumos, agropecuarios y transferencia de tecnología, en el marco de la soberanía alimentaria, dirigidos principalmente a los micro y pequeños productores”.*

El **planteamiento del problema** se desarrolla en la zona de Cochabamba, los agricultores se dedican al cultivo de productos de ciclo corto. El 6,8% de la superficie lo ocupan cultivos permanentes como los frutales, el 34,3% a pastizales y la diferencia en otras actividades de tipo agropecuario. Dichas acciones están provocando la degradación del suelo de una forma muy rápida (Unión de Organizaciones Campesinas de Cochabamba, 2010).

La historia agraria de la comunidad Manzano Guaranguí, señala algunos hitos relacionados con el acceso a tierras de producción agrícola ubicando a los productores familiares en terrenos de alta vulnerabilidad, además con la aplicación de inadecuadas prácticas de manejo de suelo han provocado que paulatinamente los suelos agrícolas pierdan su capa arable, disminuyendo la productividad como efecto de la degradación, dando como producto suelos de cangagua que no pueden ser aprovechados por los campesinos locales.

Por lo tanto, la **formulación del problema** se basa en la manera de mejorar al máximo nivel posible la capacidad productiva de los suelos degradados.

Siguiendo la línea de investigación enfocándose en la soberanía alimentaria y la agricultura a largo plazo del sector se plantea como **objetivo general** diseñar estrategias para mejorar la capacidad productiva en suelos degradados de las unidades de producción agrícola, a partir de estrategias, que contribuyan el uso sustentable del suelo y el desarrollo local de la comunidad de Manzano Guaranguí

Para cumplir el objetivo general planteado se han propuesto tres *objetivos específicos* que son:

- Establecer los referentes teóricos que sirva de base para la presente investigación
- Diagnosticar el estado actual de los suelos degradados de las unidades de producción agrícola de la comunidad Manzano Guarangú.
- Proponer estrategias de recuperación basadas en la preparación del suelo y abonos orgánicos, para mejorar la capacidad productiva de los suelos.

Sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos

Tabla 1. Tareas en relación a los objetivos específicos.

Objetivo	Actividad (tareas)
1. Objetivo específico 1: Establecer los referentes teóricos que sirva de base para la presente investigación	1. Realizar un estudio crítico de los diferentes tópicos epistemológicos que sustentan el mejoramiento de la capacidad productiva en suelos degradados.
2. Objetivo específico 2: Diagnosticar el estado actual de los suelos degradados de las unidades de producción agrícola de la comunidad Manzano Guarangú.	1. Determinar el diagnóstico de la Comunidad Manzano Guarangú para conocer el estado actual del problema.
3. Objetivo específico Proponer estrategias de recuperación basadas en la preparación del suelo y abonos orgánicos, que aporte al desarrollo local de las familias de la comunidad Manzano Guarangú.	1. Investigar sobre las estrategias de recuperación de la capacidad productiva en suelos degradados.

Con el presente estudio se *Justifica* en la búsqueda el mejoramiento de la capacidad productiva de suelos degradados, estableciendo estrategias basadas en roturación, abonos orgánicos y formación de terrazas.

Además, mediante actividades de recuperación de los suelos se incrementará su capacidad productiva, generando mejores condiciones para la producción agropecuaria y la generación de empleo y autoempleo de las familias de la comunidad Manzano Guarangú; y que garantice la soberanía alimentaria y genere

excedentes para la vinculación a mercados; todo en condiciones de equilibrio con el ambiente.

Ya que la agricultura es la principal fuente de empleo de las familias que permite el crecimiento económico con un enfoque netamente de apoyo al resto de la economía familiar campesina. Se aspira lograr un desarrollo local desde la perspectiva de las iniciativas propias que vayan más allá de una simple recuperación de suelos degradados, si no que incluya a todo el aparato productivo que apunta hacia el Buen Vivir de las familias.

El proyecto se justifica en la Constitución de la República del Ecuador (2008), considera la protección Ambiental como uno de los deberes primordiales del Estado, en el Capítulo Segundo, Sección Segunda referida al ambiente sano, indica que este: *“Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay”*. De manera más específica tiene relación con el Artículo 409 inciso 1: *“Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo”*; y Artículo 410: *“El Estado brindara a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria”*.

Conjuntamente, la seguridad alimentaria tiene cuatro componentes que son: la disponibilidad, el acceso, la estabilidad y aprovechamiento de alimentos. En este proyecto se encajan tres de los cuatro componentes porque al recuperar la capacidad productiva del suelo, se obtiene una disponibilidad, acceso y estabilidad de los productos agrícolas. Además, el Ecuador reconoce el derecho a la alimentación en su Constitución Política vigente desde el año 2008, como un derecho independiente aplicable a todas las personas. El artículo 13 establece *“Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”*

También en el Plan Nacional del Buen Vivir, objetivo 3: *“Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y las futuras generaciones”*. En el contexto de

este objetivo es: La mejor ventaja que cuenta el Ecuador es la biodiversidad, por lo cual es importante saberla aprovechar, por medio del uso sostenible y su conservación; por lo tanto, es necesario producir estrategias para mantener, proteger, recuperar y desarrollar la socialización del conocimiento de la diversidad para el proyecto (Plan Toda una vida, 2017-2021).

Según el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (2015), cita en el art. 42. Competencias exclusivas del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial, literal *f*: Fomentar las actividades productivas provinciales, especialmente las agropecuarias.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Imbabura (2015 – 2035) cita que, el Estado tiene una serie de responsabilidades, entre otras: el impulso a la producción y transformación agroalimentaria de las pequeñas unidades de producción comunitarias y de la economía social y solidaria; el fortalecimiento de la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas en la producción agropecuaria; el establecimiento de mecanismos preferenciales de financiamientos; la generación de sistemas de comercialización justos y solidarios, la promoción de políticas redistributivas que permitan el acceso a la tierra y al agua.

Como se puede observar, la política de soberanía alimentaria dirige sus esfuerzos al apoyo de las pequeñas y medianas unidades agrícolas cuya actividad principal es la producción de alimentos destinados al consumo local, regional y nacional, fortaleciendo así el derecho a la alimentación de la población.

El estudio se enfoca de la misma manera en el objetivo número 2 de los *objetivos de desarrollo sostenible* y es: “Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible”, la agricultura sostenible garantiza una mejor nutrición para todas las generaciones y en la comunidad Manzano Guaranguí se promueve este tipo de agricultura y así se proyecta la seguridad alimentaria y por lo tanto una mejor nutrición para toda la población.

Los objetivos del milenio se ajustan a la investigación con el objetivo 7 “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, la comunidad Manzano

Guaranguí busca reducir la pérdida de biodiversidad en los alrededores de la comunidad.

Para cumplir lo establecido en el objetivo general se realizarán tres etapas de investigación; la primera es establecer los referentes teóricos que sirva de base para la presente investigación.

Como *primera etapa* se debe definir la perspectiva teórica de una investigación, y determinar si las proposiciones que se incluirán en el marco teórico se refieren a un nivel microsocioal, macrosocioal o a una articulación entre ambos. Asimismo, se debe establecer una coherencia entre los distintos niveles del marco teórico, los objetivos de investigación y el diseño metodológico.

La *segunda etapa* consiste en diagnosticar el estado actual de los suelos degradados de las unidades de producción agrícola de Manzano Guaranguí.

Se trabajará en las unidades de producción agrícola, que serán escogidas por características similares como: pendiente, altitud y tamaño. Además, se caracterizará digitalmente el área de estudio mediante la realización de mapas temáticos

Inmediatamente, se coleccionará muestras del suelo en cada unidad de producción agrícola. Según la metodología de Villarroel (2001), se utilizarán un barrenador, fundas zipper, barra y palas; y se tomará la muestra con 0,30 m de profundidad y en forma de zigzag o al azar, hasta lograr completar toda el área de la parcela. Las muestras se mezclarán para lograr una muestra total uniforme y homogénea, que abarque a toda la parcela agrícola. Se coleccionará un 1 kg de muestra total debidamente etiquetada, para realizar un análisis completo más textura, en un laboratorio acreditado. Se efectuará este mismo procedimiento para todas las parcelas.

Según García et al. (2012) en procesos de recuperación de suelos, los indicadores para establecer el nivel de pérdida de la capacidad productiva de suelos son los siguientes: textura, densidad aparente, profundidad efectiva, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn y B) y macronutrientes (N, P, S, K, Ca, Mg).

La *tercera etapa*, empieza con la roturación de suelos. Según estudios realizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP (2013), esta actividad se realizó utilizando un tractor tipo roturador, que rompe las estructuras compactas del suelo hasta 60 cm de profundidad, dependiendo del tipo de suelo, con la finalidad de alcanzar la mayor profundidad posible, que permita el almacenamiento de agua y nutrientes. Se ha estimado que por cada hectárea se requiere en promedio 6 horas de tractor.

Las actividades de roturación se complementaron con la incorporación de *humus*, la materia orgánica permite una mejora en la textura, porosidad y pH.

Luego se procedió a la implantación de los *abonos verdes*, donde se comienza por esparcir de forma aleatoria y al voleo, por todo el terreno, la combinación de semillas (raigrás + vicia).

Se aplicaron terrazas de formación lenta para lo cual se realizaran zanjas, con la misma tierra de la excavación realizada para formar un camellón de 30 a 40 cm de alto, se aplasta la tierra y se siembra el pasto milin, esta técnica permite el control de erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo, retención de la humedad, aprovechamiento del pasto, se optimiza el riego (Aguirre, 2000).

Finalmente, la *cuarta etapa* de la investigación es proponer estrategias de recuperación basadas en la preparación del suelo y abonos orgánicos, para mejorar la capacidad productiva de los suelos.

Para el fortalecimiento de las capacidades locales, se ejecutarán talleres de capacitación orientados a desarrollar y fortalecer conocimientos técnicos que faciliten la implementación y sostenibilidad de las acciones del proyecto.

Se ha previsto la realización de algunos tipos de eventos como pueden ser charlas técnicas, días de campo, talleres participativos, en los cuales se buscará promover el intercambio de conocimientos entre los participantes; todo esto dependiendo de la temática a tratarse.

Con la capacitación se busca contribuir un cambio de los patrones de producción local y el fortalecimiento de las estructuras sociales organizadas que son la base de la producción

I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes

La degradación del suelo es un problema ambiental que preocupa a la comunidad científica, gobiernos y ciudadanos. Cuando la degradación alcanza el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana, conseguir que un suelo desahuciado vuelva a ser suelo fértil es una tarea de siglos. En cambio, obtener que los suelos fértiles se vuelvan inservibles cuesta muy poco, aun peor cuando los factores climáticos no son favorables, cuando el suelo esta desprovisto de vegetación y que no se apliquen ninguna práctica de manejo de suelos (Rodríguez, 2001).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ha detallado que las inadecuadas prácticas de preparación del terreno y labranza del cultivo son una de las principales causas de la degradación del suelo en América Latina. A este problema se le atribuye el rápido deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, bajos rendimientos productivos y deterioro del ambiente (FAO, 1992).

Estudios realizados en diversos países del mundo han comprobado que la combinación de técnicas tradicionales y técnicas tecnificadas contribuyen a obtener mejores resultados agronómicos beneficiando al mejor desarrollo de los cultivos y obtención de mayores cosechas. En la misma línea favorece a la reducción de la erosión, menor contaminación de las aguas y mayor biodiversidad del suelo. Lo que significaría la reducción de los costos de producción y el

aumento considerable de réditos económicos (Control de Producción y Trazabilidad Agropecuaria AGROBIT, 2010).

Según Villareal (2007), a pesar de las ventajas que ofrece la implementación de prácticas de labranza de conservación, es importante complementarlas con mecanismos de fertilización y estrategias de conservación, que permitan incrementar el rendimiento de los cultivos, estas prácticas están siendo muy utilizadas en la provincia de Imbabura. Por esta razón, la fertilización de cultivos debe darse por medio de la investigación en técnicas o alternativas más sustentables; y, una de las alternativas que ha demostrado mayor potencial y mejores resultados de fertilización son los abonos verdes. Esta técnica se la ha empleado debido a que las especies utilizadas presentan la capacidad de fijar altas cantidades de nitrógeno atmosférico, aportan altos porcentajes de materia orgánica y nutrimentos al suelo; además de que controlan plagas, enfermedades y maleza (García et al., 2010).

Suquilanda (2008) señala que el manejo de abonos verdes a base de leguminosas y gramíneas, puede proveer al suelo de entre 80 a 120 TM/ha de biomasa, misma que por acción de factores físicos, químicos y biológicos es transformada en humus. De igual manera se pueden fijar entre 80 a 300 kg/ha de nitrógeno y otros elementos que se encuentran en la estructura de las plantas incorporadas.

Hernández y Viteri (2006) analizaron el comportamiento agronómico de especies de abono verde como fuente alternativa de materia orgánica para el manejo y rehabilitación de suelos, donde los resultados de capacidad de germinación, porcentaje de cobertura, crecimiento de planta, desarrollo de raíces, producción de materia fresca y seca analizadas en las especies escogidas, los resultados fueron favorables para las especies de nabo forrajero, rábano forrajero, vicia forrajera y avena. Siendo una buena referencia para la selección de especies con mayor potencial para el manejo y rehabilitación de suelos degradados.

En estudios realizados por Valverde (2015), sobre la evaluación del efecto de abonos verdes en la calidad del suelo, se deduce que la mezcla de avena-vicia es el abono verde con mayor aporte de material vegetal fresco (52,68 t/ha); además, esta mezcla acumula en su biomasa fresca cantidades considerables de N, P y K.

La incorporación de los abonos verdes incrementa las concentraciones de N-NH_4^+ , P, K, S, Ca y Mg en el suelo; así mismo, la actividad microbiana es mayor en las leguminosas antes que en las gramíneas. Sin embargo, para la asimilación de nutrientes luego de la incorporación de avena-vicia, se requiere al menos de 42 días para su completa descomposición y aprovechamiento.

Dentro de las técnicas microbiológicas que contribuyen a las buenas prácticas agrícolas, Bernal (2010) concluye que la materia orgánica en el suelo es crucial para mantener la salud del suelo con propiedades físicas, químicas y biológicas apropiadas que permitan el buen crecimiento, desarrollo y producción de cualquier cultivo. La materia orgánica es la fuente de nutrientes que permite el crecimiento de plantas y suministra lentamente los nutrientes de acuerdo a la necesidad de la planta. Además, mejora la estructura del suelo disminuyendo la densidad aparente, neutralizando principios activos de agroquímicos peligrosos como los herbicidas, y aumentando la capacidad de retención de humedad, aspecto fundamental relacionado con la disponibilidad y absorción de los nutrientes.

Aguas (2013) expresa que desde que se iniciaron los trabajos de roturación o labranza de suelos en la provincia de Imbabura, se han recuperado alrededor de 90 hectáreas, beneficiando a 150 familias. Se tiene previsto impulsar la siembra de quinua, cebada, trigo y centeno; ya que el fortalecimiento de la agricultura familiar campesina y la soberanía alimentaria, es prioridad del Ministerio de Agricultura, ganadería, acuicultura y pesca (MAGAP).

1.2. Fundamentación epistemológica

1.2.1. El Suelo

Fuentes (1998), define el suelo como la parte superficial de la corteza terrestre, en esta superficie se desarrollan e interactúan especies animales y vegetales, relacionándose también con el aspecto geológico. Las plantas obtienen del suelo agua y nutrientes y los animales obtienen alimento y refugio. Al concluirse el ciclo biológico de una planta o animal, sus residuos vuelven al suelo, en donde los hongos, bacterias y otros microorganismos promueven la descomposición de dicha materia para dar de nuevo los productos originales.

También se lo denomina un cuerpo natural que posee capas u horizontes, formados de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua, que puede ser el producto final de la interacción de factores físicos, químicos, climáticos y biológicos que transforman las rocas y minerales en áreas con capacidad para albergar otros organismos vivos (FAO, 2004).

Una definición más actual de la (ONU, 2015); el suelo es considerado como un recurso limitado, este elemento es el principal para lo que se refiere a la producción de alimentos, combustibles, servicios ecosistémicos necesarios en el ambiente, en general, es el sostén de la vida en la tierra. También es considerado como el manto que cubre las rocas consolidadas formadas a base de rocas madres, microorganismos, plantas espontáneas, cambios de temperatura, entre otros. Es un cuerpo complejo por su gran capacidad de variar en su textura y composición orgánica (Durán, 2009).

Todas las sustancias que conforman el suelo tienen una correlación importante unas con otras y esta interacción es fundamental para el equilibrio adecuado y conservación; la concepción general es que el suelo es una capa formada a través de los siglos (combinado con el clima, topografía, organismos, entre otros), en la cual se desarrolla y sustenta la vida.

Los suelos pueden clasificarse por su textura, profundidad, color, porcentajes de materia orgánica y otras propiedades que los caracterizan. Los órdenes taxonómicos del suelo facilitan la identificación y crean un lenguaje común para intercambiar conocimientos (Tabla 2).

Esta clasificación permite crear mapas temáticos, como los mapas de suelos (Fernández y Anadón, 2006).

Tabla 2: Órdenes Taxonómicos de los suelos

Orden	Descripción
Histosoles	Suelos orgánicos con más de 30% de materia orgánica hasta 40 cm de profundidad
Espodosoles	Suelos minerales con horizontes de Al amorfo y M.O.
Andisoles	Son suelos de colores oscuros, siendo altamente porosos, ligeros, permeables, de buena estructura y fáciles de trabar.
Oxisoles	Suelos con alta porosidad, generalmente arcillosos, límites de horizonte difusos y saturación básica muy baja.
Vertisoles	Son suelos compuestos por arcillas expandibles, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños y profundidades variables.
Aridisoles	Suelos minerales bajo régimen árido pero con horizontes pedogenéticos adicionales al superficial.
Ultisoles	Suelos minerales con un horizonte argílico y baja saturación de bases (<35%)
Mollisoles	Son suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotada suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg.
Alfisoles	Suelos minerales con horizontes de iluviación de arcillas y saturación relativamente alta en profundidad, con humedad suficiente para que puedan desarrollarse cultivos.
Inceptisoles	Suelos minerales de baja evolución, pero con horizontes genéticos y humedad asequibles a cultivos.
Entisoles	Suelos recientes, minerales, con horizontes pedogenéticos débiles o sin ellos, de muy baja evolución
Gelisoles	El permafrost está definido como una condición térmica en la cual un material (incluyendo el suelo) se mantiene por debajo de 0° C por 2 o más años en sucesión.

Modificado de: Fernández y Anadón (2006)

1.2.2. Propiedades Físicas del suelo

(Marconi, 2011), define estas propiedades por la interacción entre las distintas capas del suelo donde se encuentran: textura, porosidad, color, estructura, densidad, entre otros los cuales se mencionan a continuación. De acuerdo con Porta et al. (2003) las propiedades físicas del suelo tienden a ser igual o más relevantes que las químicas en el comportamiento y función del suelo.

1.2.2.1. Estructura (capacidad y estabilidad estructural)

La estructura del suelo es la organización natural de las partículas del suelo en unidades del suelo agregados que resultan de los procesos edáficos. Las partículas están divididas por los poros. La estructura del suelo varía partes del horizonte se describe en términos de grado, tamaño y tipo de agregados (Vargas, 2009).

Según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2015), el suelo se extiende tanto en superficies como en profundidad; consta de varias capas llamados horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto y el conjunto de horizontes llamados perfiles del suelo que se puede percibir en un corte de caminos:

Horizonte A: capa superior, más oscura y fértil, con más raíces. Es la capa arable del suelo. Horizonte B: capa más arcillosa, menos fértil y con menos raíces.

Horizonte C: capa más profunda. Prácticamente sin raíces.

1.2.2.2. Porosidad

La porosidad del suelo son los espacios vacíos en el suelo. Estas expansiones están relacionadas con el arreglo de los constituyentes primarios del suelo. Este término de porosidad se describe de acuerdo con el tipo, tamaño y abundancia. Existen dos tipos de porosidad (Jiménez y Khalajabadi, 2005).

La porosidad cerrada está conformada en poros en forma de “fondo de bolsa” y los “dedos de guante”, estos poros no intervienen casi nada en circulación del agua, pero juegan en un rol importante en la retención de la misma en las condiciones de aireación. La porosidad abierta es considerada poros reales, tubos o vacíos presentando en forma de red que atraviesan los agregados, estos canalículos son esenciales en la circulación de los fluidos y en los fenómenos de retención (Scalone, 2008).

1.2.2.3. Textura

Se refiere a la proporción de componentes inorgánicos en formas y tamaños de arena, limo y arcilla (Tabla 3). La textura es una propiedad importante ya que influye en la fertilidad y en la capacidad de retención de humedad, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades (FAO, 2015).

Tabla 3: Clases texturales

Nombres vulgares de los suelos (textura)	Arenoso (%)	Limoso (%)	Arcilloso (%)	Clase textural
	0.05 – 2.00 mm	0.002 – 0.05 mm	<0.002 mm	
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	8-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
Suelos arcillosos (textura fina)	0-20	40-00	40-00	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Modificado de: Rucks, García, Kaplán, León y Hill, (2004)

Cuando se dispone del análisis granulométrico de un suelo, se utiliza el triángulo de textura (Fig. 1). En sus lados se ubican los porcentajes de arcilla, limo y arena; la intersección de los valores de estos tres porcentajes determina un punto que se sitúa en el triángulo, en el interior de una casilla bien marcada, que permite identificar y dar un nombre a la clase textural representada por esa casilla, por ejemplo, franco, arcillo arenoso (Rucks et al., 2004).

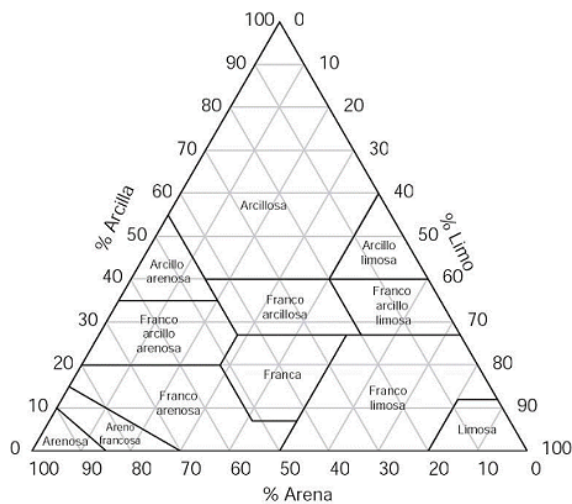


Figura 1. Triángulo de textura del suelo

Fuente: (FAO, 2015)

La clase textural influye en las características del suelo, determinan su funcionalidad, carencias o suficiencias de nutrientes, su reacción ante factores climáticos entre otras. Por ejemplo, tenemos que los suelos arenosos tienen buena aireación, alta permeabilidad y baja retención de humedad; químicamente son inertes y sus reservas de nutrientes son muy bajas. Por otro lado, los suelos arcillosos son muy activos, muy ricos en nutrientes, retienen mucha agua, forman agregados, pero son impermeables y asfixiantes. En cuanto a los suelos francos parecen ser los más equilibrados en cuanto a suministro de nutrientes y propiedades compensadas (Tabla 3) (Porta y López-Avecedo, 2005).

Tabla 4: Relación entre textura y comportamiento probable del suelo

Propiedad	Suelo Arenoso	Suelo Arcilloso	Suelo Franco
Permeabilidad	Alta	Nula	Media
Retención Agua	Poca	Mucha	Media
Aireación	Buena	Mala	Buena
Nutrientes	Pocos	Muchos	Medio-Alto
Tamaño Partículas	Medio	Muy Finas	Finas
Dificultad para el laboreo	Media	Alta	Baja
Potencial de escorrentía	Bajo	Bajo a medio	Medio a alto
Erosionabilidad por el viento	Alta	Media	Baja

Modificado de: Porta y López-Acevedo (2005); y Rucks et al. (2004)

1.2.2.4. Profundidad efectiva

Es la profundidad en que las raíces de las plantas pueden llegar al suelo, sin obstrucciones (físicos o químicos), por ejemplo: horizonte freático, capas endurecidas, arenas sueltas, existencia de sales, arcillas impermeables. Es una de las propiedades más importantes a tener en cuenta cuando se quiere decidir qué cultivo sembrar, ya que de ella dependerá el óptimo crecimiento de las raíces y el buen desarrollo de los cultivos. Se considera un suelo en condiciones degradadas cuando la profundidad es menor a 30 cm. En promedio una profundidad óptima se encuentra en un rango de 50 a 100 cm (Cook, Álvarez, & Estrada, 2010)

La profundidad del suelo proporciona un medio adecuado para el desarrollo de las raíces, abastecer los nutrientes existentes y almacenar el agua disponible. En un suelo más profundo las plantas soportan de una mejor manera la sequía, pues a

mayor profundidad existe más conservación de humedad. De igual manera, la planta puede utilizar los nutrientes acumulados en los horizontes del subsuelo, con la posibilidad de que estén dentro del alcance de las raíces (Nuñez, 2001).

1.2.2.5. Densidad Aparente (DA)

Este parámetro del suelo necesita de diferentes factores como: el contenido de materia orgánica, las acciones de animales que penetran en la tierra, como las lombrices, tamaño de las partículas de suelo, la compactación del suelo, y la cantidad de raíces de plantas. Por esta razón, se calcula mediante la relación que existe entre el peso seco (105° C) de una muestra de suelo, y el volumen que esa muestra ocupaba en el suelo (Rucks et al., 2004).

Cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y se afectan las condiciones de retención de humedad, restringiendo el crecimiento de las raíces. La DA es alterada por el espacio poroso y las partículas sólidas, que está definido especialmente por la materia orgánica del suelo. A medida que incrementa la MO y el espacio poroso, reduce la DA y viceversa (Salamanca y Sadeghian, 2005).

Importancia de la densidad aparente del suelo en las plantas

El valor de la densidad aparente de un suelo es un indicador primario de la salud de los suelos (Tabla 5). Ya que la compactación, dificulta la germinación de las semillas, debido al colapso o disminución de los espacios poros, la restricción física del crecimiento y desarrollo de las raíces (Setis, 2012)

Tabla 5. Valores críticos de densidad aparente en función de la textura

Rango DA (g.cm⁻³)	Suelo
>1,8	Arenoso
>1,6	Franco
>1,5	Arcilloso

Fuente: (Murillo, Rodríguez, Roncallo, Amparo, & Bonilla, 2014)

1.2.3. Propiedades químicas del suelo

Abarcan características que no son visibles, pero determinan si un suelo es apto para actividades agrícolas, entre sus principales propiedades están pH, salinidad, alcalinidad, capacidad de cambio catiónico, macro y micronutrientes (Rosa, 2008).

1.2.3.1. Macronutrientes

Son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S). Dichos elementos son necesarios en altas cantidades para asegurar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Viteri, León, & Mejía, 2004).

- **Nitrógeno (N)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) especifican que el nitrógeno (N), estimula el follaje y el crecimiento del tallo, da el color verde a las hojas, y además constituye el 40 o 50% de la materia orgánica de las plantas; interviene en el crecimiento vegetativo, entra en la composición de la clorofila, de la cual depende la asimilación fotosintética. Este nutriente es asimilado del suelo en forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺). En la planta forma aminoácidos y proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas, produce succulencia y administra en las plantas el uso de potasio, fósforo y otros (FAO, 2002).

Causas que inducen la deficiencia

- Materia orgánica del suelo en muy bajos porcentajes
- Descomposición incompleta de la materia orgánica.
- Problemas en el sistema radicular ocasionados por el exceso del contenido de humedad en el suelo.
- Incorporación de materiales orgánicos con una relación alta, carbono/nitrógeno.
- Pérdidas de nitrógeno causadas por lixiviación o desnitrificación.

Según López, Vargas, Espinosa, y Vargas (2001), los síntomas de deficiencia de N ocurren comúnmente cuando se presentan las siguientes condiciones:

- Deficiente aplicación de N.
- Suelos muy livianos o poco profundos
- Exceso o falta de agua, daños en el sistema radicular
- Ataque de nematodos que afectan el sistema radicular cuando se ha sembrado semilla contaminada.
- Fuerte competencia de malezas.

- Suelos compactados.

Tabla 6: Rangos de Nitrógeno en el suelo

Rango N (ppm)	Categoría
≤ 30	Bajo
31 - 60	Medio
≥ 61	Alto

Fuente: (LABONORT, 2019)

- **Fósforo (P)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) establecen que el fósforo en la planta se encarga de la transformación de la energía solar en alimento, cumple funciones en la fotosíntesis, en el metabolismo de los azúcares, promueve la transmisión de la información genética. Según la FAO (2002), es indispensable para la diferenciación de las células y para la formación de los tejidos que intervienen en el crecimiento de nuevos brotes en las plantas, formación inicial y desarrollo de la raíz, y la formación de la semilla. Contribuye a que la planta sea más resistente a algunas enfermedades. Ayuda al cultivo a soportar cambios extremos de temperatura y humedad.

Causas que inducen deficiencia

- Contenido muy bajo de fósforo en el suelo.
- Variaciones extremas de pH en el suelo.
- Altas relaciones N+K/P en la fertilización.
- Condiciones muy secas y/o muy húmedas

Según López et al. (2001), la deficiencia de P se presenta normalmente bajo las siguientes condiciones:

- Bajo contenido de P en el suelo, que generalmente se presenta en suelos alcalinos.
- Poca respuesta a las aplicaciones de P en suelos de alta capacidad de fijación del elemento.
- Niveles muy altos de N foliar que pueden provocar reducción de los niveles de P en la hoja.

Tabla 7: Rangos de Fósforo en el suelo

Rango P (ppm)	Categoría
≤ 10	Bajo
11 - 20	Medio
≥ 21	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Potasio (K)**

Funciones biológicas

El potasio básicamente facilita la rápida circulación de los productos de fotosíntesis dentro de la planta (floema), promoviendo de esta manera el almacenamiento de glucosa, oxígeno y energía, en órganos como las semillas, los tubérculos y frutas. Estimula la cantidad y extensión de la ramificación de las raíces, además, la elongación, la turgencia y la tasa de regeneración de la raíz (Viteri et al., 2004).

FAO (2002), le atribuye la activación de más de 60 enzimas que regulan la vida de la planta, jugando un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. Además, regula el equilibrio hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a heladas, sequías y salinidad.

Causas que inducen la deficiencia

- Bajo contenido de potasio en el suelo, en especial en suelos arenosos.
- Desbalances entre el calcio y magnesio que afectan la disponibilidad de potasio.
- Áreas secas sin acceso a riego o donde se han aplicado riegos inadecuadamente.
- Baja absorción del potasio por daños radiculares causados por nemátodos u otros problemas fitosanitarios.

Según López et al. (2001) la deficiencia de K se atribuye a las siguientes causas:

- Aplicación insuficiente de K.
- Lixiviación de K en suelos de textura gruesa.
- Altos niveles de Na (sódicos) en el suelo, que afecta la disponibilidad de K para la planta.

Tabla 8: Rangos de Potasio en el suelo

Rango K meq/100ml	Categoría
≤ 0,20	Bajo
0,21 – 0,39	Medio
≥ 0,40	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Magnesio (Mg)**

Funciones biológicas

El magnesio en la planta es de vital importancia ya que es el átomo central de la molécula de clorofila, se encarga de la síntesis proteica, participa en la formación de varios pigmentos y regula la actividad de las fosfatasas implicadas en la formación de los ésteres fosfóricos de los azúcares, participa en los procesos de absorción y traslocación del fósforo y de asimilación del nitrógeno (Viteri et al., 2004). En las partes verdes de la planta se aloja del 15 al 20 por ciento del magnesio. El Mg interviene también en las reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía en la planta (FAO, 2002).

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos con un nivel muy bajo de magnesio.
- Suelos con un contenido muy alto de calcio.
- Suelos ácidos, muy arenosos y lavados.
- Riegos inadecuados o períodos largos de sequía en áreas sin riego

Según López et al. (2001), las causas de la deficiencia de Mg son las siguientes:

- Suelos con un nivel muy bajo de Mg que generalmente son suelos muy meteorizados o livianos.
- Ausencia o aplicación insuficiente de Mg en los programas regulares de fertilización.
- Desbalance en las relaciones Ca-Mg-K que desfavorecen la disponibilidad de Mg.
- Períodos de déficit hídrico en áreas sin riego o donde el riego se maneja inadecuadamente.

Tabla 9: Rangos de Magnesio en el suelo

Rango Mg meq/100ml	Categoría
$\leq 1,60$	Bajo
1,61 – 2,30	Medio
$\geq 2,31$	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Calcio (Ca)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) señala que el calcio ayuda a convertir el N-nitrato (N-NO₃) en formas necesarias para la formación de proteínas, activa un gran número de sistemas enzimáticos que regulan el crecimiento de la planta. Es necesario para la formación de la pared celular y para la división normal de la célula; y junto con el magnesio (Mg) y el potasio (K), ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos en la planta, producidos por la respiración.

La FAO (2002) indica que este elemento es requerido por la planta en elevadas cantidades durante la formación del polen, es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas.

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos con pH bajo (ácidos).
- Suelos arenosos con contenidos muy bajos de calcio.

Según López et al. (2001), los síntomas de la deficiencia de Ca son causados por los siguientes factores:

- Contenidos bajos de Ca en el suelo, particularmente en suelos de textura liviana.
- Rápido crecimiento de plantaciones sometidas a sistemas de cosecha programada en los que se elimina la planta madre para trabajar con los hijos.

Tabla 10: Rangos de Calcio en el suelo

Rango Ca meq/100ml	Categoría
≤ 5	Bajo
5,1 – 9,0	Medio
$\geq 9,1$	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Azufre (S)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) establece que el azufre es reconocido, al igual que el N, P y Mg, como un nutriente necesario en el desarrollo de los cultivos. Interviene en la formación de aminoácidos y de proteínas que intervienen en la fotosíntesis y en la resistencia al frío.

El azufre está presente en las plantas arbóreas en cantidad más bien elevada, parecida a la de fósforo y magnesio. Algunos de sus compuestos participan activamente en los procesos de óxido-reducción a nivel celular, y se halla en estrecha relación con el metabolismo del nitrógeno constituyente esencial de proteínas y con el de los hidratos de carbono. El azufre figura entre los catalizadores en la formación de la clorofila, pero su función es a menudo subestimada (FAO, 2002).

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos ácidos muy lavados.
- Suelos muy húmedos.
- Suelos con pH muy bajo

Según López et al. (2001), los síntomas de deficiencia de S ocurren bajo las siguientes condiciones:

- Suelos con niveles muy bajos de S, generalmente suelos livianos y/o suelos con bajos contenidos de materia orgánica.
- Ausencia o aplicación insuficiente de S en los programas regulares de fertilización.
- Plantas jóvenes en crecimiento activo en vivero o en plantaciones nuevas.

Tabla 11: Rangos de Azufre en el suelo

Rango S ppm	Categoría
≤ 12	Bajo
12,1 – 24,0	Medio
≥ 24,1	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

1.2.3.2. Micronutrientes

Son necesarios para el desarrollo de los organismos vegetales y constituyen un 0.05% de la materia seca de las plantas; son esenciales para el funcionamiento fisiológico normal de las células (Viteri et al., 2004)

- **Boro (B)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) detallan que el boro es esencial para el crecimiento de las células, principalmente en las regiones más nuevas de la planta como yemas y puntas de las raíces. También interviene en la polinización, desarrollo de las semillas, formación de la pared celular, floración y cuajado de las flores, formación de nódulos en las leguminosas, crecimiento de las ramas y frutos.

Kirkby y Römheld (2008), explican que entre las funciones en las que participa el B incluyen el transporte de azúcares en el interior de la planta, lignificación de la pared celular, metabolismo del ARN e influye en el alargamiento del tubo polínico y en consecuencia la fecundación del ovario.

Causas que induce la deficiencia

- Épocas de fuertes sequías.
- Suelos con pH muy bajo o muy alto.
- Suelos lateríticos (rojos y/o amarillos muy arenosos).
- Altas aplicaciones de cal agrícola.

Según López et al. (2001), los síntomas de deficiencia de B ocurren bajo las siguientes condiciones:

- Suelos con niveles muy bajos del elemento.
- Ausencia o aplicación insuficiente de B en los programas regulares de fertilización.
- Suelos con niveles bajos de materia orgánica.

Tabla 12: Rangos de Boro en el suelo

Rango B ppm	Categoría
≤ 1	Bajo
1,1 – 2,0	Medio
$\geq 2,1$	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Manganeso (Mn)**

Funciones biológicas

El manganeso funciona principalmente como parte de los sistemas enzimáticos de la planta. Funciona en varios procesos importantes como la fotosíntesis y la conversión del Nitrato en la forma que la planta usa para hacer aminoácidos y proteínas. La síntesis de la clorofila depende del manganeso. Por causa de esta función, los síntomas de deficiencia de Mn generalmente involucran amarillamiento de la hoja o clorosis en hojas jóvenes (Viteri et al., 2004).

Este micronutriente interviene en la viabilidad de polen, determina el crecimiento de las anteras y define la tasa de germinación de las semillas; es un activador de enzimas y funciona como regulador de la cantidad de hierro en estado ferroso para disminuir su toxicidad (Kirkby y Römheld, 2008)

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos con pH muy alto (alcalinos), en especial si tienen textura arenosa.
- Altas aplicaciones de cal agrícola.
- Suelos orgánicos.

Según López et al. (2001), los síntomas de deficiencia de Mn ocurren bajo las siguientes condiciones:

- Suelos con niveles bajos de Mn.
- Suelos de pH altos o alcalinos.
- Ausencia o aplicación insuficiente de Mn en los programas regulares de fertilización.

Tabla 13: Rangos de Manganeso en el suelo

Rango Mn	Categoría
Ppm	
≤ 5	Bajo
6 – 15	Medio
≥ 16	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

- **Zinc (Zn)**

Funciones biológicas

Viteri et al. (2004) manifiestan que muchos sistemas enzimáticos de la planta son activados por el zinc. Este controla la producción de importantes reguladores de

crecimiento, está implicado en la síntesis del triptófano, precursor clave de las auxinas. Estimula diversas actividades enzimáticas de los vegetales, el metabolismo nitrogenado y la formación de los pigmentos flavónicos y del ácido ascórbico. Es un antagonista biológico y químico del hierro. El zinc asume esencialmente funciones catalíticas, como componente de enzimas que regulan la síntesis de los aminoácidos y el metabolismo de las sustancias proteicas.

Kirkby y Römheld (2008) explican la importancia de este elemento en la permeabilidad de las membranas celulares, evitando la liberación excesiva de carbohidratos y aminoácidos, además, combaten agentes patógenos e insectos tanto hacia las raíces y nuevos brotes.

➤ *Causas que inducen la deficiencia*

- Suelos nivelados con exposición del subsuelo.
- Suelos con pH muy alto y/o alto contenido de carbonato de calcio.
- Contenido de fósforo muy alto.
- Suelos muy húmedos.
- Suelos ácidos muy lavados y con alto contenido de arena.

Según López et al. (2001), la sintomatología de deficiencia de Zn es frecuente en las siguientes condiciones:

- Plantaciones nuevas sembradas en suelos con niveles bajos de Zn.
- Plantaciones viejas en las cuales se ha aplicado poco Zn a través de los años.
- Suelos de pH neutro a alcalino.
- Suelos con niveles bajos de materia orgánica.

Tabla 14: Rangos de Zinc en el suelo

Rango Zn ppm	Categoría
≤ 3	Bajo
3,1 – 6,0	Medio
≥ 6,1	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

• **Hierro (Fe)**

Funciones biológicas

Kirkby y Römheld (2008) y Viteri et al. (2004) coinciden en que el hierro sirve como catalizador en la formación de la clorofila y transporte de oxígeno y

electrones. Se encarga de la síntesis proteica contribuyendo a formar algunos sistemas respiratorios enzimáticos. Por tal motivo favorece la respiración de la planta, la fotosíntesis y la transferencia de energía. El hierro es constituyente de las metalo proteínas y como tal ejecuta la función de catalizador de los procesos respiratorios y de la formación de la clorofila.

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos con pH muy alto.
- Suelos con pobre aireación.
- Altas aplicaciones de cal agrícola.

Tabla 15: Rangos de Hierro en el suelo

Rango Fe ppm	Categoría
≤ 20	Bajo
21 – 40	Medio
≥ 41	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

• **Cobre (Cu)**

Funciones biológicas

Está involucrado en la formación de la clorofila. El cobre y el hierro están íntimamente relacionados, así, el exceso de Cu da lugar a síntomas cloróticos semejantes a los que indican deficiencia de hierro. Este elemento se encarga de estabilizar la clorofila, inhibir el metabolismo de las proteínas, de los carbohidratos y fijar el nitrógeno atmosférico (N₂) en las leguminosas. Juntamente con el hierro y el boro influyen en la biosíntesis de los fenoles, cuya importancia es notable para las plantas frutales. A pesar de ser conocida su participación en el proceso fotosintético, su carencia no siempre provoca apreciables fenómenos de clorosis foliar (Viteri et al., 2004).

Kirkby y Römheld (2008) comentan que procesos tales como la fotosíntesis, respiración, desintoxicación y lignificación son desarrollados por varias proteínas que contienen Cu. Cuando se presenta una deficiencia de Cu, se da como consecuencia los menores contenidos de plastocianina, una proteína que contiene Cu haciendo que se disminuya el porcentaje de fijación de CO₂.

Causas que inducen la deficiencia

- Suelos con pH ácido o alcalino.
- Suelos arenosos ácidos muy lavados.
- Altas aplicaciones de cal
- Suelos con alto contenido de calcio.
- Suelos con alto contenido de materia orgánica.

Según López et al. (2001), la sintomatología de deficiencia de Cu es frecuente en las siguientes condiciones:

- En suelos arenosos existen mayores deficiencias de Cu que en los suelos francos y arcillosos.
- Cuando el pH asciende a valores iguales o más altos que 7, las concentraciones de Cu decrecen.
- Los altos niveles de N empeoran las deficiencias de Cu y niveles altos de P, Zn, Fe y Al bloquean la absorción de Cu por las raíces.

Tabla 16: Rangos de Cobre en el suelo

Rango Cu ppm	Categoría
≤ 1	Bajo
1,1 – 4,0	Medio
≥ 4,1	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

1.2.3.4. Conductividad Eléctrica (CE)

La estimación de la conductividad eléctrica del suelo permite apreciar en forma cuantitativa el contenido de sales que contiene (Tabla 17). Un conjunto de sales solubles en el suelo se debe en su mayor parte a los problemas de filtración de agua, a la acción de riegos continuados, seguidos de evaporación y sequía. (Rucks et al., 2004).

Tabla 17: Rango de conductividad eléctrica

Rango CE	Categoría
≤ 2,0	No Salinos
2,1 – 4,0	Ligeramente salinos
4,1 – 8,0	Salinos
8,1 – 16,0	Muy salinos

Fuente: LABONORT (2019)

Factores que afectan la CE del Suelo

La conductividad eléctrica en el suelo se debe a poros en conjunto que presentan humedad y que separan partículas individuales. Según Lobo-Guerrero (2015), la CE del suelo se basa en conexiones entre las propiedades del suelo:

- Continuidad de poros – Los suelos con alto contenido de arcilla tienen pequeños poros saturados con agua, que son casi continuos; estos a menudo conducen corriente de una mejor manera que los suelos arenosos.
- Contenido de agua – Los suelos en climas áridos poseen una conductividad más baja que los húmedos.
- Nivel de salinidad – Una mayor concentración de sales en el agua del suelo puede ampliar drásticamente su CE. El nivel de salinidad en suelos de zonas húmedas es más bajo. Sin embargo, hay territorios influenciados por Ca, Mg, cloruros, sulfatos u otras sales que presentan altos valores de CE.
- Profundidad – El contenido de CE disminuye con la profundidad del suelo. Por lo tanto, los parámetros del subsuelo profundo no se muestran tan fuerte en los mapas de CE como los de la superficie.
- Temperatura – La CE disminuye marginalmente cuando la temperatura baja hacia el punto de congelación del agua. Bajo el punto de congelación, los poros son segregados, y la CE disminuye rápidamente. En las regiones tropicales esto exclusivamente ocurre en las montañas altas.

Importancia de la CE del suelo en las plantas

La conductividad eléctrica se ve afectada por la cercanía y la altura sobre el nivel del mar, la intemperización, la existencia de sales y las propiedades físico-químicas del perfil del suelo: estructura, porosidad, textura, permeabilidad, intercambio catiónico y capacidad de retención de humedad. La conductividad eléctrica va de la mano con el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Asimismo, con la relación hídrica y balance de energía del suelo-planta (Lamz & Gonzalez, 2013)

Según Alcatraz (2012), un nivel alto, bajo o medio de conductividad eléctrica afecta cada aspecto de la fisiología de la planta y su metabolismo. Una elevada concentración de sales causa una inestabilidad iónica y un estrés osmótico. El

fuerte estrés salino descompone la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones.

Implicaciones del cambio de nivel de la conductividad eléctrica:

Fisiológicas

- Retardo en la germinación y maduración en condiciones negativas.
- Temporada de acortamiento (anual).
- Crecimiento cuticular para hacer reducir la transpiración.
- Selectividad a iones particulares para ajustar características irregulares.

Morfológicas

- Reducción del tamaño en las hojas para reducir la transpiración.
- Suculencia en tallos y hojas (recoge y segrega sales para impedir toxicidad, remediar diferencias de presiones osmóticas con el suelo), disminución en la cantidad de nervios y estomas.

1.2.3.4. Potencial Hidrógeno (pH)

Determina el grado de adsorción de iones (H+) por las partículas del suelo, permite conocer el grado de acidez o alcalinidad de un suelo (Tabla 18). Es el indicador principal de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, asimilación, movilidad y disponibilidad de macro y micronutrientes; así como también de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (FAO, 2015).

Tabla 18: Rangos de pH en el suelo

Rango pH	Categoría
≤ 5,5	Ácido
5,6 – 6,4	Ligeramente ácido
6,5 – 7,5	Prácticamente neutro
7,6 – 8,0	Ligeramente alcalino
≥ 8,1	Alcalino

Fuente: FAO (2015)

Calificación del pH del suelo

El pH se califica dependiendo del valor con que se encuentre en el suelo y el método utilizado para determinarlo, de acuerdo con el Índice de Calidad Ambiental, la FAO (2013), establece esta calificación:

- Menor de 5.5: Extremadamente ácido, presencia de toxicidad del aluminio y del manganeso, posibles deficiencias de P, Ca, Mg y Mo. No apto para cultivos
- 5.5 a 5.9: Moderadamente ácido, bajas concentraciones de P y regular disponibilidad del Ca y Mg.
- 6.0 a 6.5: Ligeramente ácido. Favorable para el crecimiento de los cultivos.
- 6.6 a 7.3: Casi neutro o neutro. Altas concentraciones de Ca y Mg; medios contenidos de P y baja disponibilidad de micronutrientes.
- 7.4 a 8.0: Alcalino. presencia de carbonatos. Baja solubilidad del P y de micronutrientes. promueve cultivos de bajo crecimiento. Se requiere tratamiento del suelo.
- Mayor de 8.0: Muy alcalino. Posible exceso de Na. Cultivos de muy bajo crecimiento. Se requiere tratamiento del suelo.

Acidez y alcalinidad en la fertilidad de los suelos.

Gran cantidad de suelos agrícolas tienen un pH entre 4 y 8. El pH ideal para la mayoría de los cultivos es más estrecho, está entre 5.5 y 6.5. Los valores extremos le traen problemas a los suelos y a la vegetación. Cuando el pH es menor de 5.5 el suelo tiene problemas asociados a toxicidad de aluminio, fijación de fósforo, deficiencia de calcio y magnesio, etc. Cuando el pH es mayor de 6.5, los problemas que resultan están relacionados con la deficiencia de micronutrientes en el suelo. Si el pH es más alto, se generan problemas de deterioro físico del suelo (Zapata, 2004)

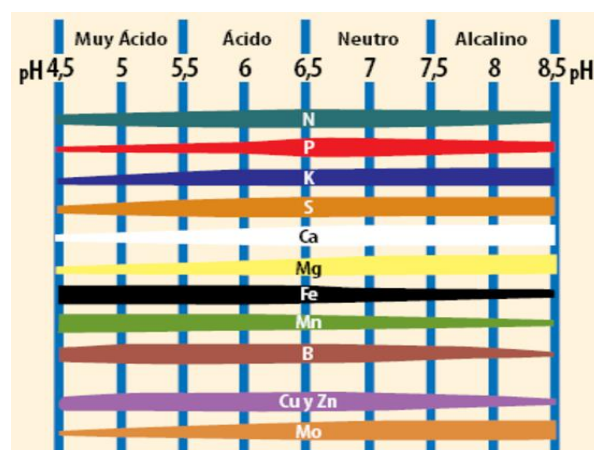


Figura 2. Relación en suelos minerales entre el pH y la disponibilidad de nutrientes
Fuente: Zapata (2004)

Importancia del pH del suelo en las plantas

La disponibilidad de nutrientes en las plantas está altamente relacionada con el pH del suelo. El pH ejerce una gran influencia en la asimilación de elementos nutritivos. Los valores de pH entre 6,8 y 7 permiten el suministro y la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. Los valores pH medios facilitan el desarrollo de microorganismos del suelo, cabe recalcar que cada especie vegetal tiene un intervalo de pH idóneo (Barbazán, 2000).

En general, existe una relación entre el grado de pH y la disponibilidad y absorción de nutrientes en el suelo. Se puede decir que hay una relación inversamente proporcional entre estos dos factores, en vista de que cuando el pH del suelo aumenta, las concentraciones de la mayor parte de los nutrientes bajan. Y al contrario cuando este es bajo, las concentraciones de los nutrientes aumentan (Bárbaro, Karlanian, & Mata, 2003).

1.2.4. Materia Orgánica (MO)

La MO es la fracción orgánica del suelo conformada por diferentes organismos vivos y por residuos de organismos vivos en diferentes grados de descomposición. Principalmente interviene en todas las demás propiedades del suelo: fertilidad del suelo por nutrientes, estructura, capacidad de campo, porosidad, pH, la CIC y a un extendido plazo la textura también se ve afectada (Castañeda, 2001).

La materia orgánica del suelo (MO) es vista como un indicador del bienestar del mismo y su resultado efectivo sobre el sistema productivo ha sido considerablemente argumentado (Tabla 19). Para una específica región, los niveles más altos de MO se localizan en pastizales naturales, y cuando estos sistemas son debidamente cultivados, existe una caída rápida de la MO continuada por una decadencia más tardía hasta una nueva región consistente. El nivel de MO en este estado dependerá del clima, suelo y del manejo de este. La intensificación de la actividad agrícola y la falta de rotaciones con pasturas han producido un deterioro de los niveles de MO, los que, en algunos casos, dependiendo del tipo de suelo y textura, presentan sólo el 50% de su nivel original (Sainz, Echeverría, & Angelini, 2009)

Tabla 19: Rangos de materia orgánica en el suelo

Rango MO %	Categoría
≤ 3	Bajo
3,1 – 5,0	Medio
≥ 5,1	Alto

Fuente: LABONORT (2019).

El laboreo permanente de los suelos, año a año, y en el largo plazo, ha producido una oxidación continuada de la materia orgánica, lo que ha significado una pérdida indestructible del carbono orgánico. Además, en los suelos con pendiente moderada, por efecto de la aplicación de caudales excesivos, se ha estado generando un proceso erosivo, que igualmente ha conducido a una disminución de materia orgánica. En las áreas de secano, este proceso se ha agudizado por efecto del laboreo de los suelos con fuertes pendientes, las que han sido expuestas a una grave erosión por efecto de las intensas lluvias que precipitan en algunos años lluviosos (Sierra & Rojas, 2000)

Megía (2007), menciona la fórmula de la cantidad de materia orgánica a aportar en suelos deficientes de MO.

$$\mathbf{M.O.} = T * DA * P * (Mo / 100)$$

T= Tamaño de la parcela (m²)

DA= Densidad Aparente (t.m⁻³)

P= Profundidad de la muestra (m)

Mo= % MO que se quiere llegar - % MO existente (%)

Importancia de la materia orgánica del suelo en las plantas

La materia orgánica del suelo comprende aproximadamente el 5% de N total, además, también comprende diferentes elementos fundamentales para las plantas. Un suelo naturalmente fértil es aquél en el que los organismos edáficos van liberando nutrientes inorgánicos, a partir de los almacenamientos orgánicos, con velocidad apta para almacenar el veloz crecimiento en las plantas. La actividad biológica de los suelos es la consecuencia de las funciones fisiológicas de los organismos y abastece a las plantas superiores un ambiente apto para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, el requerimiento de los organismos edáficos en elementos nutritivos, agua, temperaturas adecuadas, energía y

desaparición de los ambientes perjudiciales es semejante a la de las plantas cultivadas (Julca-Otiniano, Meneses-Florián, Blas-Sevillano, & Bello-Amez, 2006).

Otro aspecto de gran importancia de la materia orgánica es el mejoramiento de la fertilidad física del suelo. La retención de humedad disponible mejora para las raíces de las plantas, promueve una mejor estructuración de las partículas minerales. Además, favorece la formación de una porosidad de tamaño mediano, lo que determina una mejor aireación del suelo, este último, muy importante en algunas especies poco resistentes al frío. Además, suelos con contenidos altos de materia orgánica favorecen el crecimiento radicular de las plantas (Sierra y Rojas, 2000).

1.2.5. Pendiente del terreno

Es el ángulo que conforma el plano horizontal con la tangente a la superficie del terreno en ese punto. En definitiva, es la inclinación o desnivel del suelo (Tabla 20). En suelos agrícolas, la pendiente se expresa en porcentaje o tantos metros de desnivel por *cada 100m* de longitud horizontal (Pedraza, 1996).

Tabla 20: Clasificación de pendientes

Clase	Pendiente – Rango	Relieve
1	0-5 %	Plano
2	5-12 %	Ligeramente ondulado
3	12-25%	Ondulado
4	25-50%	Montañoso
5	50-70%	Muy montañoso
6	>70%	Escarpado

Fuente: Vargas-Rojas (2009)

- **Medición de la pendiente**

Carrasco y Reckman (2010), señalan la siguiente técnica para medir la pendiente del terreno:

Clinómetro: Consiste en un aparato manual y fácil de realizar, el cual requiere de los siguientes materiales para su elaboración:

- ✓ 1 barrote de madera de 1 m de largo y 3 cm de diámetro.
- ✓ 1 cuerda de 2 m de largo, la cual se une por uno de sus extremos a uno de los extremos de la barra de madera.

La barra de madera de 1 metro se ubica horizontalmente, apoyándola en uno de sus extremos sobre el suelo y siguiendo la pendiente que se desea evaluar (Fig. 2.4). Una vez realizada esta operación, mediante la intersección de la costura, se mide la altura entre el otro extremo del barrote de madera y el suelo. Por lo tanto, esta medida corresponde a una distancia de 100 metros, y realizando una regla de tres simples se identifica la pendiente en forma porcentual.

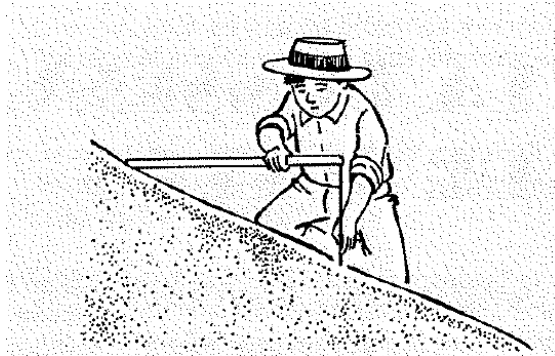


Figura 3. Medición de la pendiente
Fuente: Carrasco y Reckman (2010)

1.2.6. Compactación del suelo

La compactación del suelo es el incremento de la densidad aparente, que se origina debido de una carga. Ésta puede provenir de potencias mecánicas conectadas, desgaste de la estructura y de la pérdida de la materia orgánica; sin embargo, el mayor inconveniente de la compactación de suelo es debido al gran uso de maquinaria agraria y a la práctica inadecuada de labranza, por lo tanto, forma una capa dura inmediatamente debajo del suelo arado (Rojas & E, 2008).

La compactación del suelo origina una ampliación en su densidad aparente. Las raíces requieren para poder crecer oxígeno y agua, y también debe haber un espacio poroso apropiado entre las partículas del suelo. El obstáculo principal con el que se encuentra la raíz en su crecimiento y desarrollo es el inconveniente mecánico. Esto puede deberse a la proximidad de las rocas u horizontes excepcionalmente pedregosos a escasa profundidad, y a la cercanía de las capas de suelo consolidadas o compactadas. Conforme la densidad del suelo va aumentando, el desarrollo de las raíces va aumentando el gasto de energía y su crecimiento se ve afectado (Fig. 5), obteniendo verse completamente imposibilitado si la compactación es desbordante (López & Estrada, 2015)

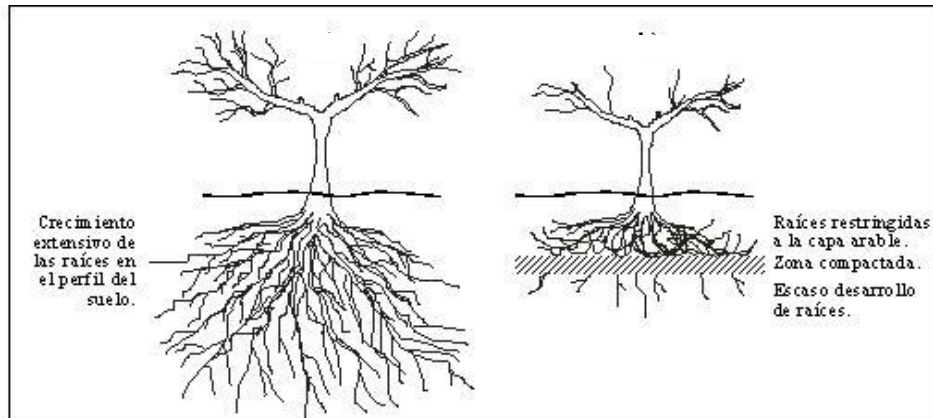


Figura 4. Desarrollo de un cultivo en un suelo normal y con compactación
Fuente: López y Estrada (2002).

1.2.7. Degradación del suelo

La ganadería y el pastoreo excesivo ocasionan la degradación del suelo llevándolo a un proceso de erosión y con el tiempo a la desertificación (muerte del suelo). Según exponen Ibarra y Rojas (2002), en la actualidad, debido a la presión demográfica y a los esfuerzos por aumentar el rendimiento, se suprimen los períodos de descanso de suelos utilizados en agricultura, y ésta se convierte en una mucho más intensa. El ejemplo más claro de degradación extrema del suelo es el caso de la cultura Maya que entre las causas de su decadencia se encuentran drástica degradación que sufrieron sus suelos, ocasionando una grave disminución de la productividad agrícola y con el tiempo la caída de su civilización.

1.2.7.1. Factores que inciden la degradación

López (1994) expresa que, en función de su origen, se considera como principales causas de la degradación los siguientes factores:

Factores naturales (edafoclimáticos)

- *Características del suelo:* Suelos pobres con elevada salinidad, alineación de cortezas superficiales, extensa soltura a la erosión y bajo contenido en humus en suelos desprendidos.
- *Clima:* Los climas áridos, semiáridos y subhúmedos, con lluvias bruscas de gran ímpetu, con períodos extensos de sequía y arrastre, provocan los procesos de degradación del suelo extendiendo los procesos de erosión.

- *Características hidrológicas:* Desaparición o poca densidad de caudal de arroyos y ríos; provocando de encantamientos e inundaciones.
- *Características fitogeográficas:* La cobertura vegetal realiza un papel elemental en el sustento de la estructura del suelo y protección ante los procesos de degradación del suelo

Factores antropogénicos

- Deforestación por manejo no conservacionista de montes y bosques y por incendios procesos que llevan a la desaparición de los árboles que mantienen y conservan la estructura del suelo.
- Prácticas agrícolas impropias: el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas nitrogenados que causan pérdida biológica del suelo relacionado con la pérdida de su fertilidad; quemas de restos de biomasa, que aumenta el contenido en ciertos nutrientes también mata microorganismos; exceso de labranza, que favorece la mineralización de la materia orgánica; uso de maquinaria agraria que compacta el suelo reduciendo su porosidad; cultivos intensivos.
- Mejora de métodos y sistemas de riego incorrectos: que ocasionan procesos de salinización que afectan negativamente a la estructura del suelo y crecimiento de las plantas.
- Técnicas de cultivo inconvenientes para terrenos con pendiente muy inclinada (inexistencia de terrazas o curvas de nivel).

1.2.7.2. Procesos de degradación

Existen factores antrópicos y naturales que inciden la degradación del suelo. Según López (1994), estos procesos degradativos se pueden concentrar en función del tipo de degradación que producen, como los que se mencionan a continuación:

Procesos de degradación física

- Motivados por un régimen hídrico termal adverso: erosión hídrica y eólica
- Compactación
- Formación de horizontes endurecidos: costra caliza, horizonte argílico

Procesos de degradación química

- Desequilibrio de bases
- Contaminación
- Exceso o disminución de macronutrientes y micronutrientes

Procesos de degradación biológica

- Pérdida del contenido de materia orgánica
- Reducción de la macro y microfauna
- Desgaste de la cubierta vegetal
- Ampliación de las interacciones perjudiciales activas en el suelo.

1.2.8. Calidad del suelo

Según Bautista, Etchevers, Del Castillo, y Gutiérrez (2004), la calidad del suelo está vinculada con la capacidad de este recurso para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía esenciales en la actividad agrícola sin perder sus propiedades biológicas y fisicoquímicas; además asegurando un ambiente sano respectivamente a la calidad agua, del aire, el hábitat y la salud humana.

Esta definición estrechamente determina la característica de un suelo fértil, cuya definición más común plantea que es aquel que tiene la capacidad de suministrar los nutrimentos aptos para el cultivo, garantizando su desarrollo y su crecimiento (García, Ramírez, y Sánchez, 2012).

1.2.8.1. Indicadores de la calidad de suelo

Son una herramienta de medición que brinda información sobre las propiedades, los procesos y las características del suelo. Los indicadores de calidad de suelo permiten conocer la situación actual del recurso, los efectos de las prácticas o actividades realizadas sobre el funcionamiento del suelo y los posibles impactos antes de una intervención antrópica para establecer medidas de mitigación o corrección; con el fin de determinar si el uso del recurso es sostenible. Los principales indicadores que permiten conocer lo anteriormente expuesto son los indicadores físicos, los químicos y los biológicos (García et al., 2012).

- **Indicadores físicos**

García et al. (2012) señalan que las características físicas de un suelo dependen del uso eficiente del agua, fertilizantes y los pesticidas como tratamientos aplicados a un suelo. En vista de que las características físicas de un suelo no se pueden mejorar fácilmente, se han propuesto como indicadores de su calidad a las siguientes características: densidad aparente, capacidad de almacenamiento del agua, infiltración, estructura profundidad del suelo superficial y conductividad hidráulica saturada.

- **Indicadores químicos**

Bautista et al. (2004) menciona que estos indicadores describen las condiciones que perturban el crecimiento y desarrollo de la planta, la reserva de agua y nutrimentos. Como indicadores se han planteado la reserva de nutrientes como N, P, K, carbono orgánico total, conductividad eléctrica, pH, capacidad de adherencia de fosfatos, cambios en la materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes, nitrógeno mineralizable y nitrógeno total.

- **Indicadores biológicos**

Los indicadores biológicos están relacionados con la abundancia, subproductos de micro y macroorganismos, incluidos bacterias, hongos, nemátodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Responsables de la descomposición de la materia orgánica, formación del humus y de establecer los nutrientes disponibles para las plantas (Bautista et al., 2004).

1.2.9. Estrategias de recuperación y conservación de suelos

1.2.9.1. Roturación

Se refiere a la manipulación mecánica, con el objetivo de producir alteraciones físicas a su estado natural, y así generar condiciones favorables como: garantizar la germinación de la semilla, mejorar las condiciones para la penetración de las raíces, la permeabilidad del agua, y controlar las malezas y ayudar a combatir las plagas y enfermedades (Asociación Zara Tarpuy, 2015).

La roturación es efectuada por subsoleo cruzado con un buldozer. La potencia de éste debe ser apta para que el trabajo se realice de una buena manera. La longitud

de los dientes es de 80 cm, produciendo a una profundidad efectiva de subsoleo de 40 a 50 cm. Sin embargo, es más factible realizar el subsoleo encontrándose en estado seco, puesto que la fracturación de los horizontes endurecidos es más completa (Romero, 2010)

El bulldozer es un tipo de tractor que se emplea esencialmente para el movimiento de tierras, la cuchilla que posee le proporciona un movimiento vertical y esfuerzo de tracción (Fig. 6), conjugado con una conveniente consistencia sobre el terreno logrando empujar o quitar amplias cargas sin problemas de deslizamiento incluso en zonas de gran desnivel (Ferreira, Pereira, Maranhão, & Da Silva, 2015)

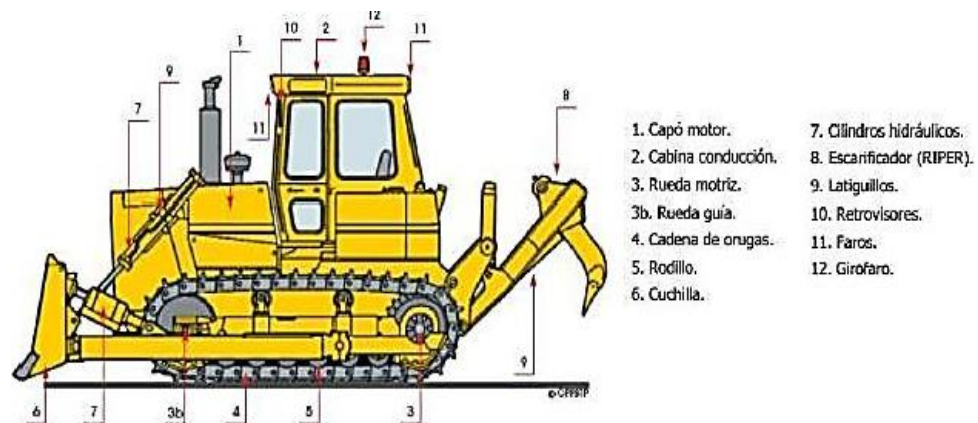


Figura 5. Partes de un bulldozer
Fuente: Castro, Pereira, Maranhão y Da Silva (2015).

1.2.9.2. Abonos Orgánicos

- **Humus**

Según Fitz (1996), el humus se encuentra combinado por largas cadenas de polímeros heterogéneos, establecidos por la unión de polisacáridos, aminoácidos, polifenoles y demás sustancias. Las dos primeras corresponden a los importantes productos de la desintegración vegetal, entretanto que los polisacáridos pertenecen a la síntesis microbiana.

De acuerdo con Suquilanda (2008), el humus posee rasgos notables y precisos para las características de los horizontes principales. En primer lugar, el humus puede impregnar grandes cantidades de agua, de esta manera se amplía el límite de capacidad de retención de líquido del suelo y, consecuentemente, aumenta las probabilidades de excelentes cosechas. En un suelo arenoso limoso, con 5 % de

materia orgánica, la capacidad de retención de agua aumenta el 50% y en uno arcilloso limoso, 30%.

El mismo autor, especifica las principales características del humus de lombriz:

- Es un abono bio-orgánico activo, que incrementa las características de la planta, flores y frutos.
- El lombricompuesto contiene 60% de materia orgánica
- Estabiliza el pH del suelo, evitando cambios bruscos.
- Alta carga microbiana (20 mil millones por gramo seco) que rehabilita la función biológica del suelo.
- Su efecto regulador de la nutrición, perdura hasta 5 años en el suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciendo más permeable al agua y al aire.
- El humus acerca hacia sí partículas de agua y nutrientes, estos componentes son dispersados en forma sistemática y dosificada si las plantas los necesitan.

Tabla 21: Valores promedios de los contenidos de nutrientes del humus de lombriz.

COMPONENTES	VALORES MEDIOS
Nitrógeno	1.95 - 2.2%
Fósforo	0.23 - 1.8%
Potasio	1.07 - 1.5%
Calcio	2.70 - 4.8%
Magnesio	0.3 - 0.81%
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg

Fuente: (Bollo, 2001)

- **Uso de restos**

El uso del rastrojo como material de cobertura del suelo, ha resultado ser de las medidas más efectivas, no sólo para evitar la erosión por su acción protectora, también mejorando la retención de humedad, así como fuente continua de nutrientes para la vida en el suelo, estimulando el crecimiento poblacional y

funcionamiento de los organismos en él, incrementando de esta manera la fertilidad de los suelos agrícolas (Maldonado).

- **Residuos de cosechas**

Los residuos también forman una barrera física que reduce la velocidad del agua y del viento sobre la superficie del suelo, la última de las cuales reduce la evaporación. Los sistemas basados en la adición masiva de residuos de cultivos y en la no-labranza, tienden a acumular más carbono en el suelo, comparado con la pérdida que se produce hacia la atmósfera. El contenido de materia orgánica del suelo es incrementado mediante la descomposición de las raíces y la contribución de los residuos vegetales sobre la superficie. Este material orgánico es descompuesto lentamente y de esta manera la liberación de carbono a la atmósfera también ocurre lentamente. En el balance total, tiene lugar una fijación o secuestro del carbono. Esto convierte al suelo en un sumidero neto de carbono. Este podría tener resultados profundos en la lucha contra las emisiones de gases de invernadero a la atmósfera, y así ayudar en mitigar los impactos calamitos del calentamiento global (Reina, 2017).

- **Abonos Verdes**

Para García y Martínez (2009) los abonos verdes son una estrategia de recuperación de suelos, que es viable y económica.

Los abonos verdes son plantas que se cultivan para ser enterradas en verde, tienen un gran contenido de nutrimentos, almidón, azúcares y agua que necesitan los cultivos (Tabla 22). Las raíces igualmente aumentan el contenido de materia orgánica en el suelo e impulsa la mejoría de las propiedades físicas del mismo.

Los mismos autores, especifican, los beneficios de usar un abono verde:

- Desarrolla la capacidad de retención de humedad en el suelo.
- Protegen al suelo de la lluvia y reduce la erosión.
- Acorta la evaporación de agua del suelo.
- Favorece el recalentamiento de la superficie del suelo.
- Minimiza la población de agentes perjudiciales que se localizan en el suelo.
- Logran la desintoxicación de los suelos para empezar los procesos de agricultura orgánica, suprimiendo restos tóxicos de materiales químicos.

Cuando se emplean leguminosas, éstas establecen el nitrógeno y luego añaden su material vegetativo, se integran al suelo cuando empiezan a florecer y de 60 – 90 días antes de sembrar del cultivo primordial (Yaguana, 2014). Se debe emplear una mezcla de 2/3 de leguminosas y 1/3 de gramíneas. Ej.: Vicia + Raigrás.

- Vicia (*Vicia sativa*)

Es una leguminosa de tipo anual y con un tamaño aproximado de 10-80 cm. Posee hojas paripinnadas 1-8 pares de foliolos, las principales con un zarcillo extendido. Flores púrpuras, con inflorescencias de 4 flores. La germinación es hipógea que se da al octavo día, siendo el epicótilo el que se elonga y eleva a los primordios foliares por sobre el nivel del suelo. Se sugiere sembrar a la vez con una gramínea pratense (raigrás) que ejercen de tutor. El aporte nutritivo del forraje es profundo. Cuando se siembra conjuntamente con una gramínea el forraje que se logra es muy equitativo, con buenos contenidos minerales y altos contenidos proteicos (Canals, Peralta, & Zubiri, 2009)

- Raigrás (*Lolium multiflorum*)

Es una gramínea anual o perenne, de hasta 1 m de alto. El tallo posee forma de matas agrupadas, erguidas o desiguales en los nudos. La hojas poseen vainas foliares y aurículas grandes en dirección al ápice de hasta 8 mm de ancho y 22 cm de largo. La inflorescencia tiene espigas distantes, unidas, erguidas, de hasta 45 cm de largo.

Dicha especie, se identifica por su veloz germinación, 7 días luego de la siembra ya está la hierba fuera y se observa todo verde. Además, es de fácil establecimiento y gran aguante al pisoteo, por este conocimiento es empleado como elemento de casi todas las mezclas. Es una planta que se desarrolla en toda clase de suelos, de una mejor manera en terrenos húmedos y, soporta los suelos pesados (Forian, 2009)

Tabla 22: Composición de macronutrientes de especies a utilizarse como abono verde

Especie	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Vicia sativa</i>	3,32	0,32	2,32	1,18	0,25
<i>Lolium multiflorum</i>	2,60	0,33	3,38	0,80	0,29

Fuente: García y Martínez (2009)

1.2.9.3. Terrazas de formación lenta

Es una de las prácticas más difundidas y aplicadas. Son franjas secuenciales que dividen la ladera en secciones perpendiculares a la pendiente, cuyos límites superiores e inferiores están orientados por las curvas a nivel y protegidos por muros de piedra o bordos de tierra (Orellana, 2012).

Para complementar las terrazas se utilizan barreras que se pueden formar con árboles o con pastos. Se plantan especies leñosas o se siembra pasto milin en bandas anchas siguiendo las curvas de nivel en las laderas. La vegetación forma una barrera viva que retiene la tierra y forma de a poco las terrazas de formación lenta. Es un sistema que provee muchos beneficios: se puede incrementar las cosechas de los cultivos de ciclo corto (como maíz, papas, frejol, habas, etc.) y aprovechar el forraje y la leña.

Según Orellana (2012), los beneficios de las terrazas de formación lenta son:

- Reducción de los costos de abonamiento en 30 a 40%.
- Recolecta agua de la lluvia, manteniendo la humedad del suelo en épocas de sequías.
- Incrementa la infiltración del agua en el suelo. • Reduce la erosión hídrica del suelo.
- Reduce el volumen y velocidad de esorrentía.
- Previene y controla la formación de cárcavas.
- Facilita la incorporación de nutrientes en el suelo.
- Facilita la formación de cobertura muerta en el suelo, producto de la caída de hojas de los árboles de sombra.

1.2.10. Asociación tecnificación – tradicional

Esta asociación describe que las actividades de roturación, se deben conjuntamente incorporar abonos orgánicos, para facilitar el proceso de rehabilitación para mejorar la textura, la producción y por ende la fertilidad de suelo. Con la realización de estas actividades, se garantiza en un gran porcentaje la recuperación y conservación del suelo, cobertura y la protección de factores erosivos como el viento (Asociación Agropecuaria Zara Tarpuy, 2015)

1.2.11. Capacidad Productiva del suelo y la migración

El suelo es el principal medio de producción del sector agropecuario y su capacidad productiva determina el nivel de agricultura. Cuando las tierras dejan de producir de manera abundante el campesino debe migrar, a veces la cabeza del hogar debe apartarse de la familia y sufrir discriminación en la ciudad en busca de un empleo que muchas veces es mal pagado (Canales y Zolniski, 2000).

1.2.12. Fortalecimiento organizacional y el desarrollo local

1.2.12.1. Empoderamiento

Para Poweil (1990) el empoderamiento es el proceso por el que los individuos, grupos y comunidades llegan a tener la capacidad de controlar sus circunstancias y de alcanzar sus propios objetivos, luchando por la maximización de la calidad en sus vidas.

Lo importante en sí no es tener control y dominio sobre el entorno, sobre el ambiente o sobre los recursos, sino saber cómo acceder a éstos, cómo utilizarlos para tener capacidad para influir y controlar nuestras vidas. Una comunidad puede poseer muchos recursos, pero esto no garantiza que sepa utilizarlos adecuadamente para solucionar o prevenir acontecimientos y sucesos que puedan influir en su bienestar y calidad de vida. Desde aquí resulta evidente que lo fundamental no es tener poder en sí, sino el proceso que conduce a esta adquisición, es decir, a las interacciones que se establecen con el ambiente.

De estas interacciones, individuos con sentido de control personal, conocimiento crítico del entorno sociopolítico, organización y participación en una estructura social, búsqueda de apoyo de otras estructuras de la comunidad, no sólo permiten solucionar un problema específico que afecta al bienestar de la comunidad, sino que convierten su acción en una acción preventiva. Es decir, la movilización y control de unos recursos se han convertido en fuerzas o fortalezas que ha sabido adquirir la comunidad y que potencialmente permiten a cada uno de sus miembros tener un mayor control y dominio sobre sus vidas (Musitu & Buelga, 2004).

1.2.12.2. Fortalecimiento

Según Montero (2006) es el proceso mediante el cual los miembros de una comunidad (individuos interesados y grupos organizados) desarrollan conjuntamente capacidades y recursos para controlar su situación de vida, actuando de manera comprometida, consciente y crítica, para lograr la transformación de su entorno según sus necesidades y aspiraciones, transformándose al mismo tiempo a sí mismos.

Zimmerman, Israel, Schultz y Checkoway (1992) consideran que hay tres tipos de componentes en los procesos de fortalecimiento: los intrapersonales, los interactivos y los comportamentales. Los componentes intrapersonales se refieren al modo como la gente piensa acerca de su capacidad para influir en sistemas sociales y políticos que tienen importancia para ella. Son intrapersonales porque suponen un proceso de autopercepción en el cual influye el control específico que la persona cree tener sobre su autoeficacia y su capacidad.

1.2.12.3. Liderazgo

Según Montero (2006) todo grupo genera líderes. Siempre hay personas que en ciertas situaciones o ante ciertas necesidades, asumirán la dirección de las actividades del grupo y cuyo carácter directivo será aceptado por la mayoría de los miembros del grupo. En esa aceptación puede influir su capacidad y rapidez para presentar respuestas y vías para la solución de los problemas; su oferta de encargarse de ello; el conocimiento que el grupo tenga de esas personas, la confianza que deposite en ellas y la historia de acciones compartidas que pueda existir entre todas esas personas.

Cuando la actividad comunitaria tiene un carácter participativo, la dirección surge del grupo por consenso; las decisiones y los planes se hacen mediante la discusión reflexiva y en las acciones derivadas de ellos participan muchos miembros de la comunidad. No se trata de descargar responsabilidades y tareas en la persona del líder; el carácter participativo del movimiento comunitario supone que todos los miembros de la comunidad sienten o son conscientes de las mismas necesidades y que se apoyan entre sí. En tales casos, los líderes llegan a ser muy populares dentro de la comunidad, que los considera como personas comprometidas en la

defensa de los intereses colectivos, desarrollando además un sentimiento de solidaridad con ellos, pues los ven como profundamente ligados a la comunidad.

1.2.12.4. Fortalecimiento organizacional

El fortalecimiento institucional es indispensable en todas las organizaciones ya mediante esta se implementa la dirección estratégica que enfoca la misión, visión, valores, principios y objetivos. A través de estos fundamentos se regulan de manera formal e informal una organización para así dar al cumplimiento de sus metas por ende todas comunas deben de regirse a un fortalecimiento institucional para auto gestionar los diversos problemas que se presenten en el desarrollo de sus actividades y relaciones sociales (FAO, 2008).

Para (Bedoya, 2012) el fortalecimiento organizacional son: tareas o procesos de asimilación practica social de valores y principios inscritos en enormes reglas, formales e informales (institucionales) que rigen el comportamiento de los agentes y actores sociales (organizaciones), de modo que les permita aumentar sus capacidades organizacionales (estructurales), también en sus relaciones cotidianas con el resto de la sociedad, concebida como aquel conjunto de personas (ciudadanos) sujetos de derechos y deberes públicos.

Por otra parte (Falivene, 2005) en su publicación reforma y democracia manifiesta lo siguiente: Los aspectos relacionados con el fortalecimiento de las organizaciones vienen alcanzando una creciente importancia. En la agenda de los actores del desarrollo debido, principalmente, a una preocupación por la sostenibilidad de las intervenciones de desarrollo. El fortalecimiento organizacional resulta, entonces, ser un enfoque y una herramienta de gestión para saber cómo proyectar un incremento de la efectividad en la acción de las organizaciones.

Los procesos de fortalecimiento requieren identificar en las organizaciones los diferentes niveles de desarrollo de las capacidades en sus diversas áreas, con el fin de tener una comprensión más profunda a través de la cual se puedan establecer los acuerdos internos necesarios para introducir las medidas de cambio que permitan optimizar el desempeño de las organizaciones. El fortalecimiento de la

capacidad es un esfuerzo explícito para mejorar o robustecer el desempeño de la organización en relación con su propósito, contexto, recursos y viabilidad.

La aspiración es desarrollar Agencias de Desarrollo Económico Local más eficientes, viables, autónomas y legítimas, creando las condiciones para que el cambio sea generado por la misma organización.

La propuesta de fortalecimiento consiste en un proceso auto manejado de cambio organizacional por medio del cual los socios y trabajadores de la organización parten de diagnosticar las fortalezas y las debilidades claves identificadas para después idear, aplicar y determinar las acciones necesarias.

1.2.13. Contribución de las estrategias comunitarias en el fortalecimiento organizacional

En una de las publicaciones de Red América referente a este tema, nos indica que: Un amplio grupo de fundaciones tiene programas de apoyo a organizaciones comunitarias y sociales. Una de las formas más comunes de este apoyo es la financiación y acompañamiento a proyectos de organizaciones, una estrategia utilizada por varios de los miembros de Red América. Sobre la cual esta Red ha producido un gran aprendizaje. También que varios de los miembros de esta Red han constituido fondos a partir de sus propios recursos y con aportes adicionales de fundaciones o de agencias de desarrollo nacional e internacional para cofinanciar y acompañar proyectos diseñados por organizaciones comunitarias y sociales.

Las fundaciones, las entidades públicas y privadas tienen un papel importante en la formación de las capacidades de las organizaciones durante el proceso de acompañamiento de los proyectos que apoyan, vía asesoría técnica, formación, capacitación individual a las organizaciones o para grupos de organizaciones, apoyo a procesos horizontales de aprendizaje, establecimiento de contactos entre las organizaciones públicas o privadas de cooperación, promoción de pasantías, intercambios y encuentros entre grupos y organizaciones comunitarias.

Estos procesos de fortalecimiento organizacional generan un valor agregado a las organizaciones permitiendo no sólo que los proyectos logren los resultados

esperados, sino que se fortalezca la organización para el diseño y realización de futuros proyectos. (Interamericana, Fundación, 2002). El alcance del fortalecimiento de los grupos u organizaciones, se las realiza mediante la implementación de estrategias comunitarias las cuales ayudaran a optimizar los pocos recursos que las instituciones poseen ante las interminables necesidades.

1.3. Conclusiones del capítulo

-La comunidad Manzano Guaranguí está ubicada en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura, los pobladores se dedican primordialmente a la agricultura, pero los suelos han perdido su capacidad productiva, reduciendo la productividad y ha sido el eje fundamental para la migración de las algunas familias en el sector, que genera un efecto dominó hacia la desorganización social, desintegración familiar y pérdida de identidad cultural, entre otros.

-Los principales impactos sociales que ha generado el problema de la pérdida de la capacidad de los suelos son: la pobreza, la migración, la desorganización social, desintegración familiar, pérdida de identidad cultural.

-Con la Participación y el fortalecimiento comunitario de los pobladores de la comunidad Manzano Guaranguí se logrará un proceso de organización entre los comuneros, identificando su necesidad, planificación, colaboración, evaluación y mejora continua, para mejorar la capacidad productiva de los suelos.

II. PROPUESTA

2.1 Contexto

2.1.1. Ubicación del área de estudio

La comunidad Manzano Guaranguí se encuentra localizada en la parroquia El Sagrario, Cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Se encuentra localizada en la microcuenca de la quebrada Chorrera – Ambuquí, perteneciente a la cuenca del río Mira – Mataje. Dicha comunidad es parte de las 15 comunidades que conforman la Unión de Organizaciones Campesinas Cochapamba, que es una organización de segundo grado sin fines de lucro que busca el desarrollo de las comunidades.

2.1.2. Población

La población de la comunidad Manzano Guaranguí está constituida por 69 familias con una población de 324 habitantes dando un promedio de 5 habitantes por familia, la lengua principal es el castellano, , la composición étnica cultural (Figura 6) es del 98% de población indígena Kichua y el 2% mestiza.



Figura 6. Composición étnica de la comunidad

- **Intervalo de edades**

En cuanto al intervalo de edades (Fig. 7), el 37% de la población en la comunidad es de niños hasta 13 años, seguido de adultos entre los 23 y 60 años con un 36%, el 13% es representado por los adolescentes y los menores porcentajes de 8 y 6% es representado por ancianos de más de 60 y jóvenes entre 18 y 2 años respectivamente.

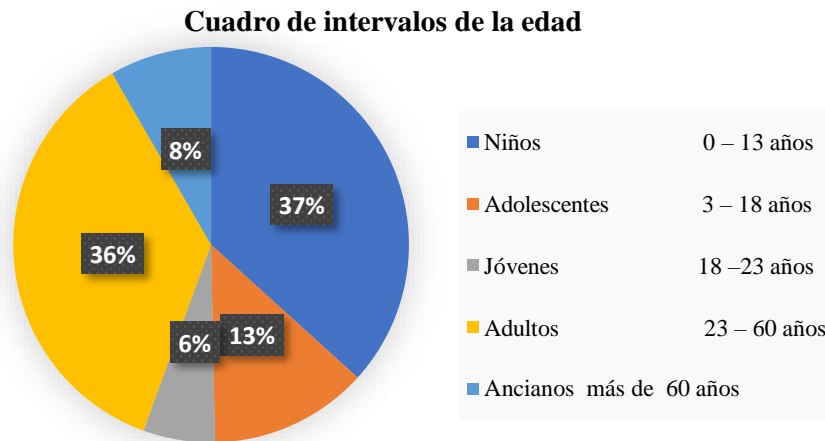


Figura 7. Cuadro de intervalos de la edad de la población.

- **Población por género**

De un total de 324 personas de la población (Fig. 8), el 51.8 % es representado por el género masculino y el 48.14% restante es para el género femenino.

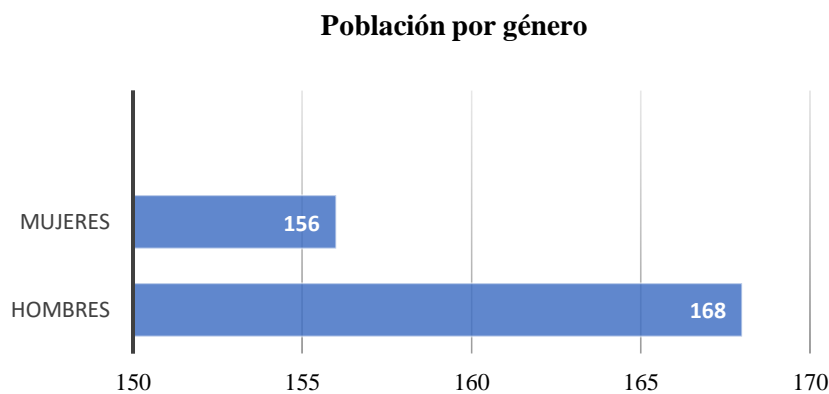


Figura 8. Población de la comunidad por género.

- **Estado Civil**

En la figura 9, se muestra que el mayor porcentaje es el estado civil de unión libre con el 45% seguido de los casados con el 44%, el 5% son viudos. El 4%

divorciados y finalmente el 2% son solteros; en este tipo de comunidad se prefiere convivir con una pareja sin necesariamente estar casados es por ello por lo que hay gran cantidad de comuneros en unión libre y un menor porcentaje de solteros.

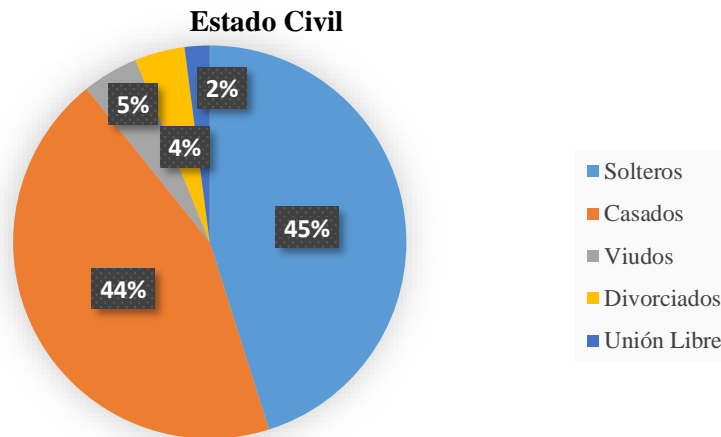


Figura 9. Estado civil de la población

- **Jefe de hogar por género**

En las comunidades rurales generalmente la jefatura del hogar es llevada por los hombres, la comunidad Manzano Guaranguí no es la excepción ya que a la cabeza familiar está el género masculino con el 78% y el porcentaje restante es hacia el género femenino (Fig. 10).

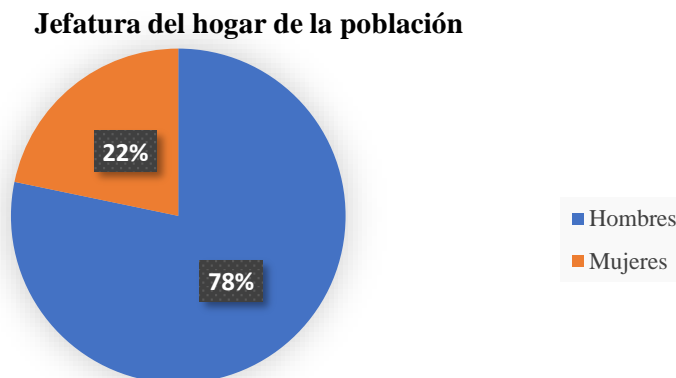


Figura 10. Jefatura del hogar de la población.

2.1.3. Organización social

La principal forma de organización que se práctica en la comuna es conformación del cabildo como la principal organización representativa de la comuna. Las principales organizaciones sociales que actúan permanentemente al interior y que aportan al desarrollo y bienestar de la población en los diferentes campos son:

- Directiva del cabildo
- Junta de agua
- Comité central de padres de familia
- Directiva del seguro social campesino

2.1.4. Infraestructura

Dispone de las principales obras de infraestructura comunitaria como: Casa comunal, aulas escolares, dispensario médico del Seguro Social Campesino, casa de la Junta de Agua, iglesia, aula de uso múltiple, canchas deportivas, espacios para la construcción de un colegio experimental y la ampliación del dispensario médico. El estado de cada una de estas se encuentra en pésimo estado requieren urgente de la reparación, refacción en algunos casos y terminación de un aula que se encuentra en paredes y estructura metálica.

1.2.5. Educación

Con respecto a la educación, la comunidad cuenta con un establecimiento de educación primaria de la categoría fiscal mixta común pluridocente, denominada Cristóbal Tobar Subía que cuenta con 90 alumnos y 3 profesores que residen en el lugar de trabajo durante los días laborables

En las instalaciones de la misma también funciona la extensión del colegio a distancia Mons. “Leonidas Proaño” bajo la coordinación de la Unidad Educativa, esta funciona todos los días sábados de 8h00 a 12h30, cuenta con el ciclo básico y el diversificado en las especialidades de Agropecuario Forestal y Ciencias Sociales, siendo la primera la que mayor número de estudiantes tiene, actualmente asisten cien estudiantes de las comunidades.

- **Nivel de instrucción**

Como es común en las comunidades rurales, la mayoría de la población solo llegan a terminar la primaria, esto se ve reflejado en la figura 11, el 45% de la población llegó hasta la primaria, el 36% termino la secundaria, el 1% tiene estudios superiores y existe un 18% de analfabetismo, con esta investigación se busca que los jóvenes de la comunidad tengan la necesidad de tecnificarse y poder

realizar la actividad de la agricultura de una manera más académica y sustentable con el tiempo.

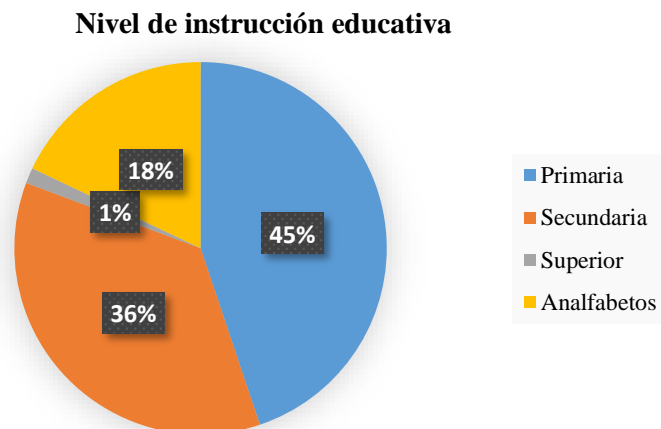


Figura 11. Nivel de instrucción de la población

- **Población escolar y no escolar**

La comunidad Manzano Guarangú se encuentra un poco apartada de los centros escolares y pese a ello el 81% de la población tiene educación escolar el 19% restante no es escolar y esto se debe a que están más apartados del resto o que sus condiciones económicas no son óptimas para asumir este gasto (Fig. 12).

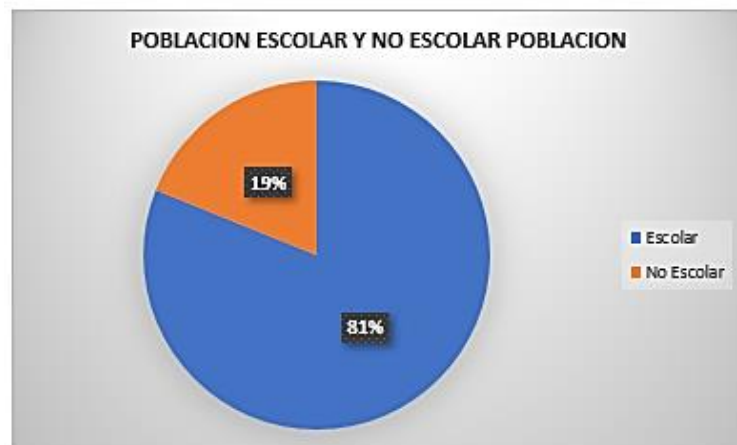


Figura 12: Población Escolar y no escolar de la comunidad

- **Analfabetismo según género**

Es preocupante pensar en que el analfabetismo es más presente en las mujeres, ya que aún se tiene la acepción que las mujeres se educan para amas de casa por lo tanto los estudios los dejan de lado para encargarse de su hogar, niños y animales de compañía, en la comunidad el 58% de mujeres se consideran analfabetas y el 42% de hombres (Fig. 13).

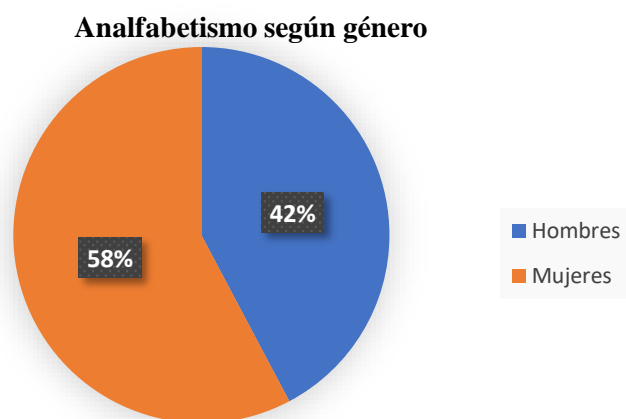


Figura 13: Alfabetismo por género

1.2.6. Migración

El fenómeno de migración se presenta más en los jefes de familia que por lo general salen en busca de trabajo en la ciudad de Ibarra, el sector de Salinas y Ambuquí por lo general lo hacen en los meses de enero, febrero, marzo y abril. La migración es temporal en algunos casos por la crisis económica por la que atraviesa nuestro país tienen que abandonar la familia en busca de trabajo también las esposas dejando solos a los hijos que a su vez se hacen cargo de la unidad familiar.

1.2.7. Actividades económicas productivas

Con la finalidad de disponer de un mejor nivel de vida y subsistencia, se ha asignado responsabilidades a todos los miembros del núcleo familiar (Tabla 23), para ello se ha especificado las diferentes tareas, dependiendo de la edad cronológica así: hombres adultos y adolescentes son los encargados de realizar los trabajos más duros, especialmente en el campo agrícola, construcción de viviendas, traslado de materiales, mientras que las mujeres adultas y adolescentes se encargan de los trabajos agrícolas de la siembra, selección de semilla, almacenamiento de la producción, crianza de animales menores y mayores, los niños y niñas apoyan en todas las actividades agrícolas que no requieran mayor esfuerzo físico.

Con el involucramiento de todos los miembros del núcleo familiar en las actividades agrícolas, la familia asegura básicamente la subsistencia alimentaria y en menor porcentaje la educación de la familia.

Tabla 23: Matriz de actividades económicas

ACTIVIDADES	% hombre	% mujer	% niño	% niña	% total
Agrícolas					
Preparación del suelo	80	10	5	5	100
Siembra	20	50	15	15	100
Deshierbas-aporques	80	10	5	5	100
Curaciones	75	15	5	5	100
Cosecha	30	40	15	15	100
Venta y distribución	75	25	0	0	100
Crianza de animales					
Compra	65	35	0	0	100
Alimentación	30	40	15	15	100
Cuidado	25	55	10	10	100
Venta y distribución	75	25	0	0	100
Comercio					
Compra de productos	60	40	0	0	100
Venta de productos	75	25	0	0	100

Fuente: UOCC (2015)

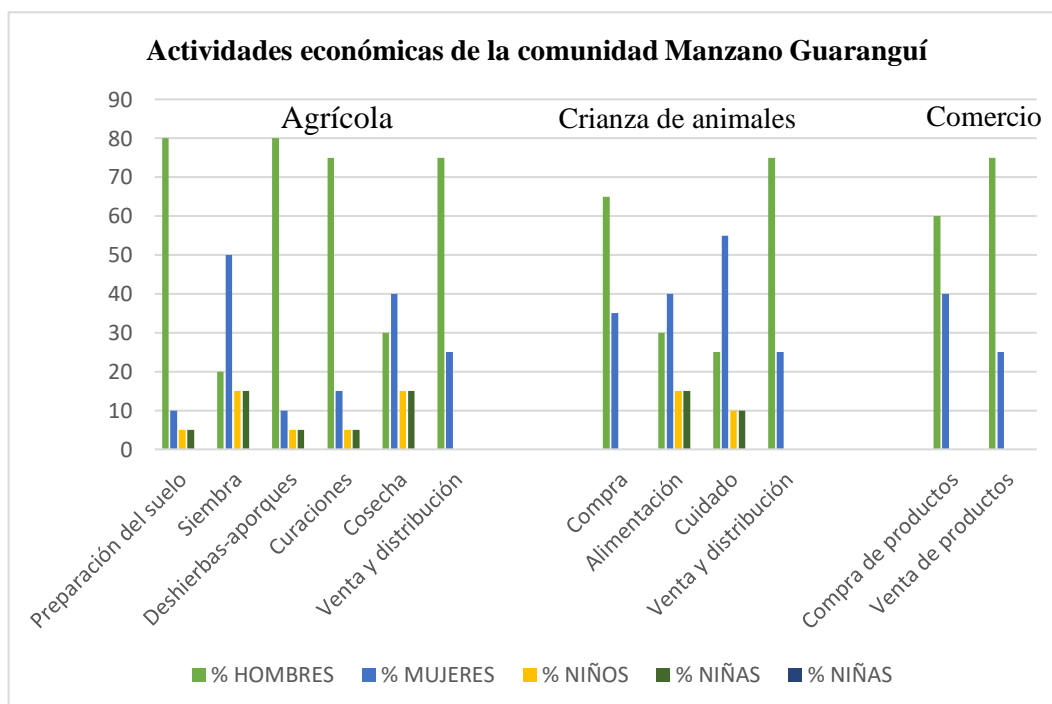


Figura 14: Actividades económicas de las familias de Manzano Guarangú

Dentro de la comunidad Manzano Guarangui se distinguen tres actividades económicas como lo son: la agricultura, crianza de animales y el comercio. Dentro de la actividad económica de la agricultura se tiene que el mayor porcentaje de trabajo es realizado por el género masculino, seguido de las mujeres y finalmente niños y niñas a excepción de la venta y distribución en donde no participan los niños, además se añade que en lo que es cosecha generalmente toda la familia trabaja con las mujeres a la cabeza.

En la actividad de crianza de animales se presenta mayor trabajo por parte de las mujeres ya que de forma rutinaria los animales compañía se encuentran cerca de casa por lo tanto las mujeres tienen mayor aporte que en la agricultura, además que los niños y niñas no participan en la compra de los animales. Finalmente, en lo que ha comercio se refiere esta actividad solo es realizada por hombres y mujeres siendo los hombres quienes tienen más carga de trabajo al ser las cabezas de hogar.

1.2.9. Suelos

Los suelos del área se han formado a partir de la meteorización de las rocas metamórficas principalmente de esquistos- grafíticos, esquistos serisíticos, cuarsitas y conglomerados, originando suelos de textura entre media y moderadamente gruesa. Los suelos según el tipo de relieve presentan variaciones desde áreas topográficamente planas a escarpadas con pendientes del 10% al 80%. Presentando suelos con profundidades entre 20 y 100 cm con pedregosidad menor al 10 %. El drenaje de estos suelos es bueno con un pH neutro incidiendo en que estos suelos no poseen problemas de sales. Su materia orgánica se encuentra en concentraciones medias (2 - 4 %) por lo que su fertilidad es mediana (Sistema Nacional de Información SNI, 2011).

Mediante los análisis físico-químicos realizados en el área se determina que los suelos presentan un bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y alta disponibilidad de potasio y calcio, alta retención de humedad. La mayor parte de suelos que conforman la comunidad presentan altos porcentajes de pendientes con limitaciones severas para las actividades agropecuarias y forestales (Castro, 2011).

1.2.10. Clima y altitud

El clima es frío por encontrarse ubicada dentro del callejón interandino que forma parte de la gran cadena montañosa de la Cordillera de los Andes, lo que influye directamente en su topografía y altitud, estos accidentes geográficos influyen directamente en la conformación de dos zonas muy bien definidas en zona baja y alta. En la comunidad Manzano Guaranguí tiene una altitud de 2800 – 3100 msnm.

1.2.11. Proyectos complementarios

Proyecto: “Impulso a la producción agrícola de Cochapamba, mediante la tecnificación, uso eficiente y conservación de los medios de producción”, Se logró construir reservorios de geomebrana y hormigón a 20 familias de la comunidad Manzano Guaranguí, con la finalidad de mejorar la capacidad de almacenamiento de agua para su uso en el momento que más se requiere y no necesariamente cuando se dé el turno de riego.

2.2 Análisis sectorial

2.2.1. Definir con precisión el marco y el tema del análisis

La historia agraria de la comunidad Manzano Guaranguí, señala algunos hitos relacionados con el acceso a tierras de producción agrícola ubicando a los productores familiares en terrenos de alta vulnerabilidad, además con la aplicación de inadecuadas prácticas de manejo de suelo que han provocado la pérdida paulatina de la capa arable de los suelos agrícolas.

La productividad ha ido disminuyendo a consecuencia de la erosión, dando como producto suelos de cangagua que no pueden ser aprovechados por los campesinos locales, lo que provoca impactos sociales, para contrarrestar de debe fortalecer la organización comunitaria se debe empezar con la “Participación” de toda la gente, en desarrollo local significa no sólo la acción en actividades de un proyecto, sino un proceso de organización entre los comuneros, identificando su necesidad, planificación, colaboración, evaluación y mejora continua.

Este proceso contiene el aprendizaje conjunto y beneficio mutuo sostenible de los participantes. Son importantes los roles y funciones de autoridades y apoyo

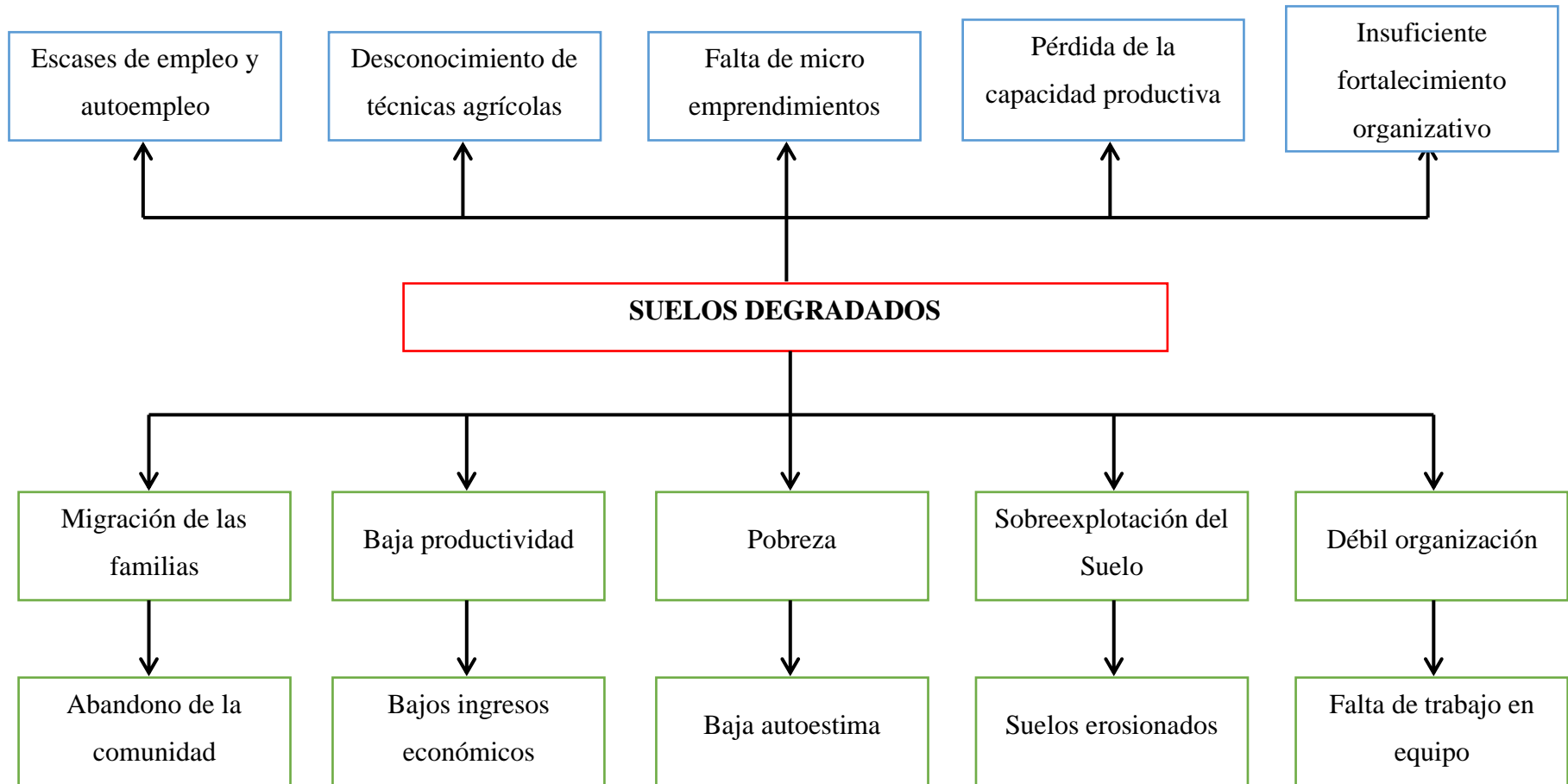
externo relacionado al desarrollo local. ¿Por qué la gente participa en un proyecto?, ¿El apoyo no dificulta la autonomía de la gente?, ¿Después del proyecto, la gente puede continuarlo solo ellos mismos? y ¿El proyecto realmente está para la gente? Todos los actores externos deben preguntarse y considerar los significativos reales del “proyecto comunitario” para facilitar el buen vivir y la felicidad de la gente, para formar una red solidaria de desarrollo y una buena gobernabilidad en las regiones para contribuir a fortalecer la autonomía local sostenible.

Ahora, es necesario la participación activa de la gente en el desarrollo local para satisfacer las necesidades reales del buen vivir sostenible. El enfoque participativo facilita la formación de organización comunitaria y el protagonismo del desarrollo local. Por ende, a través de la red de ellos y el aprendizaje por las experiencias, el desarrollo participativo transforma la estructura social regional en la democrática y sostenible. Sólo la gente local conoce sus necesidades y dificultades comunales y sólo ellos pueden solucionarlas. El proceso equivocado, la inversión equivocada y el objetivo equivocado traerían daño a la región. Para satisfacer las necesidades básicas de la vida local, los habitantes mismos deben tomar la decisión, manejar su actividad posible y asumir los resultados con su propia iniciativa.

2.2.2. Identificar los problemas mayores de los grupos metas y de los beneficiarios

Los principales problemas que se pueden evidenciar en la comunidad Manzano Guaranguí es la débil organización comunitaria, conjuntamente con la falta de manejo técnico en las unidades de producción lo que conlleva a un manejo inadecuado de las prácticas que desarrollan los campesinos en el uso del suelo quienes en los últimos años reconocen la valía de proteger y buscar estrategias para mejorar la productividad del suelo Puesto que es la única manera de luchar contra la pobreza, la migración de las familias del campo a la ciudad, mejoramiento de ingresos económicos y sobre todo aprender a valorar los suelos y contar con un buen manejo de los mismos.

2.2.3. Visualizar los problemas en un diagrama



En la comunidad Manzano Guaranguí, de un análisis de los sistemas de producción, se puede observar que en un alto porcentaje corresponde a familias dedicadas a la Agricultura Familiar, lo cual significa que la mayor parte de la población de la comunidad, presenta una amplia heterogeneidad de acceso a recursos tanto productiva, financiera, humana y social. Pese a lo señalado, se encuentran algunas características compartidas:

- a) Migración de los campesinos y sus familias;
- b) Actividad productiva muy cerca del lugar de la vivienda
- c) La explotación del predio depende directa y principalmente de la fuerza de trabajo familiar, pudiendo generar contratación de mano de obra temporal.

Al realizar un análisis desde el punto de vista productivo, se puede identificar algunos problemas principales, los mismos que se describen a continuación:

Predios familiares dedicados a cultivos tradicionales

La producción local de la comunidad, está basada en la producción de cultivos tradicionales, que son manejados sin incorporar técnicas agrícolas apropiadas, lo cual no favorece el desarrollo de las economías familiares, ya que se basa en la producción de rubros agrícolas poco rentables, que están sujetos a altas fluctuaciones del mercado, y se hallan determinados por la estacionalidad.

Esta situación genera una alta vulnerabilidad de las familias, ya que los cultivos tradicionales son manejados inadecuadamente, aplicando paquetes técnicos generalmente recomendados desde las casas comerciales y por recomendaciones de familiares y vecinos, desarrollando círculos que generan el empobrecimiento de las familias, ya que este tipo de productos se articula al mercado informal con alta presencia de intermediarios.

No se ha incursionado en la zona, con productos de mayor rentabilidad, que a la vez permitan disminuir los riesgos, relacionados con la estacionalidad y la inestabilidad climática; situación que mantiene a las familias de Manzano Guaranguí, desvinculados de oportunidades de mercado a mayor escala que les permita generar ingresos con la producción de rubros agrícolas con mayor potencial de mercado.

Suelos degradados

La historia agraria de Manzano Guaranguí, señala algunos hitos relacionados con el acceso a tierras de producción agrícola ubicando a los productores familiares en terrenos de alta vulnerabilidad, que con la aplicación de inadecuadas prácticas de manejo de suelo han provocado que paulatinamente los suelos agrícolas pierdan su capa arable disminuyendo la productividad de los mismos como efecto de la erosión, dando como producto suelos de cangagua que no pueden ser aprovechados por los campesinos locales.

Las prácticas tradicionales, se han limitado a realizar prácticas de arado de los terrenos sin considerar su pendiente, profundidad de capa arable ni la realización de acciones de contención de suelos, esto ha generado como producto de la erosión la pérdida de la capacidad productiva de los suelos, la disminución de las cosechas, el empobrecimiento de las familias para finalmente terminar migrando.

Limitado acceso al agua y de riego

Las condiciones de producción de las familias de Manzano Guaranguí, se ha visto limitada por el acceso a medios de producción entre los cuales está el agua para riego. En la comunidad, se han organizado como junta de agua que han obtenido sus concesiones para el uso en riego aplicando prácticas inadecuadas, que resultan ineficientes y generan pérdidas del recurso suelo en el traslado hasta las áreas de producción y en los mismos predios, ya que se utilizan técnicas de riego por surcos que resultan poco efectivas y son limitadamente aprovechadas por los campesinos.

Por otra parte, se han desarrollado algunos esfuerzos para mejorar la conducción del agua, sin que se haya logrado establecer sistemas más eficientes de riego que permitan aprovechar la limitada disponibilidad de agua para riego; entre estos se encuentran los reservorios que han sido construidos con apoyo de proyectos locales, pero que, sin embargo, por las condiciones del suelo, no facilitan el adecuado aprovechamiento del recurso ya que presentan filtraciones y pérdida del agua.

Escaso conocimiento para la producción

En general entre los productores de Manzano Guaranguí, existe un desconocimiento de las técnicas agrícolas que permiten hacer un eficiente uso de los recursos disponibles; ya que no se ha contado con asistencia técnica oportuna y en la calidad y cantidad necesaria para hacer un efectivo cambio de los patrones de producción que se han venido manejando de forma tradicional.

Es necesario dotar a los productores de nuevos conocimientos que permitan aprovechar de mejor manera los recursos existentes, dotándoles de herramientas técnicas y prácticas agronómicas que contribuyan a elevar la eficiencia productiva, brindándoles la oportunidad de incursionar con nuevos rubros de producción, disminuyendo los riesgos que actualmente tienen en el sistema tradicional de cultivo y uso de los recursos disponibles.

Estructuras organizativas no facilitan el desarrollo productivo local

De forma paralela a lo indicado anteriormente, en un medio de escaso acompañamiento técnico se han generado algunas estructuras organizativas para el manejo y aprovechamiento de los recursos, tal es el caso de las juntas de agua; estas se han organizado en un contexto de efervescencia de organizaciones sociales que han mantenido patrones de funcionamiento que en la actualidad se han tornado caducos y no responden al realidad y necesidades organizativas del mundo actual.

En las estructuras organizativas señaladas, se mantienen relaciones autoritarismo y concentración de poderes, limitando la participación de los asociados en la toma de decisiones, existe además un desconocimiento de la normativa actual y de la nuevas formas de gestión interna; a esto se suma la presencia de algunas desviaciones organizativas con la presencia de niveles dirigenciales poco abiertos al cambio y que mantienen prácticas de dirección que no se ajustan a la necesidad de la agricultura moderna, limitando el paso de las mismas hacia un estado de autogestión y legitimidad local.

Movilidad humana

Una de las situaciones que atraviesa la comunidad Manzano Guaranguí es la alta tasa migratoria debido a la situación socioeconómica de la zona, siendo esta la razón que muchos jóvenes salen de la zona en busca de oportunidades laborales muchos de los cuales viajan principalmente a España donde laboran en empresas que se dedican a la agricultura, este proceso implica que afecta el entorno social de la familia y conlleva a un cambio de cultura, por lo cual es imprescindible promover nuevas prácticas de agricultura familiar sostenible de manera tecnificada como el riego parcelario que promueva el desarrollo socioeconómico de las familias de zona.

- **Matriz de problemas**

Tabla 24. Matriz de problemas encontrados en la comunidad Manzano Guarangui

Contexto	Problemas / necesidades	Ponderación				
		1	2	3	4	5
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Épocas secas cada vez más largas - Pérdida de fuentes de agua - Suelos degradados y de cangagua - Entorno del paisaje degradado 	X				
Productivo	- Producción no Planificada		X			
	- Pérdidas de las cosechas, por falta de lluvia	X				
	- Baja productividad agrícola		X			
	- Desconocimiento de prácticas agrícolas adecuadas	X		X		
	- No se conocen o manejan nuevas alternativas de producción.				X	
	- Producción agrícola sin manejo técnico				X	
	- Falta de capacitación en manejo y producción agropecuaria					
Social organizativo	- Individualismo de los productores	X				
	- Migración de familias			X		
	- Falta de oportunidades para los jóvenes	X				
	- Venta de los productos de forma individualizada		X			
	- Desconocimiento y falta de capacitación		X			
Económico	- Bajos precios en el mercado de los productos agrícolas que cultivan	X				
	- No se cuenta con canales de comercialización directa		X			
	- Alta presencia de intermediarios		X			
	- No existen oportunidades para la diversificación de ingresos	X				

Matriz de alternativas

Tabla 25. Matriz de alternativas

Contexto	Alternativas / Soluciones	Ponderación				
		1	2	3	4	5
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de áreas de forestación - Plantación de forestales en predios (cortinas rompe vientos y cercas vivas) - Realizar actividades de conservación de suelos - Mejoramiento del entorno paisajístico con la siembra de árboles frutales y forestales 	X	X			
Productivo	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de alternativas de producción pecuaria - Diversificación de la producción - Disminución riesgos de la producción agropecuaria - Capacitación y asistencia Técnica a los productores - Producción agrícola de forma técnica y planificada 	X	X			
Social organizativo	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer la organización y asociatividad - Desarrollar oportunidades para los jóvenes - Desarrollo de iniciativas de comercialización asociativa - Capacitación y desarrollo de aprendizajes prácticos 	X	X			
Económico	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de cosas más rentables - Venta directa a los consumidores y micro mercados - Organizarse para la venta en conjunto - Producir cosas que no dependan del clima 	X	X			

2.3. Descripción del Proyecto / Programa

La metodología de ejecución del proyecto se basa en identificar a los beneficiarios de la comunidad Manzano Guarangú, con enfoque de género y de manera equitativa para influenciar en la mayoría de familias que conforman la comunidad.

La estrategia de intervención se basa en el trabajo coordinado con los socios locales e instituciones gubernamentales, se realizará seguimientos permanentes y evaluación de avances de media fase para realizar ajustes a las actividades que lo requieran para alcanzar el objetivo general, objetivos específicos y los indicadores del proyecto. La estrategia propuesta no compromete los recursos naturales y propicia el uso de técnicas que implementando la roturación de suelos e innovando las técnicas agrícolas en las unidades de producción, disminuyendo la dependencia externa y contribuyen a la conservación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos y la cobertura vegetal.

El seguimiento se realizará a medida que avanza el proyecto, con la finalidad de mejorar la eficacia y efectividad de las metas establecidas y actividades planificadas y propuestas en el documento de formulación.

2.3.1. Matriz de Marco Lógico

	Resumen Narrativo de Objetivos	Línea Base	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
OBJETIVO ESPECÍFICO 1	Establecer los referentes teóricos que sirva de base para la presente investigación	-Trabajos de titulación realizados en la Zona de Cochapamba -Información recopilada por dirigentes de las comunidades de Cochapamba	-Al finalizar el proyecto se tiene bases teóricas para la validación de la propuesta.	-Epígrafes de la fundamentación epistemológica -Fundamentación teórica del proyecto.	Artículos científicos, informes técnicos, libros, revistas científicas son encontrados y recopilados de forma satisfactoria.
OBJETIVO ESPECÍFICO 2.	Diagnosticar el estado actual de los suelos degradados de las unidades de producción agrícola de la comunidad Manzano Guaranguí.	-Baja productividad de los suelos. -Suelos degradados	-Al concluir el proyecto la productividad de los suelos aumenta en un 10%. -Al término del proyecto se ha mejorado el suelo degradado de unidades de producción agrícola	-Informes de avance -Registros de número de hectáreas roturadas.	Los productores adoptan las propuestas técnicas de manejo de las unidades de producción.
OBJETIVO ESPECÍFICO 3.	Proponer estrategias de recuperación basadas en la preparación del suelo y abonos orgánicos, para mejorar la capacidad productiva de los suelos.	-Las familias no aplican prácticas de innovación productiva -No se realiza conservación de suelos -33 familias realizar riego por surcos. -No se usan abonos orgánicos ni terrazas en la producción. -Migración del 30% de las familias. -Bajos ingresos económicos (205 USD/Mes).	- Al finalizar el proyecto familias aplican innovación productiva. -La roturación de hectáreas de suelos degradados. -Hectáreas con aplicación de abono orgánico (humus, abonos verdes) y terrazas -Al finalizar el proyecto, retornan el 10% de familias que migraron. -Al término del proyecto existe un incremento del 10% de los ingresos económicos actuales.	-Informes Técnicos -Informes de Implementación registros de manejo -Informes de avance técnico. -Registros de manejo	-Existe la participación mayoritaria de los productores participantes del proyecto - Los procesos se cumplen de forma satisfactoria.

2.4. Factores de riesgo

Tabla 26. Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Unidades de producción propias. Predisposición de las familias en el mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos. Voluntad al cambio de actitud sobre su realidad.	Capacidad de autogestión en los gobiernos locales. Apoyo de la Organización Cochapamba. Asesoramiento técnico del MAG. Financiamiento por el GPI para el mejoramiento del suelo.
DEBILIDADES	AMENAZAS
Suelos degradados. Desconocimiento de manejo técnico del suelo. Falta de capacitación. Bajo nivel organizativo.	Cambios climáticos (lluvias torrenciales/largos veranos).

2.5 Modalidades de ejecución

2.5.1. Medios materiales y no materiales

Para una mejor comprensión, los materiales utilizados en la investigación se han clasificado en: equipos, insumos, materiales de escritorio y otros.

Tabla 27. Materiales e insumos

EQUIPOS	INSUMOS	MATERIALES DE ESCRITORIO	OTROS
Tractor roturador	Abono orgánico (Humus)	GPS Cámara fotográfica	Herramientas agrícolas Azadón
Tractor agrícola		Materiales de oficina Software ArcGIS 10.2 Cartas topográficas 1:50 000 (IGM, INEC, MAGAP)	Clinómetro Flexómetro Estacas Botas de caucho Fundas de cierre hermético tipo ziploc Fundas de cáñamo.

2.5.2. Calendario de ejecución (por etapas)

Tiempo Actividad /Fase	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Establecer referentes teóricos que sirva de base para la presente investigación							
Caracterización de las propiedades físico-químicas de los suelos degradados de las unidades agrícolas							
Análisis de las propiedades físico-químicas de los suelos degradados							
Realizar asambleas comunitarias para analizar sobre la problemática ambiental y degradación del suelo							
Diseño de estrategias de mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos							
Talleres							
Informes y seguimientos							

2.5.3. Sostenibilidad económica y financiera (Cálculo de VAN y TIR)

La sostenibilidad social del proyecto puede responder de manera adecuada ya que su proceso de formulación ha sido formulado de manera participativa, donde parte del equipo de trabajo son personas o profesionales de las comunidades que conocen la realidad de la zona además de ser respetadas por la gente de las comunidades. Por lo cual ha participado con entusiasmo y pro actividad en la formulación del mismo; por otra parte, el proyecto involucra a la comunidad de Manzano Guarangú y otras del territorio, lo cual asegura una adecuada distribución de los actores con derecho en cada una de las comunidades.

	Por Hectárea			
Actividad	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
<i>Recuperación de suelos</i>				
Roturación	Hectárea	1	700	700,00
Rastra (Tractor agrícola)	Hectárea	1	300	300,00
Incorporación de materia orgánica	Horas tractor	4	25	100,00
Movilización	Días	10	50	500,00
Mano de obra	Jornaleros	8	20	160,00
Alimentación	Coffe Break	8	2	16,00
<i>Insumos</i>				
Materia orgánica	qq	112	5	560,00
Abono verde (raigrás)	kg	12	15	180,00
Abono verde (vicia)	kg	23	20	460,00
Pasto milin	qq	20	10	200,00
Análisis de suelos	Unidades	10	40	400,00
Subtotal				3576
10% Imprevistos				357,60
TOTAL				3933,60

2.7. Factores de calidad

2.7.1. Apropiación y compromiso de los beneficiarios

Las estrategias contempladas para fomentar la apropiación y el compromiso de los beneficiarios respecto a las actividades del proyecto es realizar una adecuada socialización del mismo, partiendo del interés y necesidad sentida de la población local, además cada beneficiario deberá aportar la contraparte del proyecto de esta manera se espera que el beneficio sea valorado y bien manejado por las familias beneficiarias.

Enfoque de igualdad (género): Se ha buscado asegurar también la participación de jóvenes, hombres y mujeres, con lo cual se aspira generar procesos sostenidos de cambio en la zona. El proyecto facilita la participación directa de 30 mujeres con jefatura de hogar entre las cuales se hallan madres solteras, lo cual garantiza que se ofrezcan oportunidades de autoempleo a mujeres que proveen el sustento al hogar.

2.7.2. Sostenibilidad ambiental

La propuesta es viable ambientalmente ya que las actividades a desarrollarse no causan daño alguno sobre los recursos; todos los impactos que se puedan generar son reversibles con un adecuado manejo de los suelos; además incorpora actividades que favorecen la estabilidad de los ecosistemas locales.

Considerando el enfoque del proyecto que a su vez promueve la creación de un escenario donde se contribuya a la conservación productiva como estrategia de equilibrio territorial, es corresponsabilidad de las entidades participantes durante la fase de operación del proyecto ajustar las estrategias que permitan apuntalar la sostenibilidad de las acciones implementadas y los productos previstos a fin de que, institucionalmente, económicamente, socialmente y ambientalmente perduren en el mediano y largo plazo.

2.7.3. Gestión de riesgos de desastres naturales

Ambientalmente, la comunidad reconoce la importancia de los páramos, bosques y los efectos protectores sobre el suelo y las vertientes de agua en la microcuenca, contribuyendo al sostén y amarre de las capas de suelo en las laderas y orillas de quebradas, evitando la erosión y los desbanques en época lluviosa, igualmente en la medida que se reforesta con árboles nativos de la zona se aporta a la formación de capas edáficas y por ende a la recuperación del suelo.

2.8. Conclusiones del capítulo

La falta de productividad de las tierras agrícolas son un gran problema para los agricultores lo que provoca falta de empleo y con ello la migración de las familias a la ciudad; los entes gubernamentales brindan su apoyo a este tipo de proyectos, pero por falta de conocimientos tecnificados sobre el tema los comuneros dejan que sus tierras se agoten y dejen su estilo de vida.

La tecnificación del manejo de tierras es un proceso necesario, no solo para el trabajo del campesino, sino también para el ambiente ya ayuda a la conservación de suelos y asegura una producción a futuro como sustento no solo de una familia campesina, sino también a la alimentación de ciudades completas.

El fortalecimiento de la estructura organizativa de la comunidad de Manzano Guaranguí permitirá el mejoramiento de la capa arable del suelo y promoverá el inicio de una conservación de este, los campesinos se preocupan por un futuro sustentable basándose en una organización sólida y eso ayuda no solo a su economía, sino también a un mejor manejo de las unidades de producción y gracias a los gobiernos locales su compromiso se ve reflejado en toda la ayuda recibida para estos pequeños grandes proyectos que reflejan un futuro más sostenible relacionada a la productividad.

III. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. Análisis de resultados

3.1.1. Análisis de suelos de las unidades de producción agrícola

Los resultados de los parámetros analizados muestran que en los macronutrientes existe una deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Azufre; mientras que, el Potasio, Calcio y Magnesio se presentan en concentraciones altas. En relación a micronutrientes se notó una deficiencia de Boro y Zinc, y existen concentraciones altas de Hierro y medias de Manganeso y Cobre. (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados de los análisis de suelos de las unidades de producción agrícola de Manzano Guaranguí

Parámetro	Unidad	Dato	Rango
Nitrógeno	Ppm	26,51	Bajo
Fósforo	Ppm	8,26	Bajo
Potasio	meq/100 ml	1,06	Alto
Azufre	Ppm	6,36	Bajo
Calcio	meq/100 ml	15,3	Alto
Magnesio	meq/100 ml	4,63	Alto
Zinc	Ppm	2,95	Bajo
Cobre	Ppm	3,48	Medio
Hierro	Ppm	74,6	Alto
Manganeso	Ppm	14,84	Medio
Boro	Ppm	0,78	Bajo

pH	_____	7,17	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	%	2,67	Bajo
Textura	Arena	%	49,20
	Limo	%	39,20
	Arcilla	%	11,60
Densidad aparente	g/cm ³	1,68	Compactado

Fuente: (LABONORT, 2019)

3.1.2. Propiedades físicas

- *Pendiente del terreno*

Para calcular la pendiente se utilizó un clinómetro (Fig 15), dando como resultados pendientes de 20 – 30%, que corresponde a un relieve ondulado y con ayuda del GPS se determinó una altitud (2800 – 3200 msnm).



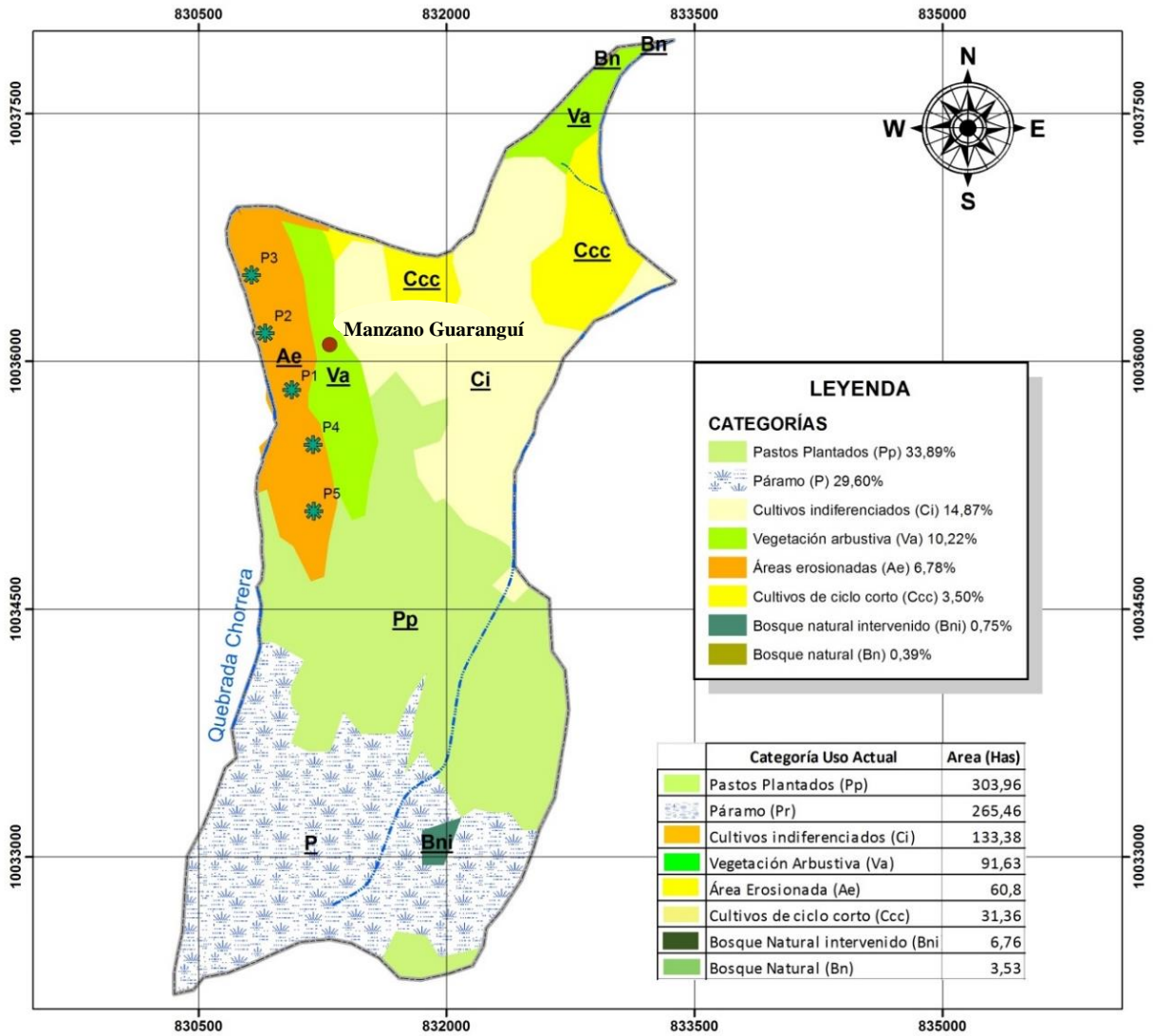
Figura 15: Utilización del clinómetro

- *Profundidad efectiva del suelo*

Para calcular la profundidad efectiva se utilizó un barreno y se obtuvo una profundidad efectiva promedio de 20 a 30 cm.

3.1.3. Mapa de uso actual de la comunidad Manzano Guaranguí

La comunidad Manzano Guaranguí tiene 896, 88 ha. El mapa de uso actual detalla ocho categorías, evidenciando que el área degradado tiene 60,8 has. Esto se debe a que los agricultores de la comunidad utilizan malas prácticas de manejo de suelo, monocultivo y cultivos en pendientes altas.



Fuente: La Autora

3.2 Discusión de los resultados

3.2.1. Macronutrientes

- ***Nitrógeno (N)***

El dato de nitrógeno (26,51 ppm) se ubica en el rango bajo que de acuerdo a Viteri et al. (2004), puede deberse a que la materia orgánica del suelo este en muy bajos porcentajes, a la descomposición incompleta de la materia orgánica. Además, podría estar relacionado con la aplicación insuficiente de N, incorrecta utilización de los fertilizantes nitrogenados, suelos muy livianos o poco profundos; problemas en el sistema radicular ocasionados por el exceso de humedad en el suelo, Ataque de nematodos que afectan el sistema radicular cuando se ha sembrado semilla contaminada, fuerte competencia de malezas y compactación del suelo (López et al, 2001).

- ***Fósforo (P)***

El dato fósforo (8,26 ppm) se ubica en un rango bajo. Probablemente, esta baja concentración se origine por variaciones extremas de pH en el suelo, condiciones muy secas y/o muy húmedas (Viteri et al., 2004). Asimismo, la explicación estaría en la poca respuesta a las aplicaciones de P en suelos con alta capacidad de fijación del elemento o niveles muy altos de N foliar que pueden provocar reducción de los niveles de P (López et al., 2001).

- ***Potasio (K)***

El dato de potasio (1,06 meq/100ml) muestra una permanencia en el rango alto. Posiblemente exista un balance entre el calcio y magnesio que favorece la disponibilidad de potasio pudiendo ser evidencia de que no existen problemas fitosanitarios (Viteri et al., 2004). De acuerdo con López et al. (2001), los altos niveles de K pueden estar relacionados con una aplicación adecuada de K, riego eficiente; o, suelos con bajos contenidos de Na (sódicos), factor beneficia la disponibilidad de K para la planta.

- **Calcio (Ca)**

El dato de calcio (15,3 meq/100 ml) se ubica en el rango alto. Según, López et al. (2001), este contenido se origina en concentraciones altas de Ca en el suelo, particularmente en suelos de textura franca, hecho que coincide con los suelos donde se ubicó el ensayo. Viteri et al. (2004) señala que el Ca no es deficiente en los suelos con pH neutro.

- **Magnesio (Mg)**

El dato de Magnesio (4,63 meq/100 ml) señala una permanencia total en el rango alto. Según, Viteri et al. (2004) los niveles altos de Mg son coincidentes con los altos niveles de Ca, el balance entre las relaciones Ca/Mg, K/Mg, favorecen la disponibilidad del Mg y en suelos donde el riego se maneja adecuadamente. También puede deberse a que los suelos son muy meteorizados o livianos y a la aplicación adecuada de Mg en los programas regulares de fertilización (López et al, 2001).

- **Azufre (S)**

El dato de Azufre (6,36 ppm) se encuentra extremadamente bajos con relación al rango mínimo. Este resultado tiene relación con la característica de suelos livianos, con bajo contenido de materia orgánica y muy húmedos (Viteri et al., 2004). De acuerdo con López et al. (2001), puede darse en suelos con niveles muy bajos de S, ausencia o aplicación insuficiente de S en los programas regulares de fertilización.

3.2.2. Micronutrientes

- **Boro (B)**

El resultado de boro (0,78 ppm) señala una permanencia total en el rango bajo. Según Viteri et al., (2004) esta deficiencia podría estar relacionada con épocas de fuertes sequías, suelos con pH muy bajo o muy alto, contenidos de menos de 0.5 ppm de boro en el suelo y por altas aplicaciones de cal agrícola. Para López et al. (2001), también puede darse por condiciones de ausencia o aplicación insuficiente de B en los programas regulares de fertilización y porque los suelos tienen niveles bajos de materia orgánica.

- ***Zinc (Zn)***

El resultado de zinc (2,95 ppm) se encuentra en un rango bajo. Viteri et al. (2004) mencionan que los bajos niveles de Zn se originan en suelos nivelados con exposición del subsuelo, suelos con alto contenido de carbonato de calcio, contenido de fósforo muy alto, suelos muy húmedos; Sin embargo, López et al. (2001) menciona que también se origina en suelos de pH neutro a alcalino y suelos con niveles bajos de materia orgánica.

- ***Cobre (Cu)***

El dato de Cobre (3,48 ppm) registra un rango medio. Según Viteri et al. (2004) los niveles medios a bajos de Cu pueden deberse a las altas aplicaciones de cal agrícola, suelos con alto contenido de calcio y suelos con bajo contenido de materia orgánica estos dos últimos aspectos coinciden con los suelos de las parcelas en estudio. Para López et al. (2001) los suelos francos y arcillosos presentan concentraciones medias a bajas de este elemento; la disponibilidad del Cu decrece a medida que el pH se incrementa a valores iguales o más altos que 7.

- ***Hierro (Fe)***

El resultado de hierro (74,65 ppm) señala una persistencia total en el rango alto. Probablemente se deba a suelos con buena aireación Viteri et al. (2004). Para López et al. (2001) las concentraciones altas de hierro pueden deberse a un alto pH, suelo húmedo y frío.

- ***Manganeso (Mn)***

El resultado de Manganeso (14,84 ppm) se encuentra en un rango medio (Fig. 4.11). Posiblemente se deba a suelos con textura arenosa y a suelos orgánicos (Viteri et al. 2004). Según López et al. (2001), también puede ocasionarse en suelos de pH alto o alcalinos y por la ausencia o aplicación insuficiente de Mn en los programas regulares de fertilización

3.2.3. Potencial Hidrogeno (pH)

El dato de pH (7,17) se halla prácticamente neutro con una ligera inclinación a alcalinos, puede deberse a una buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad y solubilidad de P y baja disponibilidad de micronutrientes (FAO, 2013). Además, dicho pH puede corresponder las altas concentraciones de sales solubles que no han sido lavados por las precipitaciones pudiendo relacionarse a problemas de deterioro físico del suelo (Zapata, 2004).

3.2.4. Materia orgánica (MO)

El porcentaje de materia orgánica (2,67%) se encuentra en un rango bajo. Este resultado puede deberse a que los suelos poseen intensificación de la actividad agrícola, falta de rotaciones con pasturas, y niveles bajos de N, P y S (Sainz et al., 2009). Según Sierra y Rojas (2008) los valores bajos de MO pueden deberse a efectos del laboreo excesivo en pendientes moderadas e intensas lluvias invernales que acelera el proceso erosivo, y ha conducido a una pérdida de materia orgánica.

3.2.5. Textura

Se evidencia una clase textural de tipo Franco. La clase textural de tipo Franco puede deberse a que los suelos poseen permeabilidad media, retención de agua media, aireación buena, y cantidad media de agregados y consistencia (Rucks et al., 2004). Además, este resultado en textura probablemente se deba a que dichos suelos tienen superficie específica media, compactación media, dificultad de laboreo baja y erosionabilidad por el viento de tipo media (Porta y López-Acevedo, 2005).

3.2.6. Densidad Aparente (DA)

El resultado de la densidad aparente (1,68 g/ml), señala alto problema de compactación, puede deberse a que el suelo presenta bajas cantidades de materia orgánica, escaso espacio poroso y poca retención de la humedad, limitando a su vez el crecimiento de las raíces (Salamanca y Sadeghian, 2005). Según Rojas y Sáenz (2008), una densidad aparente con valores altos puede deberse al uso excesivo de

maquinaria agrícola o la práctica inoportuna de labranza, lo cual genera la formación de una capa dura inmediatamente debajo del suelo arado, que limita la profundidad efectiva del suelo para la exploración de las raíces.

3.2.7. Profundidad efectiva

Los valores de profundidad efectivas registrados (20 a 30 cm) son bajos esto demuestra que las raíces de las plantas pueden llegar al suelo con obstáculos tanto físicos como químicos (Cook et al., 2010). Además, esta profundidad del suelo demuestra que no puede retener el agua y tampoco suministrar los nutrientes existentes (Núñez, 2001).

3.3. Evaluación de expertos

La *primera evaluación* se realizó con el Magister Armando Flores docente de la Universidad Técnica del Norte, su experiencia son los proyectos a nivel social, por ese motivo se recurrió a su experticia para evaluar la presente Investigación.

El Magister Armando Flores sugiere en general un enfoque organizativo al mencionar que el tema de investigación si bien está planteado de manera correcta, el tema es bastante amplio que debe conceptualizarse desde la parte legal para tener un sustento en la discusión y sugiere un enfoque de empoderamiento de estrategias para poder aprovechar la productividad del suelo mediante la roturación y poder tener productos rentables en el mercado; esta es la mejor manera de enfocarse organizativamente haciendo un análisis de mercado y ayudar así a las personas a empoderarse de la propuesta y sacar adelante en proyecto, si bien el proyecto habla de roturación de suelos es necesaria la parte social por lo tanto la pertinencia es correcta.

En esta entrevista el Magister Flores sugiere organizar de forma distinta los objetivos para enfocarlos en lo que se refiere a estructura organizativa dentro de la comunidad, trabajar en nuevas dinámicas productivas enfocándose en los impactos que genera el proyecto, ya que de esta manera se pueden validar las estrategias para el proyecto, ya

sean estas de mitigación, remediación o compensación tanto a los campesinos como al suelo que es su medio productivo.

La roturación del suelo es un tema secundario ya que es un medio para un fin, pero no necesariamente contesta a la pregunta de investigación; el diagnóstico de los suelos debe estar acompañado de la estructura organizacional de la comunidad y en el marco teórico debe contener un análisis situacional de riesgo del territorio en donde se asienta la comunidad con sus respectivas debilidades y amenazas para enfocarse en el fortalecimiento y las estrategias de gestión con otras instituciones.

En este punto se hace énfasis en las estrategias y el empoderamiento (debería estar en el segundo objetivo); esto debe realizarse a través del FODA, en el cual se sugiere enfocar de manera diferente al que actualmente está propuesto. La manera de empoderarse de las estrategias es mantener los impactos positivos del proyecto; en este análisis no se detectó impactos negativos por parte del magíster. Dentro de los impactos positivos se debe incluir la escuela de agricultores preexistentes en la comunidad y enfocarla a otros ejes, no solo los que ya se toman en cuenta como la diversificación de cultivos porque no sirve de nada recuperar el suelo para seguir en los monocultivos, generar Fondos de ayuda con otras instituciones y que la comunidad pueda palpar el compromiso que se tiene hacia el trabajo de investigación.

Para finalizar con la validación se sugiere buscar asociatividad y conocer de cerca las cadenas productivas con su respectiva oferta y demanda. El tema principal debe enfocarse en la organización Agraria y productiva buscando fortalecerla y dejar de lado el tema principal propuesto en el árbol de problemas, de esta manera se está enfocando de mejor manera la parte social de la investigación. Como se menciona en un inicio la discusión del tema debe hacerse desde la parte legal y a esto se le añade el incluir indicadores de empoderamiento y fortalecimiento para poder cuantificarlos, además proponer estrategias endógenas para el fortalecimiento. De esta manera se puede certificar que el tema es válido y pertinente al campo de acción establecido.

La *segunda evaluación* se realizó con el Tec. Néstor Fidel Castro Ortiz presidente de la Unión de Organizaciones Campesinas Cochapamba, y Técnico en Participación Ciudadana en el GAD municipal de Ibarra, con 20 años de experiencia en desarrollo local y elaborador y ejecutor de proyectos en las áreas de educación, salud, ambientales y de desarrollo productivo, conocedora de su trayectoria y basta experticia recurrí para evaluar la presente Investigación.

El Técnico Néstor Fidel Castro Ortiz una vez que reviso la investigación sugiere que al considerar al ser humano como un eje central cuyo enfoque refiere al fortalecimiento de la estructura organizativa de la comunidad de Manzano Guarangui, el tema trata de resolver la débil organización existente en la comunidad planteado de manera correcta como estrategia la recuperación de los suelos, el tema si se sustenta en argumentos legales cuya conceptualización parte desde la discusión comunitaria lo que garantiza que en el momento de ejecución del proyecto exista una posibilidad de sustentabilidad y sostenibilidad en el tiempo ya que refiere a recuperar los suelos y permitirá aprovechar la productividad de las unidades de producción conllevando a que las familias mejoren sus condiciones de vida como desafío es poder tener productos rentables para el mercado.

Ratifica que el fin es fortalecer la estructura organizativa y la estrategia que une a las familias será la roturación del suelo cuyo enfoque en varias experiencias han tenido efectividad cabe resaltar que como todo proyecto se requiere de análisis respecto a la situación actual como a un análisis de mercado por tratarse de tener una proyección hacia devolver un suelo nuevo a las familias lo que sin dudarlo va ayudar a líderes, jóvenes, mujeres y hombres a empoderarse de la propuesta y ejecutar participativamente lo que garantiza el éxito del proyecto, el enfoque en lo social permite que existan coyunturas locales y la posibilidad de cooperación externa.

En esta entrevista el Tec. Fidel Castro sugiere sostener la estrategia de la acción de recuperación de los suelos en las unidades de producción sin perder el punto central de la investigación que es lograr fortalecer la estructura organizativa de la comunidad lo que quizás conllevaría a cambiar el orden de las palabras en el objetivo general y

reorganizar el orden de los objetivos específicos, como en el marco lógico, mencionando que el fondo y la forma del proyecto no tendría cambios profundos ya que la estructura se mantendría y que se puede validar In situ al realizar una evaluación del impacto generado por la investigación, se puede considerar algunos aspectos para atender algunas acciones de mitigación, remediación especialmente al resolver conflictos sociales de una débil organización social y la compensación que se realice en la recuperación de los suelos como en general en la implementación de diferentes medios de producción.

El Marco Teórico recoge varias situaciones que permiten proyectarse, pero no necesariamente determina el estado situacional de la comunidad requiriéndose en lo posterior a realizar un diagnóstico situacional local y partir de algo más real ya al trabajar en temas sociales surgen momentos altos, medios y bajos dependiendo de momentos y de quien está al frente de la organización.

En esta investigación se considera a una acción como un estrategia para lograr el fin y es la recuperación de los suelos, a este punto debe acompañar análisis de suelos por unidad productiva además en el FODA de la comunidad se debe darle un mayor enfoque a las debilidades y amenazas para tratar de que estas se conviertan en grandes posibilidades de convertirlas en grandes oportunidades y fortalezas enfocarse en el fortalecimiento social lo que permitirá consolidar tanto la estructura organizacional local como la cooperación inter institucional. En cuanto al árbol de problemas sugiere partir como problema central la débil organización comunitaria esto tendría mayor relación hacia la necesidad de fortalecer la estructura organizacional.

Sugiere que en este tipo de proyectos es fundamental partir desde la necesidad comunitaria y familiar para que exista compromiso de los participantes en la ejecución de la investigación, aprovechar de la experiencia local tanto en conocimientos empíricos como técnicos lo que ayudara a mitigar cualquier dificultad encontrada al desarrollar el proyecto enfocar de manera que la organización local

sea la protagonista, en lo que se considera como positivo fortalecer aún más para el éxito anhelado.

Para finalizar con la validación se sugiere buscar alternativas de cooperación interinstitucional para fortalecer la estructura organizativa como entrar en procesos sostenidos de capacitación, se fortalezca las cadenas de comercialización de la producción quizá de manera asociativa como un estudio de mercadeo que les ayude a estar atentos a la oferta y demanda tanto local, nacional e internacionalmente. La investigación busca resolver el tema organizacional de la comunidad a través de una revolución agraria.

3.4. Evaluación de usuarios

La *primera evaluación de usuarios* se realizó en la feria de trueque organizada cada fin de semana en el Terminal Terrestre de la Ciudad de Ibarra por la Gobernación de Imbabura, en esta entrevista se cuenta con la participación de la señora Imelda Sánchez, oriunda de la comunidad Manzano Guaraní y que hace todo lo posible por sacar sus productos al mercado.

Desde el punto de vista de la usuaria el proyecto que plantea tiene otra perspectiva que no es enfocada en la parte técnica, la usuaria menciona que en cada proyecto que se les presenta siempre es la prioridad en suelo, la calidad y cuanto produce, pocos técnicos toman como eje central la parte humana, es por ello por lo que los usuarios agradecen siempre el apoyo técnico con nuevas alternativas a los pesticidas regulares.

El hecho de sacar sus productos al mercado es necesidad diaria y se necesitan estudios de mercado para predecir la subida o caída de precios, muchas veces se pone el mayor esfuerzo en las cosechas y cuando se llega al mercado se topan con que el precio está muy bajo y en otras ocasiones cuando se produce poco esta caro.

El proyecto plantea trabajar de cerca con la parte humana en lo que es la escuela de agricultores, eso no solo ayuda al campesino con sus técnicas al sembrar sino que fomenta en los jóvenes las ganas de estudiar y tecnificarse para ayudar a las familias, la recuperación del suelo debe ser prioridad pero los gobiernos dejan la agricultura de

lado y se centran en minería y petroleras que destruyen los ecosistemas más no en el campesino que le da de comer a la ciudad, y en esta época de crisis esperamos que se den cuenta más que nunca que si el campo no produce la ciudad no come.

Al parecer de la usuaria el proyecto es socialmente amigable y estaría dispuesta a participar en los ejes que propone la investigadora y trabajar en la recuperación del suelo con gran disposición a dejar los monocultivos de lado y hacer más énfasis en la diversificación y asociación de cultivos.

De igual manera, la **segunda evaluación** de usuarios se efectuó al Sr. Juan Perugachi, agricultor de la zona en estudio, quien supo manifestar que el proyecto de recuperación de suelos degradados puesto que aumentaría la producción y la obtención de productos de mejor calidad. De igual manera destaca la importancia del asesoramiento técnico es este aspecto. Sin embargo, considera lo necesario de inmiscuir la parte del fortalecimiento organizacional de las comunidades dentro del proyecto.

Resalta que las capacitaciones técnicas no son suficientes si desde las mismas comunidades no se adopta una mejor postura organizacional en temas de planificar y ejecutar actividades que se lleven a cabo dentro de un cronograma establecido. Acota que muchas de las veces se reciben capacitaciones técnicas que pocas veces se aplican por falta de organización en las comunidades, de ahí parte para aseverar que, si se tuviera mayor organización y planificación, las actividades planteadas y los conocimientos obtenidos se aplicarían frecuentemente. Entonces se fortalecerían las relaciones sociales, se incrementarían las oportunidades de comercio significando mayores créditos económicos para las familias, se conservaría de mejor manera el suelo y lo esencial es que se fomentaría el desarrollo de la comunidad logrando una mayor integración de los habitantes, con equidad y sentido de pertenencia por el desarrollo no solamente personal sino de su territorio.

3.5. Conclusiones del capítulo

Las propiedades físicas del suelo, indicaron niveles de degradación por compactación, debido a que la densidad aparente es superior a $1,68 \text{ g/cm}^3$; dato que no coincide con el tipo de densidad para un suelo con textura franca

El proyecto debe tomar en cuenta la parte humana como parte del problema enfocándose en la estructura organizacional de la comunidad en estudio.

En el tema productivo manifiesta que si se recuperan los suelos se hace urgente la diversificación de los cultivos como la aplicación de tecnificación de agricultura para una mayor productividad y con ello se busca disminuir el nivel de migración de las familias.

Por otro lado, los evaluadores recomiendan darle un enfoque a la realidad del territorio y enfocar las estrategias a través de una reforma del FODA, ya que en esta matriz puede ayudar a enfocarse en los problemas de manera más ordenada.

IV. CONCLUSIONES GENERALES

Los impactos sociales que genera la degradación del suelo en las familias principalmente es la migración y la falta de productos para el sostén del núcleo familiar, esto genera un efecto dominó que no solo afecta a las familias, sino también al suelo y la diversidad del territorio en un futuro muy cercano.

Las propiedades físicas del suelo, indicaron niveles de degradación por compactación, debido a que la densidad aparente es superior a $1,68 \text{ g/cm}^3$; dato que no coincide con el tipo de densidad para un suelo con textura franca que es alrededor de $1,3$ y $1,4 \text{ g/cm}^3$, este hecho indica que la porosidad del suelo está afectada, lo que restringe la circulación del agua y del aire.

Las propiedades químicas del suelo registraron concentraciones bajas de macronutrientes como N, P y S (<30 , <10 y <12 ppm, respectivamente); mientras que, el K, Ca y Mg estuvieron en concentraciones favorables ($>0,4$, >9 y $> 2,3$ meq/100 ml). En cuanto a micronutrientes se observó una deficiencia de B y Zn (<1 y <6 ppm, en su orden); y, concentraciones aceptables de Fe, Mn y Cu (>20 , >6 y >1 ppm, respectivamente).

Por los bajos contenidos de materia orgánica, en el suelo es necesario adicionar abonos para fertilizar el suelo, promover la actividad microbiana y el reciclaje de

nutrientes; pues, los niveles de precipitación de la zona (1000-1500mm), repercuten en procesos de reducción que se manifiestan en bajos niveles de disponibilidad de N, P, S y Zn.

El pH del suelo es ligeramente alcalino, relacionado con una alta disponibilidad de Ca y Mg, que afecta la disponibilidad y absorción de P en el proceso de nutrición de las plantas; hecho que debe considerarse para la fertilización o abonaduras.

La textura franca favorece las altas concentraciones de Ca que coinciden con altas concentraciones de Mg; el vínculo entre estos dos elementos citados interviene en la mayor disponibilidad de K, lo cual fue corroborado por los análisis de suelos, efectuados.

Las estrategias que se proponen para el mejoramiento de la capacidad productiva del suelo fortalecen la organización estructural de la comunidad por medio de la escuela de agricultores tocando ejes que no solo se enfocan en la recuperación del suelo sino también en la parte social de los comuneros que buscan mayores plazas para sacar a la venta sus productos de una manera más organizada y con menos obstáculos, logrando así el fortalecimiento del núcleo familiar evitando la migración de las familias.

Las estrategias que se proponen en la investigación se centran en la parte humana y generan nuevos ejes para el desarrollo de la comunidad alentando de esta manera a los jóvenes campesinos a tomar interés en estas actividades y fortalecer las actividades para mejorar la productividad y el comercio de los productos agrícolas ayudado de fundaciones y la municipalidad.

V. RECOMENDACIONES

Tener una firme base legal de la investigación ya que es fundamental para la discusión pertinente del trabajo, enfocándose sobre todo en leyes agrarias, difundiendo entre los campesinos este tipo de leyes para que conozcan sus derechos y lo que los organismos a cargo tienen la responsabilidad de hacer.

Las unidades agrícolas deben trabajarse en asociación de cultivos y diversificación para evitar la continua degradación del suelo organizándose para sacar al mercado nuevos productos y buscando alternativas sostenibles para un futuro digno.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2000). *Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos*. Quito: Abya Yala.
- Alcatraz, F. (2012). *Salinidad y vegetación: Problemas para las plantas*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Bárbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (2003). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Pampeana: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.
- Barbazán, M. (2000). *Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes: Factores que afectan la concentración de nutrientes en la planta*. Montevideo: Universidad de la República de Uruguay.
- Bautista, C., Etchevers, J., Del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13 (2), 90-97.
- Bollo, E. (2001). *Lombricultura una alternativa de reciclaje*. Quito: Acuña 2da Edición.
- Canals, R., Peralta, J., & Zubiri, E. (2009). *Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica: familia Leguminosae, Vicia sativa*. Obtenido de http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Vici_sati_p.htm
- Carrasco, J., & Reckman, O. (2010). *Conservación de suelos*. Santiago de Chile: La Platina.
- Castañeda, P. (2001). *El estudio del suelo*. Asunción, Guatemala: Magna Terra Editores – Vecinos Mundiales.
- Cook, J., Álvarez, D., & Estrada, M. (2010). *Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno: Profundidad efectiva*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Corporación BIOTEC.
- Durán, F. (2009). Estudios de suelos manejo y conservación del suelo agrícola. . *Autor* .
- FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas: Propiedades del suelo*. Antioquia: FAO.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Antioquia: Asociación internacional de la industria de los fertilizantes.

- FAO. (2015). *Propiedades físico-químicas del suelo*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>
- FAO. (2004). *Términos y definiciones*. Obtenido de <http://www.fao.org/forestry/9690-0d07a6ab2.pdf>
- Fernández, R., & Anadón, C. (2006). *Características, Origen y Tipos de Suelo*. Obtenido de <http://www.unioviado.es/chely/CHELY/docencia/Lecciones/Suelos.Lec6.pdf>
- Ferreira, A., Pereira, I., Maranhão, O., & Da Silva, E. (2015). Resistencia al desgaste de materiales de las orugas de tractores después del proceso de recuperación. *Materia* , 20 (1), 8-22.
- Fitz, E. (1996). *Introducción a la ciencia de los suelos*. México: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Forian, E. (2009). *Establecimiento de la asociación Rye grass (Lolium perenne) y Trébol Blanco (Trifolium repens)*. Cajamarca: SIRIVS.
- Fuentes, L. (1998). *Servicio de Agricultura, Pesca y Alimentación* . Madrid: La Roda.
- García, S., & Martínez, R. (2009). *Abonos verdes*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes* , 35 (2), 125-138.
- INIA. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología - Jornada de puertas abiertas*. Uruguay: Tacuarembó.
- Jiménez, A., & Khalajabadi, S. (2005). *La Densidad Aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera Colombiana*. Colombia : Cenicafé: 56(4), 381-397.
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA* , 24 (2), 49-61.
- Kirkby, E., & Römheld, V. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. *Informaciones Agronómicas* (68), 1-6.
- LABONORT, L. d. (2016). *Instructivo para toma de muestra de suelos*. Ibarra: LABONORT.

- Lamz, A., & Gonzalez, M. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas* , 34 (4), 31-42.
- Lobo-Guerrero, A. (2015). *Mapeo de Conductividad Eléctrica del Suelo: Factores que afectan la CE del Suelo*. Pereira, Colombia: LOGEMIN.
- López, A., Vargas, A., Espinosa, J., & Vargas, R. (2001). *Síntomas de Deficiencias Nutricionales y otros Desórdenes Fisiológicos en el Cultivo del Banano (Musa AAA). Descripción, Causas, Prevención, Corrección*. San José: International Plant Nutrition Institute.
- López, F. (1994). Degradación del suelo ¿Fatalidad climática o mala gestión humana? Hacia una gestión sostenible del recurso en el contexto mediterráneo. *Papeles de geografía* , 20, 49-64.
- López, M., & Estrada, E. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Bioagrobiencias* , 8 (1), 163-174.
- Maldonado, P. (s.f.). COPAC. Obtenido de A.C:
<http://www.copacpuebla.org.mx/index.php/ac-6/68-rastrojo47>
- Marconi, J. (2011). *El suelo*. Obtenido de Ebrary: www.ebrary.com
- Megía, P. (2007). *Diseño de parque Municipal en Santa Cruz de los Cañamos: El Abonado*. Obtenido de <https://www.uclm.es/area/Proyectos/Megia/TomoI.pdf>
- Murillo, J., Rodríguez, G., Roncallo, B., Amparo, L., & Bonilla, R. (2014). Efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en las características físicas, químicas y microbiológicas de suelos degradados. *Pastos y Forrajes* , 37 (3), 270-278.
- Núñez, J. (2001). *Manejo y conservación de suelos*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- ONU. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>
- Orellana, J. (2012). *Prácticas para la gestión integral del agua de riego en la región Andina*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Pedraza, G. (1996). *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Madrid, España: La Rueda.

- Porta, J., & López-Avecedo, M. (2005). *genda de campo de suelos: Textura y agua del suelo*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Reina, L. (2017). *Engormix*. Obtenido de Agricultura: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/agricultura-conservacion-alternativa-conservar-t41131.htm>
- Rojas, J., & E, S. (2008). *Densidad aparente: Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa*. Chaco, Argentina: Centro Regional Chaco Formosa.
- Romero, M. (2010). *Rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes. (Tesis de pregrado)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo: Universidad de la República.
- Sainz, H., Echeverría, E., & Angelini, H. (2009). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la Región Pampeana y Extrapampeana Argentina. *Informaciones Agronómicas* (2), 1-7.
- Salamanca, J., & Sadeghian, K. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56 (4), 381-397.
- Scalone, M. (2008). *Propiedades Física - Químico de los Suelo*. Uruguay.
- Setis, P. (2012). Problemas de Degradación de Suelos en América Latina: Evaluación de Causas y Efectos. *X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Quito.
- Sierra, C., & Rojas, C. (2000). *La materia orgánica y su efecto en las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo: Pérdida de materia orgánica y su efecto sobre la productividad de los suelos*. La Platina, Chile: Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA.
- Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en el Ecuador y la Producción agrícola. *XI congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Quito.
- Tarpuy, A. A. (2015). *Impulso a la producción agrícola de Cochapamba, mediante la tecnificación, uso eficiente y conservación de los medios de producción*. Ibarra, Ecuador: Asociación Agropecuaria Zara Tarpuy.

- Vargas, R. (2009). *Guía para la descripción del suelo: Geoforma y topografía*. Bolivia: FAO: Cuarta ilusión.
- Vargas-Rojas, R. (2009). *Guía para la descripción de suelos: Geoforma y topografía (relieve)*. Cochabamba, Bolivia: FAO.
- Viteri, P., León, J., & Mejía, A. (2004). Guía para la determinación de deficiencias Nutricionales en el suelo. *Boletín técnico No. 118*. Quito, Ecuador: INIAP - Estación Experimental Santa Catalina.
- Yaguana, G. (2014). *Manejo y Conservación de Suelos: Prácticas de Conservación*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Zapata, R. (2004). *La química de la acidez del suelo: Casos especiales de acidez*. Medellín: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos.
- Zimmerman, M. & Rappaport, J. (1998). Citizen participation, perceived control, and psychological empowerment. *American Journal of Community Psychology*, 16, 725-750.