Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Agricultura

“EVALUACION DE MEDOTODOLOGIAS AGROECOLOGICAS A TRAVES DE INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA FINCA EL RODEO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA 2023”.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por

Br. Jefree Salvador Avilés González
Carnet: 2018-0848U

Br. Arnaldo Javier Mondragón Castillo
Carnet: 2018-0842U

Br. Henry Martin Pichardo Morales
Carnet: 2019-0707U

Tutor:

MSc. Emilseth Carolina Padilla Duarte

12 de mayo de 2025
Managua, Nicaragua

RESUMEN

La agroecología no solo abarca la producción de alimentos, sino que también toma en cuenta los aspectos ambientales, culturales, sociales y económicos que se relacionan e influyen en la producción. El presente estudio es el resultado de un proceso de investigación experimental descriptivo, el cual se realizó en la finca El Rodeo, en un área de 7.84 mz, ubicada en el barrio el Rodeo. La precipitación promedio anual es de 1375 mm, la temperatura oscila entre 28 °C a 32 °C, se encuentra a una altitud media de 83 metros sobre el nivel del mar.

El propósito de la investigación fue realizar una propuesta de alternativas agroecológicas en la unidad de producción de la finca El Rodeo, a través de indicadores de desarrollo sostenible y elaborar un plan de rediseño agroecológico comprendido en un período de 10 años donde el productor pueda complejizar los diseños y manejos de la biodiversidad, mejorando los indicadores agroambientales, económicos y socio-político-culturales, con la finalidad de lograr a mediano y largo plazo la finca anhelada.

Con el análisis fisicoquímico del suelo realizado se determinó que el suelo es apto para una gran variedad de plantas ya que posee una textura franco-arcillosa arenosa, un pH de 7.24, materia orgánica alta, velocidad de infiltración de 2.63 cm/h y porosidad total de 65 %.

Al efectuar la recolección de microorganismos y empleando las claves dicotómicas para la identificación a nivel de familia, se encontraron 17 familias: Espirostreptidae, Salticidae, Helicidae, Araneidae, Lumbricidas, Acrididae, Anífidos, Erebidae, Mantidae, Tenebriónidos, Carábidos, Alydidae, Nymphalidae, Formicidae, Theraphosidae, Noctuidae y Gnaphosidae. Estos juegan un papel importante en la productividad, no solo como plagas sino también como benéficos del suelo.

Luego se propuso un sistema productivo de la finca El Rodeo utilizando el diagrama de ODUM el cual tiene la finalidad de conocer los elementos visibles e invisibles presentes en el sistema y conocer la interrelación existente, la importancia y el

aprovechamiento de cada uno de los elementos que conforman la unidad productiva.

Al utilizar la metodología de Vázquez-2013, se obtuvo un coeficiente de biodiversidad de 2.065 por lo que se conoció que el diseño y manejo de la biodiversidad en la finca El Rodeo es medianamente complejo (mc).

Se determinó por medio de los criterios de HESOFI que el índice de sostenibilidad del agroecosistema se catalogó como No Aceptable, por lo que, se deben adoptar medidas agroecológicas que garanticen mejorar el desempeño eficiente de los componentes sociopolítico-cultural, económico y agroambiental para promover la conversión ecológica y garantizar la seguridad alimentaria de la zona.

A través de la técnica FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) se plasmó la situación en que se encontraba la finca y se estableció un plan de conversión con propuestas y alternativas agroecológicas proyectada a ejecutarse en un período de 10 años donde el productor pueda tomar las decisiones correctas para poder llegar a tener la finca anhelada, siendo ésta compleja y auto sostenible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTECEDENTES 2

III. JUSTIFICACIÓN 4

IV. OBJETIVOS 6

4.1. Objetivo General 6

4.2. Objetivos Específicos 6

V. MARCO TEÓRICO 7

5.1. Agroecología 7

5.1.1. Enfoque Agroecológico 7

5.1.2. Marco de los 10 Elementos de la Agroecología 9

5.1.3. La Agroecología y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). 12

5.1.4. El Agroecosistema 17

5.1.5. Componentes Biológicos de los Agroecosistemas. 17

5.1.6. Procesos de los Sistemas Agroecológicos 18

5.1.7. Biodiversidad de los Agroecosistemas 20

5.2. Prácticas Agroecológicas 20

5.2.1. Manejo del Suelo 21

5.2.2. Coberturas del Suelo 23

5.2.3. Manejo del Agua 23

5.2.4. Uso de Abonos Orgánicos 24

5.2.5. Prevención y Control Natural de Plagas y Enfermedades 25

5.2.6. Producción, Selección y Conservación de Materiales Genéticos Locales 27

5.3. Ventajas de Implementar Prácticas Agroecológicas 28

5.4. Proceso de Conversión Agroecológica..... 29

5.5. Clasificación de Suelos 33

5.5.1. Levantamiento de Suelos 33

5.5.2. Muestreo de Suelos 33

5.5.3. Tipos de Muestras de Suelo..... 33

5.5.4. Propiedades Físicas de los Suelos 34

5.5.5. Propiedades Químicas de los Suelos 35

5.6. Integración del Agroecosistema de la Finca 37

5.6.1. Cultivos 37

5.7. Granja avícola..... 90

5.8. Apicultura 92

5.8.1. Beneficio de la apicultura..... 92

5.8.2. Origen de razas 93

5.8.3. Polinización de abejas 94

5.9. Macrofauna 95

5.9.1. Grupos que componen la macrofauna del suelo. 96

5.9.2. Bioindicadores de la macrofauna para valorar la calidad de los suelos 97

5.9.3. Diagnóstico de la calidad del suelo 98

5.10. Microorganismos vivos del suelo..... 99

5.11. Clasificación taxonómica de los organismos 100

5.11.1. Clasificación de los insectos..... 100

5.11.2. Claves Dicotómicas 101

5.12. Diagrama de ODUM 102

5.13. Simbología de ODUM 104

5.14. Diseño y manejo de biodiversidad según el método de Vázquez, 2013. 108

5.15. Sostenibilidad ambiental según HESOFI. 109

5.15.1. Criterio o dimensión sociopolítico-cultural¡Error! Marcador no definido.

5.15.2. Criterio o dimensión económica .....¡Error! Marcador no definido.

5.15.3. Criterio o dimensión agroambiental ..¡Error! Marcador no definido.

5.16. Conversión Agroecológica 111

VI. DISEÑO METODOLÓGICO 114

6.1. Tipo de investigación 114

6.1.1. Según el enfoque de la investigación 114

6.1.2. Según el alcance de los resultados 114

6.2. Descripción de la zona 114

6.2.1. Localización 114

6.2.2. Condiciones climáticas 116

6.2.3. Levantamiento topográfico 116

6.2.4. Equipo de levantamiento 117

6.3. Sistema productivo agroecológico de las diferentes relaciones de los componentes en la finca el Rodeo, mediante el diagrama de flujo de ODUM 118

6.3.1. Elaboración de un sistema productivo utilizando el método de ODUM 118

6.3.2. Reconocimiento de campo 118

6.3.3. Visita a propietario del área de estudio 118

6.3.4. Realización de entrevista 118

6.4. Determinación de las características fisicoquímicas de los suelos 119

6.4.1. Toma de muestras de suelos en diferentes puntos de la finca . 119

6.4.2. Determinación de propiedades físicas en el laboratorio de edafología 119

6.4.3. Textura 119

6.4.4. Humedad higroscópica 120

6.4.5. Capacidad de campo 120

6.4.6. Punto de marchitez permanente 120

6.4.7. Densidad aparente 120

6.4.8. Densidad real 120

6.4.9. Porosidad Real 120

6.4.10. Determinación de propiedades químicas en el laboratorio de edafología 121

6.4.11. Potencial de hidrógeno (pH) 121

6.4.12. Contenido de materia orgánica 121

6.4.13. Determinación de las propiedades físicas del suelo mediante métodos de campo 122

6.4.14. Velocidad de infiltración 123

6.5. Identificación de la macrofauna existentes en suelos de la unidad de producción el Rodeo, empleando claves dicotómicas. 125

6.5.1. Toma de muestras de macrofauna presentes en la finca 125

6.5.2. Identificación taxonómica de la macrofauna 126

6.6. Determinación del grado de complejidad del diseño y manejo de la biodiversidad utilizando Vázquez-2013 126

6.6.1. Interpretación del coeficiente y manejo de la biodiversidad 126

6.7. Grado de sostenibilidad agroambiental, social, político, cultural y económico mediante la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca 129

6.7.1. Indicadores de cuantificación de HESOFI 131

6.8. Reconversión agroecológica 133

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 134

7.1. Diagrama productivo por el Método de ODUM de la finca El Rodeo. 134

7.2. Análisis fisicoquímicos del suelo en la Finca El Rodeo 135

7.2.1. Resultados de laboratorio 135

7.2.2. Resultados de Campo 137

7.3. Familias de macrofauna presentes en la Finca El Rodeo 139

7.3.1. Familias de macrofauna presentes por cultivo 141

7.3.2. Descripción de la macrofauna presente en la Finca El Rodeo .. 145

7.4. Determinación del grado de complejidad del manejo y diseño de la biodiversidad de la finca El Rodeo. 171

7.4.1. Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva 171

7.4.2. Manejo y conservación de suelos 174

7.4.3. Manejo y conservación de agua 177

7.4.4. Manejo de las intervenciones sanitarias de rubros productivos 178

7.4.5. Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar 181

7.4.6. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada 185

7.4.7. Coeficiente y manejo de la biodiversidad (CMB), de la finca El Rodeo 187

7.4.8. Resultado del grado de complejidad según Vázquez Moreno en la finca El Rodeo 189

7.5. Determinación del grado de sostenibilidad por HESOFI agroambiental, social político, cultural y económico. 190

7.5.1. Resultados del grado de sostenibilidad por criterios de Hesofi 195

7.5.2. Resultados del grado de sostenibilidad por componente de cada dimensión de la Finca El Rodeo 197

7.6. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas de la finca El Rodeo (FODA). 198

7.6.1. Fortalezas de la Finca El Rodeo. 199

7.6.2. Oportunidades de la Finca El Rodeo 200

7.6.3. Debilidades de la Finca El Rodeo 201

7.6.4. Amenazas en la Finca El Rodeo. 202

7.7. Matriz de conversión con propuestas y alternativas agroecológicas para la Finca El Rodeo 202

7.8. Propuesta de reconversión agroecológico de la Finca El Rodeo 205

VIII. CONCLUSIONES 206

IX. RECOMENDACIONES 209

X. Referencias 210

XI. ANEXOS 217

11.1. Resultados de laboratorio 217

11.2. Infiltración 222

11.3. Entrevista al productor 226

11.4. Entrevista HESOFI 227

11.5. Interpretación del coeficiente y manejo de la biodiversidad 255

11.6. Fotos de evidencia 275

11.7. Mapas de Finca el Rodeo.....¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La Agroecología en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 12

Tabla 2. Tipo de muestras de suelo 34

Tabla 3. Enfermedades del cultivo de plátano 44

Tabla 4. Enfermedades del cultivo de maíz 52

Tabla 5. Enfermedades del cultivo de yuca 61

Tabla 6. Enfermedades del cultivo de frijol 70

Tabla 7. Enfermedades del cultivo de ayote 80

Tabla 8. Enfermedades del cultivo de pipián 88

Tabla 9. Grupos que componen la macrofauna del suelo 96

Tabla 10. Símbolos del diagrama de ODUM 104

Tabla 11. Clasificación de la Porosidad total del suelo 121

Tabla 12. Clasificación de la materia orgánica 122

Tabla 13. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el ecosistema 129

Tabla 14. Indicadores y componentes de HESOFI 132

Tabla 15. Presencia de materia orgánica en el suelo 137

Tabla 16. Resumen de resultados de laboratorio 139

Tabla 17. Macrofauna de la finca El Rodeo 139

Tabla 18. Taxonomía Spirostreptus 145

Tabla 19. Taxonomía de Metacyrba taeniola 146

Tabla 20. Taxonomía de Cornu aspersum 148

Tabla 21. Taxonomía de Hypsosinga funebris 149

Tabla 22. Taxonomía de Micrathena gracilis 150

Tabla 23. Taxonomía de Socca pustulosa 152

Tabla 24. Taxonomía Lumbricus terrestris 153

Tabla 25. Taxonomía de Acrida sp..... 155

Tabla 26. Taxonomía de Hibana gracilis 156

Tabla 27. Taxonomía de Mocis latipes 157

Tabla 28. Taxonomía de Mantis religiosa ssp..... 159

Tabla 29. Taxonomía de Opatroides punctulatus 160

Tabla 30. Taxonomía de Pterostichus melanarius 161

Tabla 31. Taxonomía de Leptocorisa chinensis 163

Tabla 32. Taxonomía de Euptoieta hortensia 164

Tabla 33. Taxonomía de Camponotus pennsylvanicus 166

Tabla 34. Taxonomía de Kochiana brunnipes 167

Tabla 35. Taxonomía de Trichoplusia ni 169

Tabla 36. Taxonomía de Drassyllus praeficus..... 170

Tabla 37. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) de la Finca el Rodeo. 171

Tabla 38. Manejo y conservación de suelos (MCS) en la Finca El Rodeo . 174

Tabla 39. Manejo y conservación de agua (MCA) en la Finca El Rodeo 177

Tabla 40. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en la Finca El Rodeo 178

Tabla 41. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en la Finca El Rodeo..... 181

Tabla 42. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en la Finca El Rodeo 185

Tabla 43. Resultado del coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB) en la Finca El Rodeo 188

Tabla 44. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de la Finca El Rodeo 189

Tabla 45. Resumen de nivel de sostenibilidad de HESOFI 190

Tabla 46. Clasificación del índice de sostenibilidad de los Críterios de HESOFI 196

Tabla 47. Fortalezas de la Finca El Rodeo 199

Tabla 48. Oportunidades de la Finca El Rodeo 200

Tabla 49. Debilidades de la Finca El Rodeo 201

Tabla 50. Amenazas en la Finca El Rodeo 202

Tabla 51. Conversión de la finca El Rodeo con propuestas y alternativas agroecológicas 202

Tabla 52. Capacidad de campo 217

Tabla 53. Datos recopilados para textura de suelo 218

Tabla 54. Resultados de textura de suelo 219

Tabla 55. Densidad aparente y porosidad total 220

Tabla 56. Densidad real 221

Tabla 57. Velocidad de infiltración 222

Tabla 58. Tabla 57. Ajuste de datos por el método de regresión lineal 223

Tabla 59. Velocidad de infiltración ajustada 224

Tabla 60. Entrevista realizada al productor 226

Tabla 61. Entrevista de HESOFI 227

Tabla 62. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) 255

Tabla 63. Manejo y conservación de suelos (MCS) 259

Tabla 64. Manejo y conservación de agua (MCA) 262

Tabla 65. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) 263

Tabla 66. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) 265

Tabla 67. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) 269

Tabla 68. Coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB)..... 273

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porosidad total 120

Ecuación 2. Infiltración acumulada 124

Ecuación 3. Logaritmos para linealizar la ecuación de infiltración 124

Ecuación 4. Ecuación de una recta 125

Ecuación 5. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva 126

Ecuación 6. Manejo y conservación de suelos 127

Ecuación 7. Manejo y conservación de agua 127

Ecuación 8. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos 127

Ecuación 9. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar 128

Ecuación 10. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) 128

Ecuación 11. Coeficiente y manejo de biodiversidad 129

Ecuación 12. Índice de sostenibilidad 195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fragmento de clave dicotómica 102

Figura 2. Ejemplo del Diagrama de ODUM 103

***Figura 3.* Otros símbolos ODUM 107**

***Figura 4.* Diagrama ODUM de un ecosistema..... 108**

Figura 5. Macrolocalización de la finca El Rodeo 115

Figura 6. Microlocalización de la finca El Rodeo 116

Figura 7. Estructura de HESOFI (2016) 130

Figura 8. Funcionamiento de HESOFI (2016) 130

Figura 9. Diagrama ODUM de la Finca El Rodeo 134

Figura 10. Velocidad de infiltración 138

Figura 11. Macrofauna encontrada en el cultivo de plátano 141

***Figura 12. M*acrofauna encontrada en el cultivo de maíz 142**

***Figura 13. M*acrofauna encontrada en el cultivo de yuca..... 142**

***Figura 14. M*acrofauna encontrada en el cultivo de ayote..... 143**

***Figura 15. M*acrofauna encontrada en el cultivo de pipian 143**

Figura 16. Spirostreptus..... 145

Figura 17. Metacyrba taeniola..... 146

Figura 18. Cornu aspersum 147

Figura 19. Hypsosinga funebris 149

Figura 20. Micrathena gracilis 150

Figura 21. Socca pustulosa 151

Figura 22. Lumbricus terrestris 153

Figura 23. Acrida sp 154

Figura 24. Hibana gracilis..... 156

Figura 25. **Mocis latipes** **157**

Figura 26. **Mantis religiosa ssp** **159**

Figura 27. **Opatroides punctulatus** **160**

Figura 28. **Pterostichus melanarius** **161**

Figura 29. **Leptocorisa chinensis** **163**

Figura 30. **Euptoieta hortensia** **164**

Figura 31. **Camponotus pennsylvanicus** **165**

Figura 32. **Kochiana brunnipes** **167**

Figura 33. **Trichoplusia ni** **168**

Figura 34. **Drassyllus praeficus** **170**

Figura 35. **Diseño y manejo de la biodiversida productiva (DMBPr)** **174**

Figura 36. **Manejo y conservación de suelos (MCS)** **176**

Figura 37. **Manejo y conservación de agua (MCA)** **178**

Figura 38. **Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)** **180**

Figura 39. **Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)** **184**

Figura 40. **Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)** **187**

Figura 41. **Resultado del coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB)** . **189**

Figura 42. **Sostenibilidad del sistema de la Finca El Rodeo** **195**

Figura 43. **Sostenibilidad de sistema por componente de cada dimensión de HESOFI** **197**

Figura 44. **Mapa actual de la finca El Rodeo** **198**

Figura 45. **Leyenda del mapa actual de la finca El Rodeo** **198**

Figura 46. **Propuesta de rediseño agroecológico de la Finca El Rodeo**.. **205**

Figura 47. Leyenda de mapa de propuesta de rediseño agroecológico .. 205

Figura 48. **Ecuación de regresión lineal 225**

Figura 49. Recoleccion de muestra alterada..... 275

Figura 50. Procedimientos de laboratorio 276

Figura 51. Mapa actual de Finca El Rodeo ..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 52. Propuesta de rediseño agroecológico de la Finca El Rodeo. ¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

Gonzálvez, Salmerón y Zamora sostienen que las ONGs internacionales introdujeron en Nicaragua, a inicios de los 80, proyectos comunitarios para desarrollar la agricultura sostenible. Aunque las técnicas, con utilidad comprobada, no eran reconocidas por las instituciones de investigación agrícola, y a pesar de que la agroecología como ciencia, era desconocida, éstas fueron adoptadas por muchos agricultores pequeños dispersos en las laderas de las montañas. Algunos incluso aprovecharon la oportunidad para vender sus cosechas como “orgánicas” (2015, p.19).

Nicaragua es un país con gran potencial en términos de suelos, diversidad genética y clima, lo que lo convierte en un entorno ideal para desarrollar unidades productivas. Un aspecto destacado en el ámbito agroecológico es que muchos agricultores ya aplican prácticas tradicionales y ancestrales propias de esta disciplina. La adopción de estas técnicas tiene múltiples causas, siendo una de las principales la transmisión cultural, donde los conocimientos se pasan de generación en generación, facilitando así su preservación e implementación.

El área del pacífico de Nicaragua, son regiones agroclimáticas teniendo en común que son zonas agropecuarias y agrícolas; que varían entre sí en cuanto a los tipos de cultivos que se siembran, lo que asegura una marcada diversidad en la oferta de productos de los cuales se dispone a nivel local.

Tal es el caso de la finca “El Rodeo” que se encuentra ubicada en el distrito VI de la ciudad capitalina, ubicada aproximadamente a 1 kilometro (km) del aeropuerto internacional, en un área de poco relieve y pendientes casi nulas. Posee un área de 7.84 hectáreas, en la cual se encuentran un conjunto de subsistemas interrelacionados. Lo cual conlleva a proponer alternativas que permitan fomentar la agroecología mediante el desarrollo tecnológico y capacitación de los agricultores, para obtener un aprovechamiento máximo de los recursos con que cuenta la unidad productiva El Rodeo.

II. ANTECEDENTES

La Universidad Nacional Agraria junto a la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNA & UNAG, 2017) en su evaluación agroecológica a los dos agroecosistemas ubicados en San Ramón y en Condega, planteó desarrollar la actividad "Evaluación agroecológica considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales". Para llevar a cabo este proyecto se conformó un magno equipo de investigación entre académicos y estudiantes de grado.

También, en el marco de esta etapa se integraron dos catedráticos y tres estudiantes de la Università degli Studi di Torino (UNITO), Italia, quienes en conjunto con funcionarios de la UNA, MAONIC, PCaC y RE.TE desarrollaron la Herramienta para Evaluar la Sostenibilidad de Fincas (HESOFI), la que fue validada en tres fincas de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua; y que posteriormente, esta herramienta se aplicó a los agroecosistemas evaluados, cuyo propósito consistió en determinar el grado de sostenibilidad.

En la Universidad Nacional de Ingeniería se realizó una monografía "Propuesta de alternativas agroecológicas a través de indicadores de desarrollo sostenible en la finca San Pedro municipio de Ticuantepe, en el departamento de Managua en el año 2017". Se propuso elaborar un plan de rediseño agroecológico comprendido en un periodo de 10 años en donde el productor pueda explorar en detalle los diseños y manejos de la biodiversidad, mejorando los indicadores agroambientales, económicos, sociopolíticos y culturales con el fin de lograr tener una finca con óptimas condiciones agroecológicas.

En este proyecto se recolectaron datos de microorganismos empleando claves dicotómicas con el fin de identificar a nivel de familia las diferentes especies que interactúan agroecológicamente en la finca. Se utilizaron diagramas de ODUM con la finalidad de conocer elementos visibles e invisibles presentes en el sistema para conocer la interrelación e importancia de cada uno de los elementos que conforman la unidad productiva.

Se utilizó la metodología de VAZQUEZ para tener un coeficiente de biodiversidad de la finca y criterios HESOFI para determinar el índice de sostenibilidad del agroecosistema existente para adoptar medidas agroecológicas que garanticen mejorar el desempeño sociopolítico, cultural, económico y agroambiental para promover la conversión ecológica.

Luego con la técnica FODA (fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas) se plasmó la situación en la que se encontraba la finca y se estableció un plan de conversión con propuestas y alternativas agroecológicas, proyectadas a ejecutarse en un periodo de 10 años, siendo esta compleja y autosustentable.

En la finca El Rodeo no se ha realizado un estudio sobre agroecología hasta la fecha, debido a la falta de concientización he iniciativa por parte de los dueños y encargados, por lo cual carece de información relacionada con el tema a pesar de ser una propiedad con alto potencial para implementar la agroecología.

III. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que la producción agroecológica en nuestro país es una opción comercial y viable para los agricultores nicaragüenses, existen limitantes que han provocado diferentes niveles de desaceleración en la adopción generalizada de la agroecología en Nicaragua.

Una de las principales limitantes para la adopción de la Agroecología en Nicaragua, es el predominio entre los agricultores nicaragüense de una cultura de químicos sintéticos, heredada de la producción algodonera que predominó en el occidente de Nicaragua por muchos años. Durante este periodo, el uso de agroquímicos sintéticos se incrementó grandemente, provocando su uso indiscriminado y sin control, de manera que la visión de control de plagas y enfermedades se basaba en el uso de agroquímicos antes, durante y posterior al establecimiento de la plantación en campo.

De manera que es difícil para un agricultor imaginar una estrategia de control de plagas que no esté fundamentada en el uso de agroquímicos sintéticos altamente tóxicos.

Otro aspecto que incide en la baja adopción de la agroecología en Nicaragua es el limitado acceso de la producción agroecológica a mercados locales e internacionales. A pesar de que existe un mercado internacional con un alto potencial, la participación de los pequeños y medianos productores es muy bajo por desconocimiento de los procedimientos para exportar y por la poca asociatividad que existe entre dichos agricultores, lo que evita que puedan ofrecer volúmenes de producción atractivos para exportar.

No obstante, en esta zona de Managua se identifican problemas como: el despale, mal uso del recurso hídrico, el aumento de la población y por ende la necesidad de nuevos asentamientos para viviendas, la insuficiente aplicación de las leyes y normas vigentes; así como falta de financiamiento, asistencia técnica, planes de diversificación productiva, distribución adecuada del uso de la tierra, engranaje entre los sectores productivos y problemas de medio ambiente.

En resumen, los productores agrícolas del municipio de Managua carecen de información actualizada sobre los tipos de suelos, así como de prácticas agroecológicas amigables con el medio ambiente.

Por lo que surge la necesidad de incorporar principios agroecológicos que beneficien el desarrollo productivo, económico y ambiental de la Finca El Rodeo. Con este trabajo se pretende presentar una alternativa de reconversión agroecológica considerando indicadores ambientales, sociales, económicos y productivos siguiendo criterios y metodologías establecidas para este fin.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Evaluar metodologías agroecológicas a través de indicadores de desarrollo sostenible en la finca El Rodeo, municipio de Managua departamento de Managua, 2023.

4.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un sistema productivo agroecológico de las diferentes relaciones de los componentes presentes en la finca el Rodeo, mediante el diagrama de flujo de ODUM.
- Determinar características fisicoquímicas de los suelos que conforman la finca el Rodeo comparando análisis de laboratorio con metodología de campo.
- Identificar a nivel de familia la diversidad de macrofauna existentes en suelos de la unidad de producción el Rodeo, empleando claves dicotómicas.
- Diagnosticar el grado de complejidad del diseño y manejo de la biodiversidad en la finca el rodeo, utilizando el método de Vázquez-2013.
- Cuantificar el grado de sostenibilidad agroambiental, social, político, cultural y económico de la unidad productiva de la finca el Rodeo, empleando los criterios de la herramienta de evaluación sostenible de fincas (HESOFI).
- Planificar el proceso de reconversión agroecológica de la finca el Rodeo considerando indicadores ambientales, productivos, económico y sociales mediante un FODA.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Agroecología

La agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales.

La agroecología es un enfoque holístico e integrado que aplica simultáneamente conceptos y principios ecológicos y sociales al diseño y la gestión de sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles. Pretende optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el medio ambiente, a la vez que aborda la necesidad de sistemas alimentarios socialmente equitativos en los que las personas puedan elegir lo que comen y cómo y dónde se produce. Ahora representa un campo transdisciplinar que incluye las dimensiones ecológica, sociocultural, tecnológica, económica y política de los sistemas alimentarios, desde la producción hasta el consumo. (FAO, 2024).

5.1.1. Enfoque Agroecológico

La Agroecología debe entenderse como un nuevo enfoque, más amplio, que reemplaza la concepción exclusivamente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales. La sustentabilidad debe ser vista como una búsqueda permanente de nuevos puntos de equilibrio entre estas diferentes dimensiones que pueden ser conflictivas entre sí en realidades concretas. (Caporal, 2004).

- **Dimensión social:** se busca una mayor equidad intra e intergeneracional. Esto implica promover la distribución más equitativa (tanto de la producción como de los costos) entre los beneficiarios de las generaciones actuales sin poner en

riesgo la manutención de las generaciones futuras. Otros aspectos vinculados a la dimensión social de la Agroecología se relacionan con la seguridad y soberanía alimentaria y el avance hacia la construcción de formas de acción colectiva que robustezcan el desarrollo y mantenimiento del capital social (Sarandón & Flores, 2014).

- **Dimensión cultural:** la Agroecología entiende que la intervención sobre los agroecosistemas debe considerar los valores y saberes locales de las poblaciones rurales y que los mismos deben ser el punto de partida para la generación de propuestas de desarrollo rural. El tipo y la distribución de los cultivos, animales y plantas espontáneas dependen de los valores, creencias y objetivos del agricultor/a. El estilo de agricultura que cada productor/a elige se relaciona con su entorno socioeconómico, cultural, sus conocimientos, intereses, su relación con la comunidad, etc. (Sarandón & Flores, 2014).

- **Dimensión ecológica:** la Agroecología busca la conservación y rehabilitación de los recursos naturales a nivel local, regional y global utilizando una perspectiva holística y un enfoque sistémico que atienda a todos los componentes y relaciones del agroecosistema, que son susceptibles a ser deteriorados por las decisiones humanas (Sarandón & Flores, 2014).

- **Dimensión económica:** se busca el logro de un beneficio que permita cubrir las necesidades económicas del productor y su familia y la disminución de los riesgos asociados a la dependencia de los mercados, de los insumos o a la baja diversificación de productos. En esta evaluación económica deberían tenerse en cuenta o considerarse, todos los costos y no sólo aquellos que pueden expresarse en unidades monetarias (Sarandón & Flores, 2014).

- **Dimensión política:** tiene que ver con los “procesos participativos y democráticos que se desarrollan en el contexto de la producción agrícola y del desarrollo rural, así como las redes de organización social y de representaciones de los diversos segmentos de la población rural” (Caporal, 2004). No hay dudas

que, a nivel regional, nacional o supranacional, no puede desarrollarse un nuevo modelo de agricultura sino existe una voluntad política para ello.

- **Dimensión ética:** insiste en la necesidad de componer un nuevo vínculo moral (corpus de valores) que incluya el respeto y la preservación del medio ambiente no sólo para éstas, sino también para las futuras generaciones. En este sentido, será necesario, por un lado, crear nuevos valores que disminuyan el consumo excesivo y el deterioro ambiental provocado por estilos de vida que devastan el ambiente, y, por el otro, la reivindicación de la ciudadanía y la dignidad humana, la lucha contra el hambre y la eliminación de la pobreza y sus consecuencias sobre el medio ambiente (Sarandón & Flores, 2014).

5.1.2. Marco de los 10 Elementos de la Agroecología

La FAO desarrolló el marco de los 10 elementos de la agroecología para ayudar a los países a fomentar un cambio transformador. Los 10 elementos están interrelacionados y son interdependientes y representan una forma simplificada, pero holística, de pensar en la realidad. Los 10 elementos son una herramienta analítica útil para facilitar la toma de decisiones de los profesionales y otras partes interesadas a la hora de planificar, implementar, gestionar y evaluar las transiciones agroecológicas.

- **Diversidad:** El cultivo intercalado combina especies complementarias con el objetivo de aumentar la diversidad espacial. La rotación de cultivos, en la que a menudo se incluyen legumbres, aumenta la diversidad temporal. Los sistemas integrados de producción agropecuaria dependen de la diversidad de razas locales adaptadas a entornos específicos. Mediante la planificación y gestión de la diversidad, los enfoques agroecológicos potencian la prestación de servicios ecosistémicos, en particular la polinización y la salud del suelo, de los que depende la producción agrícola (FAO, Diversidad, 2024).

- **Creación conjunta e intercambio de conocimientos:** La creación conjunta y el intercambio de conocimientos desempeñan un papel fundamental en el

proceso de elaboración y puesta en marcha de innovaciones agroecológicas con miras a abordar los desafíos de los sistemas alimentarios, en particular la adaptación al cambio climático Los conocimientos sobre biodiversidad agrícola y la experiencia de gestión de los productores en contextos específicos, así como sus conocimientos en cuanto a mercados e instituciones, son absolutamente indispensables en este proceso. (FAO, Creación conjunta e intercambio de conocimientos, 2024).

- **Sinergias:** crear sinergias potencia las principales funciones de los sistemas alimentarios, lo que favorece la producción y múltiples servicios ecosistémicos. Mediante la optimización de las sinergias biológicas, las prácticas agroecológicas potencian las funciones ecológicas, lo que da lugar a un aumento de la eficiencia en el uso de los recursos y de la resiliencia. Además, alrededor del 15 por ciento del nitrógeno que se aplica a los cultivos proviene del estiércol animal, lo que pone de relieve las sinergias derivadas de la integración entre agricultura y ganadería. (FAO, Sinergias, 2024).

- **Eficiencia:** las prácticas agroecológicas innovadoras producen más utilizando menos recursos externos. La mayor eficiencia en el uso de los recursos es una propiedad emergente de los sistemas agroecológicos que planifican y gestionan detenidamente la diversidad con miras a crear sinergias entre diferentes componentes del sistema. Mejorando los procesos biológicos y reciclando la biomasa, los nutrientes y el agua, los productores pueden utilizar menos recursos externos, lo que reduce los costos y los efectos ambientales negativos de su uso. (FAO, Eficiencia, 2024).

- **Reciclaje:** reciclar más significa una producción agrícola con menos costos económicos y ambientales. Al imitar los ecosistemas naturales, las prácticas agroecológicas favorecen los procesos biológicos que impulsan el reciclaje de los nutrientes, la biomasa y el agua de los sistemas de producción. Los sistemas agropecuarios promueven el reciclaje de materia orgánica utilizando el estiércol

para la preparación de compost o directamente como fertilizante y los residuos de cosecha y subproductos para alimentación animal. (FAO, Reciclaje, 2024).

- **Resiliencia:** mejorar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. Los sistemas agroecológicos diversificados son más resilientes. Tras el azote en 1998 del huracán Mitch en América central, las explotaciones agrícolas basadas en la biodiversidad, en particular la agroforestería, la labranza en curvas de nivel y los cultivos de cobertura, retuvieron entre un 20 por ciento y un 40 por ciento más de la capa superficial, (FAO, Resilencia, 2024).

- **Valores humanos y sociales:** proteger y mejorar los medios de vida, la equidad y el bienestar social es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. La agroecología hace especial hincapié en los valores humanos y sociales, tales como la dignidad, la equidad, la inclusión y la justicia, que contribuyen todos ellos a la dimensión de los ODS relativa a la mejora de los medios de vida. Sitúa las aspiraciones y necesidades de los productores, distribuidores y consumidores de alimentos en el centro de los sistemas alimentarios (FAO, Valores humanos y sociales, 2024).

- **Cultura y tradiciones alimentarias:** la agroecología desempeña un papel importante con vistas a volver a lograr un equilibrio entre la tradición y los hábitos alimentarios modernos, uniéndolos de una manera armoniosa que promueva la producción y el consumo de alimentos saludables y respalde el derecho a una alimentación adecuada (FAO, Cultura y tradiciones alimentarias, 2024).

- **Gobernanza responsable:** para lograr una alimentación y una agricultura sostenibles es necesario adoptar mecanismos de gobernanza responsables y eficaces a diferentes escalas, de la local a la nacional y la mundial. La agroecología depende del acceso equitativo a la tierra y los recursos naturales: es clave para la justicia social, pero también para incentivar las inversiones que deben realizarse a largo plazo para proteger los suelos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (FAO, Gobernanza responsable, 2024).

- **Economía circular y solidaria:** La agroecología busca volver a conectar a productores y consumidores a través de una economía circular y solidaria en la que se dé prioridad a los mercados locales y se apoye el desarrollo económico local creando círculos virtuosos. Los enfoques agroecológicos promueven soluciones justas basadas en las necesidades, los recursos y las capacidades locales y crean mercados más equitativos y sostenibles. (FAO, Economía circular y solidaria, 2024).

5.1.3. La Agroecología y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

"La agroecología es una respuesta clave para guiar la transformación sostenible de nuestros sistemas alimentarios". (FAO - ODS, 2024). La agroecología aporta soluciones a múltiples Objetivos de Desarrollo Sostenible:

Tabla 1. La Agroecología en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

ODS	Objetivo Agroecológico
	Acabar con la pobreza en todas sus formas y en todas partes: La agroecología ayuda a impulsar los medios de vida de los agricultores familiares y disminuye la pobreza rural al reducir la dependencia de los agricultores de los insumos externos, las subvenciones y la volatilidad de los precios del mercado.
	Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible: La agroecología promueve dietas locales, estables y diversas con una producción integrada de alimentos sanos y nutritivos durante todo el año, ya que está anclada en

ODS	Objetivo Agroecológico
	sistemas de producción territoriales diversificados, resilientes y sostenibles.
	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades: Al minimizar el uso de insumos agroquímicos potencialmente dañinos, la agroecología reduce los efectos negativos de la agricultura en la salud humana y medioambiental. Al relocalizar las dietas, la agroecología puede ayudar a informar sobre dietas sostenibles y saludables.
	Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos: La agroecología depende del conocimiento adaptado a los contextos locales por los productores de alimentos y otros actores. Proporciona conocimientos relevantes y prácticos a través de sistemas de empoderamiento entre pares, fortalecidos con los conocimientos de los científicos formales.
	Autodeterminación de género: Las mujeres están incorporando la agroecología a sus prácticas cotidianas: preservando y multiplicando las semillas autóctonas; produciendo alimentos sanos y diversos sin pesticidas; criando razas de ganado locales y autóctonas; promoviendo la preservación de la biodiversidad y los paisajes locales; y llevando a cabo la pesca artesanal protegiendo ríos, lagos y mares.

ODS	Objetivo Agroecológico
	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos: La agroecología previene la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Promueve prácticas que son eficientes en el uso y manejo del agua, mejora la retención de agua en el suelo y valora los cultivos adaptados localmente que requieren menos (o ningún) riego, lo que permite un almacenamiento, recuperación y recarga de los acuíferos más seguro y sostenible.
	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos: La agroecología ofrece soluciones innovadoras y empleo digno para los jóvenes. La agroecología se basa en una producción agrícola intensiva en conocimientos, respetuosa con el medio ambiente, socialmente responsable, innovadora y con mano de obra cualificada.
	Reducir la desigualdad dentro y entre los países: La agroecología da prioridad a los sectores más marginados y vulnerables de la sociedad: mujeres rurales, jóvenes, agricultores familiares y pueblos indígenas.
	Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles: Al promover un enfoque territorial del desarrollo, la agroecología fomenta la elaboración de planes integrados de desarrollo urbano y rural, en los que las zonas urbanas reconocen los

ODS	Objetivo Agroecológico
	múltiples beneficios que pueden aportarles los paisajes sostenibles y reconectan a productores y consumidores para acortar las cadenas de valor y aumentar la resiliencia.
	Garantizar modelos de consumo y producción sostenibles: La agroecología potencia la diversificación para conseguir dietas sostenibles y saludables y seguridad alimentaria y nutricional. Los sistemas alimentarios agroecológicos han demostrado, en muchos contextos locales, ser proveedores ejemplares de dietas nutritivas, saludables y adecuadas de alta calidad, preservando y promoviendo las tradiciones alimentarias locales y los conocimientos tradicionales.
	Resiliencia al cambio climático: La agroecología ayuda a proteger, restaurar y mejorar los sistemas agrícolas y alimentarios frente a las perturbaciones y los factores de estrés climáticos. Los sistemas agroecológicos diversos y bien integrados pueden promover un mayor secuestro de carbono, aumentar la resiliencia de los medios de vida y proporcionar soluciones de mitigación y adaptación al cambio climático.
	Acuicultura: La agricultura familiar, la ganadería y la pesca y la acuicultura artesanal proporcionan medios de vida a muchos de los pobres de las zonas rurales del mundo. Los enfoques agroecológicos ayudan a los productores de alimentos a reducir los costos de producción, lo que se traduce en mayores ingresos, estabilidad económica y resiliencia.

ODS	Objetivo Agroecológico
	Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de forma sostenible los bosques, luchar contra la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra y frenar la pérdida de biodiversidad: Los enfoques agroecológicos integrados mantienen y mejoran las funciones naturales y los servicios de los ecosistemas, incluida la restauración de los suelos degradados, especialmente en las zonas áridas, con un efecto indirecto en la seguridad alimentaria, la resiliencia y los medios de vida sostenibles.
	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, proporcionar acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles: La agroecología apoya a las organizaciones de productores fuertes e inclusivas que permiten el intercambio y la co-creación de conocimientos, la solidaridad, la representación de sus preocupaciones a nivel político y la gobernanza responsable.
	Reforzar los medios de ejecución y revitalizar la Asociación Mundial para el Desarrollo Sostenible: La ampliación de la agroecología exige una mayor cooperación entre los sectores productivos, los agentes sociales y los países.

Fuente: (FAO - ODS, 2024).

5.1.4. El Agroecosistema

Se considera al agroecosistema como la unidad de estudio en diferentes niveles jerárquicos de los sistemas de producción primaria en los que se establece el manejo del hombre para su aprovechamiento mediante la adaptación, modificación e interacción con los recursos naturales para la producción de alimentos y servicios que requiere la sociedad, principalmente del medio rural. (Vilaboa, Platas, & Campbell, 2016).

5.1.5. Componentes Biológicos de los Agroecosistemas.

Los agroecosistemas son muy complejos con componentes biológicos que han sido distribuidos en el tiempo y el espacio, interactuando con componentes socioculturales (objetivos, racionalidades, conocimientos y cultura de los agricultores). Los componentes biológicos de los ecosistemas y agroecosistemas pueden dividirse, según su función en productores, consumidores y detritívoros o descomponedores. En cualquier agroecosistema, o sistema agropecuario, vamos a encontrar algunos o a todos éstos (cultivados o silvestres). (Sarandón S. J., 2014).

- **Los productores (autótrofos):** son aquellos componentes que tienen la particularidad, mediante el proceso de la fotosíntesis, de transformar y acumular energía lumínica en forma de energía química. Las plantas verdes son los productores por excelencia: cultivos, vegetación espontánea, árboles, arbustos, etc. Estos componentes son la base de todos los otros y de la vida sobre la tierra. Cualquier ecosistema depende, directa o indirectamente, de la capacidad de las plantas para fijar carbono por medio de la fotosíntesis.

- **Los consumidores (heterótrofos):** se ubican en un nivel trófico superior y necesitan a los productores para subsistir ya que, por su incapacidad de transformar la energía luminosa, deben alimentarse de los componentes que sí lo hacen. Los consumidores comprenden a todos los animales, tanto domesticados (vacas, cerdos, ovejas, aves, etc.) como silvestres (aves, liebres, insectos, etc.) A los que se alimentan de vegetales, se los denomina

consumidores primarios y los que se alimentan de animales se denominan consumidores secundarios, como el caso de las fieras, aves rapaces, predadores de insectos, parásitos animales, etc.

- **Los detritívoros o descomponedores (heterótrofos):** son también consumidores, pero se alimentan de tejido muerto de las plantas o cadáveres o deyecciones animales, e intervienen en el reciclado de la materia orgánica y los nutrientes. Aquí se encuentran varios grupos como los artrópodos y numerosos microorganismos, micro, meso y macrofauna, fundamentales en estos procesos.

5.1.6. Procesos de los Sistemas Agroecológicos

El número, el tipo y la disposición espacial y temporal de los componentes de un sistema, definen o establecen la ocurrencia de una serie de procesos que determinan el resultado final del mismo. Tanto en los sistemas naturales como en los agroecosistemas pueden reconocerse 5 procesos básicos. (Lugo, 1982).

- **Fotosíntesis:** La fotosíntesis es la función primordial de los ecosistemas. Es la que permite, a través de una propiedad única de la clorofila, transformar la energía luminosa en energía química (hidratos de carbono), que luego es utilizada por las propias plantas o consumida por los animales. Este proceso es fundamental en cualquier ecosistema, y sobre todo en los agroecosistemas. El producto de la fotosíntesis se denomina Producción Primaria Bruta (PPB) y es todo lo que las plantas fijan a través de este proceso. l

- **Respiración**

  Este proceso consume lo acumulado por el proceso de fotosíntesis para obtener energía para otros procesos vitales. La diferencia entre la fotosíntesis y lo consumido por la respiración de las plantas se denomina Producción Primaria Neta (PPN) y es lo que determina si el estrato de los productores acumula materia o no. Por otra parte, la Productividad Neta de la Comunidad (PNC) es la energía fijada luego de restarle la respiración de las propias plantas

y del resto de heterótrofos (consumidores) de la comunidad; insectos, microorganismos, etc.

- **Flujo de nutrientes: ciclos biogeoquímicos**

  Los ciclos biogeoquímicos son un proceso fundamental en los ecosistemas, tanto naturales como agrícolas, impulsados por la energía que atraviesa el sistema. Son transformaciones químicas que los materiales van sufriendo, a través de su paso por el suelo, el agua y el aire con intervención de componentes biológicos, en muchos casos microorganismos, que resultan fundamentales en estos procesos. Así las bacterias celulolíticas, nitratadoras, nitrificadoras, etc., tiene un importante rol en la descomposición de la materia orgánica y su puesta a disposición para las plantas en forma de nutrientes.

- **Sucesión**

  Los ecosistemas no son estáticos, cambian en el tiempo y tienden a su desarrollo. Este fenómeno es conocido como sucesión o desarrollo del ecosistema, y distingue claramente a los sistemas que tienen componentes biológicos de los que son fundamentalmente físicos. El término sucesión describe los cambios estructurales y funcionales que experimenta un ecosistema en el transcurso del tiempo.

- **Procesos internos de regulación (ciclos reproductivos, fases fenológicas, asignación de recursos)**

  Se conoce con este nombre a una serie de procesos internos que ocurren en los ecosistemas naturales o agroecosistemas y que tienen que ver con los ciclos reproductivos, fases fenológicas y la partición o asignación de los recursos. Los ciclos reproductivos hacen referencia a la forma característica en que los diferentes componentes del sistema se reproducen a sí mismos. La partición o asignación de recursos es la manera en que la energía fijada como materia se distribuye entre los diferentes órganos de los componentes del sistema.

5.1.7. Biodiversidad de los Agroecosistemas

Son todos los componentes de la diversidad biológica que constituyen el ecosistema agrícola, las variedades y variabilidad de animales, plantas y microorganismos a nivel genético, de especies y de ecosistemas, necesarios para mantener las funciones principales de los ecosistemas agrarios, su estructura y procesos La biodiversidad es importante en los agroecosistemas porque provee, además de genes, importantes servicios ecológicos, esenciales para el mantenimiento de procesos esenciales de los agroecosistemas.

Uno de los desafíos es identificar aquellos componentes claves de la biodiversidad en sistemas de producción agrícola, responsables del mantenimiento de los procesos naturales y ciclos, y monitorear y evaluar los efectos de las diferentes prácticas y tecnologías agrícolas sobre esos componentes. Los animales, aves, polinizadores, enemigos naturales, lombrices, microorganismos del suelo, fúngicos, entre otros, son todos componentes claves de la biodiversidad que juegan importantes roles ecológicos, mediante procesos como los de introgresión genética, control natural, ciclaje de nutrientes, descomposición, entre otros.

Cada agroecosistema tiene su propio potencial de diversidad que está dado por las condiciones agroclimáticas de la zona, características geográficas, etc. Pero, sin duda, uno de los factores que más influencian el grado de diversidad de los agroecosistemas es el relacionado con los objetivos y características socioculturales de los agricultores, su conocimiento y valoración de la biodiversidad. (Sarandón S. J., 2014).

5.2. Prácticas Agroecológicas

La agroecología es un tipo de agricultura alternativo frente a las prácticas convencionales, por lo general basadas en el despilfarro del agua, los productos químicos y los monocultivos. La unidad sobre la que trabaja, el agroecosistema, busca la sostenibilidad y la productividad mediante la aplicación del conocimiento ecológico a su diseño y manejo. (Isan, 2024).

5.2.1. Manejo del Suelo

La implementación de prácticas agroecológicas sostenibles es esencial para preservar la salud del suelo y garantizar la seguridad alimentaria. Estrategias como la rotación de cultivos no solo ayudan a mantener la fertilidad del suelo, sino que también reducen la incidencia de plagas y enfermedades, al interrumpir los ciclos biológicos de los organismos dañinos.

Asimismo, el uso de coberturas vegetales y abonos orgánicos enriquece el suelo, mejora su estructura y promueve la biodiversidad microbiana, lo cual es crucial para el funcionamiento ecológico. La adopción de estas prácticas no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también apoya a las comunidades locales en la producción de alimentos de calidad y en la conservación de sus recursos naturales.

- **Labores en tiempo y forma apropiada.**

Realizar las labores agrícolas en el momento adecuado es esencial para optimizar la producción y la salud del suelo. Esto incluye la preparación del terreno, la siembra y la cosecha, cada una de las cuales debe realizarse en concordancia con las condiciones climáticas y del suelo. Un manejo oportuno previene problemas como la compactación y la erosión, asegurando un crecimiento saludable de las plantas.

- **Barbecho (evitar la quema de rastrojos).**

El barbecho es una práctica agrícola que consiste en dejar la tierra sin cultivar durante un período para permitir su recuperación. Evitar la quema de rastrojos es crucial, ya que esta práctica puede degradar el suelo, liberar gases de efecto invernadero y reducir la biodiversidad. Mantener los restos de cultivos en el suelo mejora su estructura, aumenta la retención de humedad y enriquece la fertilidad del terreno.

- **Cultivo contra pendientes (curvas de nivel).**

El cultivo en curvas de nivel es una técnica que consiste en alinear los surcos de siembra a lo largo de las líneas de contorno del terreno. Esta práctica reduce la erosión del suelo y mejora la infiltración del agua, especialmente en áreas inclinadas. Al disminuir la escorrentía, se promueve la conservación de la humedad del suelo y se maximiza la productividad de los cultivos.

- **Asociación de plantas.**

La asociación de plantas implica cultivar diferentes especies en la misma área, aprovechando sus interacciones beneficiosas. Esta técnica promueve la biodiversidad y puede resultar en un sistema agrícola más resiliente, ya que algunas plantas pueden ayudar a controlar plagas, mejorar la fertilidad del suelo o facilitar el crecimiento de otras.

- **Rotación de cultivos.**

La rotación de cultivos consiste en alternar diferentes especies de plantas en un mismo terreno a lo largo del tiempo. Esta práctica ayuda a mantener la salud del suelo al prevenir el agotamiento de nutrientes y la acumulación de plagas y enfermedades específicas. Además, la rotación promueve la biodiversidad del ecosistema agrícola y mejora la resistencia a cambios climáticos y de mercado.

- **Cultivos en franjas.**

Los cultivos en franjas son una estrategia de diseño agrícola que alterna bandas de diferentes cultivos en un terreno. Esta práctica favorece la diversidad, mejora la retención de agua y reduce la erosión del suelo. Al diversificar los cultivos, se optimizan los recursos y se crea un sistema más equilibrado que puede adaptarse mejor a condiciones adversas.

5.2.2. Coberturas del Suelo

Las coberturas del suelo juegan un papel vital en la protección y mejora de los ecosistemas agrícolas. Utilizar plantas como cobertura vegetal durante el invierno y el verano no solo ayuda a prevenir la erosión, sino que también fomenta la retención de humedad en el suelo, lo que es crucial en épocas de sequía. Además, el uso de mulch orgánico no solo protege el suelo, sino que también proporciona nutrientes a medida que se descompone.

- **Cobertura vegetal en invierno y verano.**

Mantener una cobertura vegetal durante todas las estaciones es fundamental para proteger el suelo de la erosión, conservar la humedad y mejorar la fertilidad. Las plantas de cobertura actúan como un manto que reduce el impacto de la lluvia y ayuda a controlar la temperatura del suelo.

- **Mulch.**

El uso de mulch consiste en cubrir el suelo con materiales orgánicos o inorgánicos para mejorar su calidad y protegerlo. Esta práctica ayuda a suprimir el crecimiento de malezas, conservar la humedad y moderar la temperatura del suelo.

- **Cortinas rompe vientos.**

Las cortinas rompen vientos son filas de árboles o arbustos plantados para reducir la velocidad del viento en áreas agrícolas. Estas estructuras protegen los cultivos de daños causados por el viento, disminuyen la evaporación del agua y mejoran las condiciones micro climáticas.

5.2.3. Manejo del Agua

El manejo del agua en prácticas agroecológicas se centra en la conservación y uso sostenible de este recurso vital, promoviendo técnicas que aumentan la retención hídrica y mejoran la disponibilidad de agua para los cultivos. Estrategias como la construcción de terrazas, diques y zanjas de infiltración permiten captar y almacenar

el agua de lluvia, reduciendo la escorrentía y la erosión del suelo. Estas prácticas no solo benefician la producción agrícola, sino que también contribuyen a la salud del ecosistema, mejorando la biodiversidad y promoviendo la sostenibilidad a largo plazo.

- **Terrazas.**

Las terrazas son estructuras diseñadas para dividir un terreno inclinado en escalones o plataformas, lo que ayuda a reducir la escorrentía y la erosión del suelo. Esta técnica mejora la retención de agua y permite un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, facilitando la agricultura en pendientes y promoviendo la sostenibilidad del ecosistema.

- **Diques.**

Los diques son construcciones que se utilizan para controlar el flujo del agua y prevenir inundaciones. En la agricultura, ayudan a retener el agua en áreas específicas, permitiendo su uso más eficiente.

- **Zanjas de infiltración.**

Son canales excavados en el suelo para facilitar la absorción del agua de lluvia. Esta práctica ayuda a aumentar la infiltración, reduciendo la escorrentía y mejorando la disponibilidad de agua para las plantas. Además, contribuye a la recarga de acuíferos y a la conservación del recurso hídrico.

5.2.4. Uso de Abonos Orgánicos

El uso de abonos orgánicos es una estrategia efectiva para enriquecer el suelo de manera sostenible. Incorporar estiércol de diferentes animales y compost en la fertilidad del suelo no solo proporciona nutrientes esenciales, sino que también mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Estas prácticas no solo favorecen el crecimiento de los cultivos, sino que también reducen la

dependencia de fertilizantes químicos, promoviendo una agricultura más ecológica y sostenible.

- **Uso de estiércol de distintos animales.**

El estiércol de animales es un abono orgánico valioso que enriquece el suelo con nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Al incorporarlo al suelo, se mejora la fertilidad y se promueve la actividad biológica. Esta práctica reduce la dependencia de fertilizantes químicos y contribuye a la sostenibilidad agrícola.

- **Cenizas (huesos, madera, etc.).**

Las cenizas de madera y huesos son fuentes de minerales y oligoelementos que pueden mejorar la fertilidad del suelo. Al aplicar cenizas, se puede aumentar el pH del suelo, mejorar la estructura y proporcionar nutrientes esenciales.

- **Compost.**

El compost es un abono orgánico producido a partir de la descomposición de materia orgánica, como restos de cocina y residuos de jardín. Utilizar compost reduce los residuos y promueve un enfoque más ecológico de la agricultura.

- **Biofertilizantes.**

Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos benéficos que promueven la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estos microorganismos pueden mejorar la absorción de nutrientes por las plantas y aumentar la salud del suelo Es una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, promoviendo la agricultura ecológica y la salud del ecosistema.

5.2.5. Prevención y Control Natural de Plagas y Enfermedades

La prevención y control natural de plagas y enfermedades es esencial para reducir el uso de pesticidas químicos y promover una agricultura sostenible. La implementación de biopreparados y el uso de trampas para el monitoreo de plagas

permiten un enfoque más ecológico en la gestión de cultivos. Además, cultivar plantas repelentes y atrayentes puede ayudar a mantener el equilibrio natural en el agroecosistema, favoreciendo la presencia de enemigos naturales de las plagas. Estas estrategias no solo protegen los cultivos, sino que también preservan la biodiversidad y la salud del ecosistema agrícola

- **Uso de biopreparados.**

Los biopreparados son productos naturales que se utilizan para controlar plagas y enfermedades en los cultivos, aprovechando microorganismos beneficiosos, extractos de plantas y otros componentes orgánicos. Su aplicación no solo reduce la dependencia de pesticidas químicos, sino que también fomenta un ambiente más saludable para las plantas.

- **Tramperos.**

Los tramperos son dispositivos diseñados para monitorear y capturar plagas específicas en los cultivos. Su uso permite a los agricultores identificar la presencia y densidad de plagas antes de que causen daños significativos. Además, pueden ser una herramienta eficaz para la gestión integrada de plagas, ayudando a mantener el control sin la necesidad de utilizar químicos agresivos. Al integrar trampas en el manejo de cultivos, se promueve un enfoque más ecológico y consciente.

- **Plantas repelentes y atrayentes.**

Cultivar plantas que actúan como repelentes o atrayentes es una estrategia efectiva para el manejo de plagas. Las plantas repelentes emiten compuestos que disuaden a las plagas, mientras que las plantas atrayentes pueden atraer a enemigos naturales de estas, como insectos depredadores. Esta práctica no solo protege los cultivos, sino que también ayuda a mantener la biodiversidad en el agroecosistema, favoreciendo la coexistencia de diversas especies y promoviendo un entorno más saludable.

5.2.6. Producción, Selección y Conservación de Materiales Genéticos Locales

La producción, selección y conservación de materiales genéticos locales son fundamentales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura. La preservación de semillas autóctonas y plántulas adaptadas a las condiciones climáticas locales no solo mejora la seguridad alimentaria, sino que también promueve la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático. Asimismo, la conservación de razas de animales locales asegura la diversidad genética, lo cual es esencial para la adaptabilidad y el bienestar de los ecosistemas agrícolas.

- **Semillas.**

La conservación de semillas autóctonas es crucial para garantizar la diversidad genética y la adaptación de los cultivos a condiciones específicas del entorno local. Estas semillas, adaptadas a las características climáticas y del suelo de la región, contribuyen a la seguridad alimentaria y permiten a los agricultores cultivar variedades que son más resistentes a plagas y enfermedades.

- **Plántulas.**

La producción y selección de plántulas locales, que han sido criadas en el entorno específico donde se van a plantar, mejoran las posibilidades de éxito en el cultivo. Estas plántulas suelen ser más resistentes a las condiciones ambientales locales, lo que favorece un crecimiento saludable y reduce la necesidad de insumos externos.

- **Razas de animales.**

La conservación de razas de animales locales es fundamental para preservar la diversidad genética en la agricultura. La diversidad genética en la ganadería no solo mejora la resiliencia de los animales frente a enfermedades y cambios climáticos,

sino que también garantiza la producción sostenible de alimentos y la adaptación a nuevas condiciones.

5.3. Ventajas de Implementar Prácticas Agroecológicas

La agroecología surge como una alternativa de repensar la agricultura que estamos haciendo hoy. Se requiere un cambio de mirada del sistema actual de producción, del sistema industrial, simplificado, para pasar a un sistema agroecológico que requiere menos insumos y genera menos externalidades, que es más sustentable desde el punto de vista ambiental, económico, social (AGROGLOBAL, 2012).

- ✓ Reduce el uso de insumos nocivos para el medio ambiente, aumenta el uso de insumos naturales y locales.
- ✓ Minimiza las cantidades de sustancias tóxicas o contaminantes emitidas al medio ambiente.
- ✓ Maneja de manera eficaz los nutrientes reciclando la biomasa y añadiendo regularmente restos vegetales, estiércol animal y fertilizantes orgánicos para reforzar la acumulación de materia orgánica en el suelo, equilibrar y optimizar el ciclo de nutrientes.
- ✓ Aumenta la capa vegetal del suelo a través de cultivos y estiércol verde, reduce la cantidad de labranza para minimizar la erosión del suelo, la pérdida de agua, humedad y nutrientes.
- ✓ Promueve la actividad biológica del suelo, mantiene y mejora la fertilidad del mismo.
- ✓ Mantiene un amplio número de servicios ecológicos y aumenta la resistencia del ecosistema agrícola, empleando: rotación de cultivos, cultivo de relevo, cultivo intercalado y los policultivos, la incorporación de árboles multifuncionales, combinaciones de cultivos y ganado, entre otras.

- ✓ Disminuye costos. Económicamente es viable porque minimiza los costos de producción al aumentar la eficiencia del uso de los recursos localmente disponibles.
- ✓ Produce alimentos sanos.
- ✓ Aumento de la biodiversidad.
- ✓ Complementación e integración entre agricultura y ganadería.
- ✓ Balance de nutrientes.
- ✓ Visión sistémica.
- ✓ Protección del suelo. Mejoramiento de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica, etc.

5.4. Proceso de Conversión Agroecológica

Existe un potencial enorme en la colaboración entre científicos y comunidades rurales a través del diálogo de saberes entendido como el encuentro del conocimiento agroecológico tradicional y el conocimiento científico, para contribuir a la producción sostenible de alimentos sanos y a la recuperación de los ecosistemas.

La conversión agroecológica es la transformación gradual de una unidad de producción agrícola para restaurar el sistema de fertilidad natural. Es un proceso lento donde se requiere incorporar técnicas agrícolas y conocimientos conservacionistas (Restrepo Gallego, 2010).

A pesar del serio debate de las últimas décadas sobre la sostenibilidad rural, tanto la investigación como la transferencia de tecnología y la asistencia técnica continúan fomentando modelos de “Revolución Verde”, sin un análisis completo de sus efectos ambientales y sociales. Una manifestación visible de esto es la aplicación generalizada de paquetes tecnológicos que ignoran el contexto productivo de cada

región. Una opción viable para la conversión de la producción agropecuaria y la restauración ecológica de tierras degradadas es la generación de tecnologías apropiadas para las comunidades rurales mediante procesos de investigación participativa.

Aunque en América Latina la tradición indígena es rica en ejemplos exitosos de agricultura basada en el conocimiento y buen manejo de la naturaleza, no todas las culturas campesinas mantienen vivo este saber. Es necesario mejorar el actual conocimiento sobre métodos para recuperar la base de recursos naturales de las comunidades con el fin de sustentar los procesos productivos y culturales. Esto requiere de investigación con amplia participación social y métodos innovadores.

Para producir alimentos sin utilizar pesticidas, herbicidas, fertilizantes, se hace necesario recurrir a técnicas de producción (agronómicas, manejo ganadero, manejo de suelo, manejo de agua, entre otras) que se caracterizan por dos enfoques:

- Sustituir los insumos prohibidos por insumos autorizados. La legislación actual recoge numerosos productos permitidos en producción ecológica para fertilizar los cultivos, mejorar el suelo o combatir plagas y enfermedades.

- Restablecer los equilibrios naturales del suelo y del entorno. Respetar los ciclos naturales de nutrientes, mantener niveles de insectos benéficos para el control de plagas, realizar adecuadas rotaciones y asociaciones para romper los ciclos de los patógenos, son algunas de las técnicas que se pueden utilizar.

Desde el punto de vista agronómico se pueden realizar ambas técnicas, así como una combinación de ellas. En líneas generales el proceso de sustitución de insumos puede ser muy útil en procesos de transición (paso de sistemas convencionales a sistemas ecológicos). Por tanto, la producción ecológica girará entre lo permitido por la normativa y aquellas prácticas agrarias benéficas y recomendables. Este tipo de manejo busca armonizar los ciclos naturales en los sistemas productivos a fin de

producir alimentos de máxima calidad y sin empleo de productos químicos de síntesis, cuyo uso está prohibido por la legislación.

La conversión de sistemas convencionales de producción, caracterizados por monocultivos manejados con altos insumos a sistemas diversificados de bajos insumos, se basa en dos pilares agroecológicos: La diversificación del hábitat y el manejo orgánico del suelo.

El funcionamiento óptimo del agroecosistema depende de diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad sobre y bajo el suelo, las cuales condicionan procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad.

La evolución de la transición agroecológica puede ser monitoreada por un conjunto de indicadores de sustentabilidad que estiman la calidad del suelo y la salud de los cultivos.

El proceso de conversión de sistemas convencionales caracterizados por monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo es de carácter transicional y se compone de tres fases:

- ✓ Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, suelos, etc.
- ✓ Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos.
- ✓ Rediseño de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidia el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

A lo largo de las tres fases se guía el manejo con el objetivo de asegurar los siguientes procesos:

- ✓ Aumento de la biodiversidad tanto sobre como debajo del suelo.
- ✓ Aumento de la producción de biomasa y el contenido de materia orgánica del suelo.
- ✓ Disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua.
- ✓ Establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes del agroecosistema.
- ✓ Optima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales.

El rediseño predial, por el contrario, intenta transformar la estructura y función del agroecosistema al promover diseños diversificados que optimizan los procesos claves. La promoción de la biodiversidad en agroecosistemas es la estrategia clave en el rediseño, ya que la investigación ha demostrado que:

- ✓ Una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor diversidad de biota asociada.
- ✓ La biodiversidad asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas, enfermedades y malezas.
- ✓ La biodiversidad mejora el reciclaje de nutrientes y energía.
- ✓ Sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total.

En la medida que más información sobre las relaciones entre biodiversidad, procesos ecosistémicos y productividad derivados de estudios en una variedad de agroecosistemas emerja, mayores elementos para el diseño agroecológico estarán disponibles para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas y la conservación de los recursos.

5.5. Clasificación de Suelos

La clasificación de los suelos garantiza el propósito del hombre de organizar los conocimientos, comprender las relaciones y clases, recordar propiedades y establecer grupos y sus divisiones (clases). De esta manera logra la identificación de los mismos para optimizar sus usos y potencializar la productividad.

5.5.1. Levantamiento de Suelos

El levantamiento de suelos consiste en efectuar el estudio de los suelos en un área seleccionada y delimitarlos en un mapa base o fotografía aérea; esta última operación se denomina "Cartografía" o mapeo de suelos.

5.5.2. Muestreo de Suelos

El análisis del suelo es una herramienta muy importante ya que nos permite cuantificar sus propiedades. Para ello se realizan extracciones de pequeñas porciones del mismo llamadas muestras las cuales serán sometidas a un determinado proceso de estudio según su objetivo y uso, a esta actividad se le denomina muestreo, cuya operación incluye:

- ✓ Toma del material que forma el suelo.
- ✓ El manejo y elaboración de la muestra.
- ✓ Toma de fracciones de dicha muestra para la realización de determinaciones analíticas concretas en laboratorio.

5.5.3. Tipos de Muestras de Suelo

Las muestras extraídas del terreno se pueden clasificar según el siguiente cuadro:

Tabla 2. Tipo de muestras de suelo

Descripción	Tipos de Muestras	Características	
Muestra	Según nivel de complejidad	Mayor complejidad	Calicatas
		Más sencillos	Estudio de nutrientes
	Según estado de alteración	Simple alterada	Muestreo general
		Inalteradas	Propiedades físicas como Da

Fuente: Guía de campo y de Laboratorio de Edafología. UNI-FTC.

5.5.4. Propiedades Físicas de los Suelos

La naturaleza se compone de tres fases principales: sólida, líquida y gaseosa. La región que presenta similares propiedades físicas en todo su volumen se le llama fase. Cuando una fase se subdivide en partículas como pasa con el suelo, este pasa a ser compuesto por las mismas tres fases con ciertas separaciones, lo que provoca que pueda ser llamado x suelo. Es un sistema trifásico disperso.

La fase sólida del suelo está compuesta de sustancias de diferente naturaleza química y mineralógica, de variada forma, tamaño y orientación.

El comportamiento mecánico de la fase sólida del suelo determina, a su vez, las propiedades físicas del suelo las cuales pueden ser divididas en dos grupos principales: Características físicas fundamentales y Características físicas derivadas.

- **Textura:** es la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación,

drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades. El método más preciso para determinar las clases texturales es mediante análisis de laboratorio.

- **Densidad aparente:** se define como la relación que existe entre el peso seco (105 0 C.) de una muestra de suelo y el volumen que esa muestra ocupaba en el suelo.
- **Densidad real:** es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupa, sin tener en cuenta su organización en el suelo.
- **Contenido de humedad:** es la relación que existe entre el peso de agua en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105 0 C-110 0C. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este en cuanto a cambios de volumen, cohesión, entre otros.
- **Porosidad:** es el porcentaje de volumen no ocupado por los sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% de materiales sólidos (45% de minerales y 5% de materia orgánica) y 50% de espacio poroso. El espacio poroso está dividido en macro poros y microporos donde agua, aire y gases pueden circular o retenerse.
- **Capacidad de campo:** es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo luego de la saturación. A partir este punto todo aporte en exceso tenderá a escurrir superficialmente o por percolación a capas profundas.
- **Punto de marchitez permanente:** es el punto de humedad mínima en el cual una planta no puede seguir extrayendo agua del suelo. A partir de allí, la planta no podrá recuperarse de la pérdida hídrica.

5.5.5. Propiedades Químicas de los Suelos

- **Acidez del suelo (pH)**

La determinación de la acidez del suelo se utiliza para diagnosticar la alcalinidad de estos, cuando los valores de pH varían entre 6.8-7.2 generalmente es una indicación de la presencia de un pH neutro, cuando et valor de pH es menor de 6.8 indica que estamos en presencia de un suelo ácido (presencia de sales) y si estamos con un pH mayor de 7.2 es una indicación que está presente un suelo básico. (Guía de laboratoria de edafología - UNI).

- **Importancia del pH**
- ✓ Influye en la formación y desarrollo del suelo.
- ✓ Disponibilidad y absorción de nutrientes.
- ✓ Actividad de organismos del suelo.
- ✓ Presencia o ausencia de elementos tóxicos (Al, Mn, Fe). Descomposición de la materia orgánica
- ✓ Influye en la CIC y CIA.

El crecimiento y desarrollo de las plantas están determinados por numerosos factores del suelo y el clima, así como factores inherentes a las plantas mismas.

Para obtener de un suelo buenas cosechas, se necesita que esté provisto de una cantidad adecuada de todos los nutrientes necesarios que una planta toma del suelo. Los elementos nutrientes no solo deben de estar presentes en tas formas que la planta puede utilizar sino también debe de existir entre ellos un equilibro de acuerdo con la cantidad que necesiten las plantas.

- **Materia orgánica**

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña proporción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de la microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes.

5.6. Integración del Agroecosistema de la Finca

5.6.1. Cultivos

- **Cultivo de plátano**

  - **Taxonomía**

Familia: *Musaceae.*

Nombre científico: *Musa* x *paradisiaca* L

Origen: El plátano tiene su origen probablemente en la región indomalaya donde han sido cultivados desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawaii y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III a. C., aunque no fue introducido hasta el siglo X.

  - **Morfología**

Planta: Herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

Tallo: El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

Hojas: Se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud.

Flores: Amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera.

Frutos: Baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geo trópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización (InfoAgro.com, 2010).

- **Requerimientos climáticos**

El banano exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 ºC, con lluvias prolongadas. Produciéndose daños a temperaturas menores de 13 ºC y mayores de 45 ºC. La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha.

Los efectos del viento pueden variar, desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de las estomas hasta la laceración de la lámina foliar, siendo el daño más generalizado, provocando unas pérdidas en el rendimiento de hasta un 20%.

- **Suelo**

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del banano son aquellos que presentan una textura franco-arenosa, franco arcilloso, franco arcillo limosa y franco limoso, debiendo ser, además, fértiles, permeables, profundos (1,2-1,5 m), bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. El cultivo del banano prefiere, sin embargo, suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en verano, pero que no retengan agua en invierno.

La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%.

- **Variedades botánicas nicaragüenses del plátano**

Cuerno enano: Este clon es de muy fácil manejo, ya que como su nombre indica, es de porte bajo, oscila entre los 2.5 y 3 m de altura, con un promedio de 2.75 m, esto hace posible realizar las labores rutinarias de una forma más rápida como el caso de la cosecha. Posee pseudotallo grueso con abundantes hojas anchas. Los racimos son cortos, con un promedio de 40 frutos para el manejo tradicional y 60 unidades con producción intensiva en cuanto a materia de exportación se refiere, con un peso bruto en manejo tradicional entre los rangos de 11 a 17 kg y de 11 a 19 kg en manejo intensivo.

Cuerno gigante: Esta se caracteriza por su porte alto que oscila entre los 3 y 4 m. Los rendimientos obtenidos por unidad con manejo rústico van desde los 18 a 30 dedos y un peso estimado de 16 a 18 kg y en plantaciones intensivas van desde los 40 a 45 dedos comercializables.

Censa ¾: Es una variedad muy similar al Cuerno enano en cuanto a su morfología y porte bajo, oscila entre los 2.3 y 3 m con un promedio de 2.7 m lo que la hace más resistente al acame causado por el viento, los racimos son de apariencia corta con un promedio de 46 frutos para el manejo tradicional y 60 unidades de manera intensiva en materia de exportación, con un peso bruto en el primer caso entre los 7 a 17 kg y para el segundo de 11 a 19 kg. Actualmente el establecimiento de esta variedad también está en auge por su bondad de tener un racimo uniforme en cuanto al tamaño de sus dedos (mediano) (MEFCCA - Guía Técnica del plátano).

- **Abonado**

El uso de abonado orgánico rico en fósforo y potásio es adecuado en este cultivo no sólo porque mejora las condiciones físicas del suelo, sino porque aporta elementos nutritivos. Entre los efectos favorables del uso de materia orgánica, está el mejoramiento de la estructura del suelo, un mayor ligamiento de las partículas del suelo y el aumento de la capacidad de intercambio.

- **Plagas**

- **Nombre común: Picudo Negro**

Nombre científico: *Cosmopolitis sordidus*

Tipo de daño: Forma galería que facilitan la pudrición del cormo, presencia de enfermedades y evita el transporte de los nutrientes desde las raíces hasta el reto de la planta, pérdida de vigor de las hojas, se tornan de un color amarillo y luego se marchitan. Las plantas jóvenes se marchitan mientras que las plantas más viejas detienen su crecimiento.

Prácticas de manejo

- ✓ Renovar la plantación después de cada ciclo productivo.
- ✓ Mantener la plantación libre de malezas y vegetación en descomposición.
- ✓ Luego de la labor de saneo y cosecha, el material de biomasa que resulta de la planta se debe de picar muy bien y ubicar rápidamente en el centro de las calles para su rápida degradación.
- ✓ Uso de trampas en forma de disco, gavetas y cuñas. Las larvas forman galerías que facilitan la pudrición del cormo, dejando espacios por donde entran hongos y bacterias.
- ✓ Por encima del umbral (4 a 5 adultos por trampa): el manejo se realizará a través de trampas sencillas de pseudotallos (20 a 40 por manzana mz); para recolección manual de adultos, o bien aplicar organismos entomopatógenos como Beauveria bassiana.
- ✓ Usar trampas con feromonas Cosmolure, la que atrae al adulto mediante el olor que emana.

- **Nombre: Ácaro rojo**

Nombre científico: *Tetranychus tumidus, Banks*

Tipo de daño: Este insecto provoca un bronceado en las hojas adultas chupando y raspando el tejido superficial (epidérmico) de las mismas.

Prácticas de manejo

- ✓ Renovar la plantación después de cada ciclo.
- ✓ Uso de aceite de neen como repelente.
- ✓ Deshojes sistemáticos.
- ✓ Buenas prácticas culturales.
- ✓ Embolsado para protección del fruto.
- ✓ Uso de Metarrizum y Beauveria.

Se recomienda un manejo químico como última opción. En casos de extrema necesidad se debe aplicar un producto sintético para la disminución de la población.

- **Nombre: Thrips**

Nombre científico: *Hercinothrips femoralis*

Tipo de daño: Ataca directamente al fruto, el daño se inicia en los plátanos con una zona de color plateado, que después pasa a color pardo-cobrizo y termina en color casi negro, ataque en la zona plateada existen unos puntos negros, típicos del ataque de thrips; en una fase más avanzada aparecen las zonas de color cobrizo, debido a la oxidación de la savia que brota por las raspaduras del insecto. Sus ataques son más frecuentes en la época otoñal, ya que condiciones de humedad del 70 % ó 80 % favorecen su desarrollo.

Prácticas de manejo

- ✓ Se debe mantener un monitoreo a través de una vigilancia constante del racimo, especialmente en el momento en que los dedos se hacen visibles y en las épocas de verano, donde la población de adultos de Colaspis sp., Trigona sp. y Trips son más abundantes.
- ✓ Se deben llevar a cabo todas las prácticas culturales que mejoren las condiciones de la plantación y que a la vez sean desfavorables a la presencia y ataque de estas plagas, como son: el buen control de arvenses, la fertilización y

control de nidos alrededor del bosque o árboles de sombrio especialmente para el caso de la avispa Trigona).

- ✓ En última instancia para casos extremos en fruta de exportación, el daño causado por estos insectos se previene embolsando los racimos con bolsas impregnadas de Clorpirifos (Dursban) al 1%.

- **Nombre: Taladro o traza**

Nombre científico: *Hieroxestis subcervinella*

Tipo de daño: La “traza” excava unas galerías hasta las primeras “manos” de los frutos. También se localiza su ataque en la zona de pudrición de la planta “abuela”, una vez que se ha efectuado el corte de la planta después de la recolección. Aquí es donde se localizan las puestas de las mariposas que dan origen a las orugas. También suelen hacer las puestas en la última hoja podrida del “rolo”, y en la parte inferior del racimo (“platanillo”). Esta plaga causa sus mayores daños en los meses de octubre y noviembre.

Prácticas de manejo

- ✓ En cuanto al tratamiento, la primera operación consiste en limpiar de hojas la parte superior del tallo del racimo y despejar la parte inferior del mismo (limpieza del “platanillo”) para impedir la llegada de la “traza” a las últimas manos del racimo. Así la eficacia del tratamiento es mayor. Por otra parte, como las larvas se refugian en la parte podrida del “ñame” viejo, es conveniente tratarlo, pudiendo emplearse para ello insecticidas granulados.

- **Nombre: Barrenador de la raíz**

Nombre científico: *Cosmopolites sordidus*

Tipo de daño: El ataque se manifiesta por un alargamiento de las hojas y una disminución en el tamaño de los frutos, y en general un aspecto enfermizo de la planta. Si este es severo puede dar lugar a la caída de la planta.

Prácticas de manejo

- ✓ Las medidas preventivas se basan en la aplicación de buenas medidas sanitarias en el campo, como la limpieza de los tallos y hojas que se han caído o han sido cosechadas.
- ✓ El material de siembra no debe estar infectado de barrenadores, por tanto, los rizomas se deben inspeccionar cuidadosamente para comprobar que no haya túneles del barrenador.
- ✓ Se recomienda sumergir los rizomas y el extremo basal de los chupones en una solución desinfectante.

- **Nombre: Nemátodos**

Nombre científico: Pratylenchu, Helicotylenchus, Meloidogyne

Tipo de daño: Los daños causados por nematodos se producen en las raíces, dando lugar a una disminución de la producción, y se manifiestan en las plantaciones por un amarilleo de las hojas, la muerte de las ramas bajas, agallas en las raíces y sobreproducción de raicillas.

Prácticas de manejo

- ✓ El nematicida típico del plátano es el dibromo-cloro-propano, aplicado a dosis de 35-40 L/ha, los tratamientos serán más efectivos en los meses febrero-marzo y septiembre-octubre. (InfoAgro.com, 2010).

- **Enfermedades**

Tabla 3. Enfermedades del cultivo de plátano

Nombre común	Nombre científico
Sigatoka negra	▪*Mycosphaerella fijiensis var. Difformis*
	▪*Trachysphaera fructigena*
Punta de cigarro y punta negra	▪*Verticillium* spp.
	▪*Stachylidium* spp
Pudrición del pseudotallo	▪*Erwinia* spp
Moko	▪*Ralstonia solanacearum*

Fuente: (InfoAgro.com, 2010).

- **Cosecha**

La duración de la plantación es de 6 a 15 años, dependiendo de las condiciones ambientales y de los cuidados del cultivo. La plantita que se colocó sobre el terreno de asiento da únicamente frutos imperfectos y los mejores frutos se obtienen de los vástagos nacidos de su pie, que fructifican a los nueve meses de la plantación. Los frutos se pueden recolectar todo el año y son más o menos abundantes según la estación.

Se cortan cuando han alcanzado su completo desarrollo y cuando empiezan a amarillear y los respectivos ángulos longitudinales han adquirido cierta convexidad. Pero con frecuencia, y especialmente en invierno, se anticipa la recolección y se dejan madurar los frutos suspendiéndolos en un local cerrado, seco y cálido, conservado en la oscuridad. Apenas recogido el fruto, se corta la planta por el pie, dejando los vástagos en la base. Éstos, convenientemente aclarados, fructifican pasados cuatro meses, de modo que en un año se pueden hacer tres recolecciones.

Los plátanos de todas las categorías deben presentar las siguientes características:

- ✓ Verdes, sin madurar.
- ✓ Enteros.
- ✓ Consistentes.
- ✓ Sanos, se excluirán los productos atacados por podredumbres o alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- ✓ Limpios, exentos de materias extrañas visibles.
- ✓ Exentos de daños producidos por parásitos
- ✓ Con el pedúnculo intacto, sin pliegues ni ataques fúngicos y sin desecar.
- ✓ Desprovistos de restos florales.
- ✓ Exentos de deformaciones y sin curvaturas anormales de los dedos.
- ✓ Exentos de magulladuras.
- ✓ Exentos de daños causados por temperaturas bajas.
- ✓ Exentos de humedad exterior anormal.
- ✓ Exentos de olores o sabores extraños.

Además, las manos y manojos deben:

- ✓ Soportar el transporte y manipulación, llegar en estado satisfactorio al lugar de destino a fin de alcanzar un grado de madurez apropiado tras la maduración (InfoAgro.com, 2010).

- **Cultivo de Maíz**

  - **Taxonomía**

Familia: *Gramíneas*

Nombre científico: Zea mays

Origen: El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difuminado por todo el resto de los países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro, pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

  - **Morfología**

Planta: La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Tallo: El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Hojas: Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Inflorescencia: El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla

el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos.

Raíces: Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (InfoAgro.com, El cultivo del Maíz, 2010).

- **Requerimientos climáticos**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30ºC. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20ºC.

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8ºC y a partir de los 30ºC pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32ºC.

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenidos de 40 a 65 cm.

- **Suelo**

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

- **Variedades botánicas nicaragüenses**

Maíz criollo y acriollados: Las semillas criollas son patrimonio campesino e indígena, están asociadas a conocimientos ancestrales, experiencias y culturales. Las semillas acriolladas, son variedades mejoradas de forma convencional que a través del tiempo y manejo del campesino se adaptaron a las condiciones propias

de la localidad. Entre estas se encuentran: Maíz amarillo, blanco amarillento, blanco, cuarenteño blanco, maizón, olotillo blanco, poronga, pujagua morada, pujagua negra, pujagua rojo pálido, pujagua roja quemado y la tuza morada.

Variedades mejoradas: Semillas: NB – 6, NB 9043 (Catacama), NB – S, Nutrinta amarillo y Nutrader. En su mayoría han sido introducidas de otros países y se han hecho ensayos de adaptación. Se caracterizan por:

- ✓ Uniformidad en cuanto a altura de planta, tamaño de mazorcas, mayor cantidad de hojas y cantidad de granos por mazorcas.
- ✓ Su característica genética está fijada, por tanto, se puede reproducir las semillas para los siguientes ciclos.
- ✓ Más exigentes en preparación de suelo, fertilización y control de malezas.
- ✓ Nuevas características incorporadas (rendimiento, tole - rancia, valor nutritivo, mejor adaptación a la mecaniza - ción agrícola, entre otras).

Variedades híbridas: Mazorca de oro y H-INTA – 991.

Son cultivares procedentes del cruce de plantas por la reproducción sexual de dos líneas puras y tienen las siguientes características:

- ✓ Mayor producción por unidad de área.
- ✓ No se puede utilizar su semilla para el ciclo siguiente.
- ✓ Requieren mejores condiciones en la preparación de suelo.
- ✓ Exigentes a las condiciones agroecológicas.

Fuente: (MEFCCA Manual de Granos Básicos, 2017)

- ➢ **Abonado**

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8.

A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abonado de:

- ✓ N: 82% (abonado nitrogenado).
- ✓ P2O5: 70% (abonado fosforado).
- ✓ K2O: 92% (abonado en potasa).

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825Kg/ha durante las labores de cultivo.

- ✓ Nitrato amónico de calcio. 500 kg/ha
- ✓ Urea. 295kg/ha
- ✓ Solución nitrogenada. 525kg/ha

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

- ➢ **Plagas**

- **Nombre común: Gallina Ciega**

Nombre científico: Phyllophaga spp

Tipo de daño: El daño lo realiza en estado larval, este se alimenta de las raíces, debilita y mata la plántula, a menudo se observan en parches bien definidos en el cultivo, es una plaga que ocasiona daños considerables a diversos cultivos y en muchos casos pérdida total de la producción. Los adultos son de hábito nocturno y los atrae fuertemente la luz. Inicialmente se observan plántulas marchitas, apareciendo zonas del lote con baja población de plantas inclinadas, curvas o

acamadas que crecen en forma irregular. Las plantas lesionadas se arrancan con facilidad.

Prácticas de manejo

- ✓ Preparación del suelo 15 días antes de la siembra. Las larvas quedan expuestas al sol, las que mueren por insolación o son depredadas por pájaros. También se puede realizar tratamiento al suelo.
- ✓ Tratamiento de la semilla con productos insecticidas.
- ✓ Trampas de luz para monitoreo de adulto.
- ✓ Uso de hongos entomopatógenos (Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae) y bacterias como Bacillus popilliae, para controlar las larvas de gallina ciega, sobre todo las larvas del primer instar.
- ▪ **Nombre común: Gusano cogollero**

Nombre científico: Spodoptera frugiperda

Tipo de daño: Las larvas se alimentan del cogollo, hacen agujeros grandes e irregulares y dejan excrementos como huella, el daño lo realizan en el tejido foliar de las plantas en la etapa de crecimiento, esto consecuentemente reduce el área foliar y por lo tanto la tasa fotosintética se ve afectada negativamente, además de que las plantas son más sensibles a los estragos del medio ambiente y a las enfermedades.

Prácticas de manejo

- ✓ Aplicación de hongos entomopatógenos como: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium, Bacillus Thuringiensis* (puede alcanzar hasta un 90% de efectividad si se usa correcta - mente).
- ✓ Trampas de luz, trampas con feromonas de Spodoptera.
- ✓ Uso de estracto de plantas repelentes (chile, orégano, albahaca, neem, entre otros).

- **Nombre común: Langosta medidora**

Nombre científico: *Mocis latipes*

Tipo de daño: Esta es una plaga muy voraz, en ataques severos provoca una intensa defoliación en el cultivo, dejando solo la nervadura central de la hoja. El ataque está asociado a la presencia de malezas hospederas en callejones, trochas y cabeceras de los surcos. El daño mayor se presenta en plantas pequeñas que mueren.

Prácticas de manejo

- ✓ Control de las malezas, ya que estas son hospederas.
- ✓ Aplicación de hongos entomopatógenos como: Beauveria bassiana, Metarhizium, Bacillus Thuringiensis.
- ✓ Uso de productos químicos.

- **Nombre común: Chicharrita del maíz**

Nombre científico: *Dalbulus maidis*

Tipo de daño: El daño principal es como vector de los patógenos causantes del achaparramiento del maíz, enfermedad que se caracteriza por el acortamiento de sus entrenudos. Cuando la inoculación ocurre en etapa de emergencia la planta no desarrolla y no llega a formar elote o mazorca.

Prácticas de manejo

- ✓ Uso de trampas de color verde impregnadas con aceite de cocina, o aceite negro para monitoreo de adultos alados.
- ✓ Aplicación de hongos entomopatógenos.

Fuente: (MEFCCA Manual de Granos Básicos, 2017).

- **Enfermedades**

Tabla 4. Enfermedades del cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico
Achaparramiento o lapeado	▪*Micoplasma* ▪*spiroplasma*
Cabeza loca	▪*Peronosclerosphora sorghi*
Pudrición de la mazorca	▪*Stenocarpela maydis* sp ▪*Fusarium* sp
Pudrición de la base del tallo	▪*Fusarium verticilioides*

Fuente: (MEFCCA Manual de Granos Básicos, 2017).

- **Cosecha**

En general, la mayoría de las variedades de maíz tienen un ciclo de vida de 100-120 días desde la siembra hasta la cosecha. Sin embargo, el momento exacto de la cosecha depende significativamente de los factores ambientales y de otro tipo, como el uso final del producto (mercado interno o externo, consumo fresco (chilote o elote), consumo seco: grano y semilla). Antes de realizar la cosecha, se debe lograr que el grano tenga aproximadamente 18 a 20% de humedad. La cosecha puede ser manual o mecanizada, esto dependerá del área total del cultivo y de las condiciones económicas del productor.

- **Calidad**

La calidad del grano de maíz está asociada tanto con su constitución física, que determina la textura y dureza, como con su composición química, que define el valor nutricional y las propiedades tecnológicas. La importancia relativa de estas características resultará del destino de la producción. Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes, y paulatinamente se reduce la tolerancia a sustancias contaminantes (E.E.A. INTA, 2006).

Ítems a considerar:

- ✓ Composición.
- ✓ Dureza.
- ✓ Relación entre proteína y dureza.
- ✓ Variaciones debidas al genotipo.
- ✓ Incidencia del ambiente y del manejo del cultivo en la calidad.
- ✓ Calidad del maíz para el comercio a granel.
- ✓ Calidad del maíz para la industria.

- **Cultivo de Yuca**

  - ➢ **Taxonomía**

Familia: Euphorbiaceae

Nombre científico: Manihot esculenta

Origen: La yuca o mandioca es una especie de origen americano, que se ha extendido en una amplia área de los trópicos americanos desde Venezuela y Colombia hasta el Noroeste de Brasil, con predominio de los tipos de yuca dulce en el norte y en la zona de Brasil los amargos. Según Rogers, las especies silvestres del género Manihot tienen dos centros de origen: uno en México y América Central y el otro en el noroeste de Brasil.

  - ➢ **Morfología**

Planta: La yuca es un arbusto perenne de tamaño variable, que puede alcanzar los 3 m de altura. Se pueden agrupar los cultivares en función de su altura en: bajos (hasta 1,50 m), intermedios (1,50-2,50 m) y altos (más de 2,5 m).

Tallo: Puede tener posición erecta, decumbente y acostada. Según la variedad, el tallo podrá tener ninguna, dos, o tres o más ramificaciones primarias, siendo el de tres ramificaciones el mayoritario en la yuca. El grosor del tallo se mide a 20 cm del suelo y puede ser delgado (menos de 2 cm de diámetro), intermedio (2-4 cm) y grueso (más de 4 cm).

Hojas: Forma palmipartida, que pueden tener forma aovada o linear. Son simples, alternas, con vida corta y una longitud de 15 cm aproximadamente. Los peciolos son largos y delgados, de 20-40 cm de longitud y de un color que varía entre el rojo y el verde. La epidermis superior es brillante con una cutícula definida.

Flores: Es una especie monoica por lo que la planta produce flores masculinas y femeninas. Las flores femeninas se ubican en la parte baja de la planta, y son menores en número que las masculinas, que se encuentran en la parte superior de la inflorescencia. Las flores masculinas son más pequeñas.

Frutos: El fruto es una cápsula ovoidea de 1 a 1.5 cm de largo con 6 aristas longitudinales prominentes; éste contiene 3 celdas normalmente con una semilla en cada una, esta semilla es de forma aplanada y de perfil elíptico por el frente. Al hacer un corte transversal se observan una serie de tejidos bien diferenciados: epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

Raíces: Comprende la corteza externa, la corteza media y la corteza interna y el cilindro central, estela, pulpa o región vascular. La industria del almidón prefiere aquellas variedades de adherencia débil. Posee un contenido en almidón bajo y en principios cianogenéticos alto. Constituye un 9-15% del total de la raíz. El rendimiento de raíces por planta suele ser de 1-3 kg, pudiendo llegar en óptimas condiciones hasta 5-10 kg/planta (InfoAgro.com - Cultivo de la Yuca, 2008).

- **Requerimientos climáticos**

Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29º C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Aunque puede tolerar el rango 16-38º C. Por debajo de los 16º C el crecimiento se

detiene. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades, mientras que, en otras regiones subtropicales, al descender de los 16º C se paraliza el crecimiento.

La yuca crece y florece bien en condiciones de plena luz, siendo un factor importante de cara al rendimiento de la planta. La longitud del día afecta a varios procesos fisiológicos de la planta. Es una planta típica de fotoperiodo corto: 10-12 horas de luz, propio de las regiones tropicales.

- **Suelo**

La planta de yuca se adapta a una gran variabilidad de suelos, desde aquellos suelos pobres en elementos nutritivos hasta los más fértiles. Es recomendable que el cultivo no esté expuesto a inundaciones, que el suelo sea bien permeable para infiltrar el agua de las fuertes lluvias. En Nicaragua se recomiendan los suelos franco-arenoso, franco-arcilloso, profundos y sueltos y bien drenados. La yuca es un cultivo que se adapta a un pH que puede oscilar entre 5.5 y 7.0.

Cuando hay mucha humedad en el suelo, hay que hacer uso de camellones altos para evitar que las raíces entren en contacto con la excesiva humedad. Los suelos para plantar yuca deben tener entre 30 y 40 cm de profundidad, libres de capas impermeables, material rocoso o encharcamiento.

- **Variedades botánicas nicaragüenses**

Para conocer los rendimientos de las variedades: **Algodón, Valencia, Pata de paloma, Masaya y Campeona**, se realizaron estudios en la zona del Atlántico Sur de Nicaragua (Nueva Guinea), donde los resultados indicaron que las tres primeras variedades fueron las mejores en rendimiento (23.5 t/ha, 20.20 t/ha y 16.90 t/ha, respectivamente) y adecuadas para el transporte hacia los mercados internacionales, debido a que soportan el manejo durante el mismo y son aptas para consumo humano.

En cuanto a las variedades **Masaya y Campeona** por su rendimiento y longitud de raíz son aptas para el mercado nacional. Se determinó que la variedad **Valencia** es la que mejor diámetro de raíz presentó por lo que se le prefiere para el mercado internacional (Nicaragua, Pavón, & Chavarría, 2004).

- **Abonado**

El exceso de nitrógeno disminuye el contenido en almidón y aumenta las sustancias proteicas de las raíces reservantes, lo cual influye en la producción de harinas integrales de yuca para alimentación animal, pero no para la producción de almidones para uso industrial. Para evitar la lixiviación, el nitrógeno se aplica en dos veces: en el momento de la plantación y a los 2-3 meses de cultivo, siendo en esta última más recomendable la urea, aplicada vía foliar. Los abonos nitrogenados orgánicos son: abonos verdes, los estiércoles y los restos vegetales.

El fósforo se utiliza en el proceso de fosforilación, mediante el cual se sintetiza el almidón. Los síntomas de la deficiencia de fósforo son enanismo y un color de las hojas verde oscuro.

El potasio influye en el rendimiento de las raíces reservantes y en el contenido en materia seca total. La deficiencia de este elemento provoca una coloración bronceada en las hojas con posterior quemadura de los bordes.

- **Plagas**

- **Nombre común: Gallina ciega**

Nombre científico: Phyllophaga spp

Tipo de daño: El daño es causado por las larvas más grandes, principalmente durante los primeros 30 días después de la emergencia del cultivo. Las gallinas ciegas de ciclo bianual, durante su primer año, las larvas pequeñas no alcanzan un tamaño que represente peligro a los cultivos. Al comenzar las lluvias del segundo año terminan de desarrollarse y aquí sí pueden causar daños a los cultivos durante los meses de junio a septiembre.

Prácticas de manejo

- ✓ Preparar bien el suelo 15 ó 30 días antes de la siembra. Esta es una buena medida para eliminar los huevos, larvas y pupas. Estos son maltratados y expuestos al sol. Se mueren por deshidratación y se los comen otros animales como (gallinas, pájaros, sapos).
- ✓ Recolectar y destruir manualmente los adultos que salen del suelo.
- ✓ Eliminar malezas, zacates y plantas hospederas que pueden servir de refugio a la plaga. Se recomienda sembrar frijol de abono, porque éste ahuyenta a las gallinas ciegas.
- ✓ Uso de trampas lumínicas para la captura de adultos (ronrones). Las trampas son sencillas y fáciles de construir.
- ✓ Se deben tratar los esquejes para protegerlos durante el período de germinación, realizando inmersión de éstos en agua caliente (49 ºC) durante un período de 49 minutos.

- **Nombre común: Termitas**

Nombre científico: Heterotermes sp

Tipo de daño: La presencia de termitas se caracteriza, principalmente, por las galerías que hacen en las partes afectadas, como raíces y esquejes recién plantados. Cuando las plantas sobreviven o los ataques son tardíos, las termitas suelen reunirse en la parte interna de la base de la planta sin que esta sufra mayores daños.

Prácticas de manejo

- ✓ Preparación del terreno 15-30 días antes de la siembra, para eliminar las poblaciones presentes.
- ✓ Eliminación de los residuos de la cosecha anterior.
- ✓ Utilizar esquejes libres de plagas.
- ✓ Desinfección de los esquejes.

- **Nombre común: Gusano cachudo**

Nombre científico: Manduca sexta

Tipo de daño: Las larvas a menudo descansan debajo de las hojas o del tallo y son difíciles de ver, este estadio dura de 3 a 4 semanas. Las larvas se alimentan de las hojas y tallos y pueden desfoliar la planta entera.

Prácticas de manejo

- ✓ Las poblaciones se mantienen controladas por enemigos naturales y enfermedades. En áreas pequeñas, las larvas se pueden recoger a mano y destruirse. Bajo condiciones comerciales, esta plaga se puede controlar con aplicaciones de productos químicos.
- ✓ Entre los enemigos naturales de ocurrencia de esta plaga se pueden mencionar a parasitoides de huevos como Telenomus, Tichogramma; parasitoides de larvas como Apantheles, depredadores de larvas como Pollystes.
- ✓ Al finalizar la cosecha es recomendable eliminar los residuos, para reducir las poblaciones que ahí se puedan encontrar.

- **Nombre común: Gusano cornudo**

Nombre científico: *Erinnyis ello (L.)*

Tipo de daño: Es una de las plagas más importantes del cultivo de la yuca, debido a su alta capacidad de consumo foliar especialmente en las últimas etapas de su fase larval. Cuando las poblaciones son altas y los ataques severos las larvas pueden emigrar a cultivos adyacentes.

Prácticas de manejo

- ✓ Se recomienda la incorporación de rastrojos inmediatamente después de la cosecha, con esta labor se entierran algunas pupas y otras quedan en la superficie del suelo expuestas a los rayos solares. En caso de ataques

continuos del gusano cornudo, se recomienda la rotación de cultivos, ya que al desaparecer el hospedante, disminuye la población de la plaga.

- ✓ Este método consiste en la utilización de cualquier medio mecánico para el combate de una plaga. Se usa la recolección manual de las larvas, sobre todo en parcelas pequeñas y se eliminan mediante inmersión en una mezcla de kerosene y agua.
- ✓ Aprovechando él habito nocturno de los adultos, se pueden capturar mediante la colocación de trampas de luz en las plantaciones de yuca.
- ✓ Los insecticidas sólo deben ser utilizados cuando los otros métodos de control sean insuficientes. Cuando haya necesidad de utilizar insecticidas, hay que usar productos cuyos efectos para el hombre, el ambiente y la fauna benéfica, no sean nocivos.

- **Nombre común: Mosca de cogollo**

Nombre científico: *Silba pendula*

Tipo de daño: El daño es ocasionado por la larva de la mosca del cogollo. Se manifiesta por la presencia de un exudado blanco que fluye del punto de crecimiento; éste muere, generalmente a causa del daño. El ataque de la plaga retarda el crecimiento de la planta y rompe la dominancia apical, esto último estimula el desarrollo de la yema lateral, que también puede sufrir el ataque de estas moscas.

Prácticas de manejo

- ✓ En vista a que el ataque de esta plaga no se extiende a todo el cultivo, los cogollos afectados que se encuentren pueden eliminarse a mano, lo que evitará la aplicación innecesaria de productos químicos.
- ✓ Se recomienda aplicar un insecticida sistémico cuando el ataque de la mosca ocurre temprano.
- ✓ Un cebo efectivo para controlar los adultos es una mezcla de un insecticida y una solución de azúcar, el cual se asperja sobre las plantas.
- ✓ Se recomienda también el uso de trampas que contengan frutas descompuestas, levadura como atrayente y un insecticida como control.

- **Nombre común: Agalla**

Nombre científico: *Latrophobia brasiliensis*

Tipo de daño: La larva dura de 15 a 21 días y es de color anaranjada cuando está madura, la que ocasiona proliferación en el tejido de el haz de las hojas. Las larvas causan agallas alongadas en la superficie superior de las hojas, pueden causar achaparramiento de la planta y la distorsión de las hojas, si son abundantes.

Prácticas de manejo

- ✓ Eliminación manual de hojas afectadas.

- **Nombre común: Zompopo**

Nombre científico: *Atta cephalotes*

Tipo de daño: Las plantas de yuca pueden sufrir defoliación cuando una alta población ataca el cultivo. El daño de la plaga es característico, realiza un corte semicircular en la hoja; durante ataques severos también cortan las yemas.

Prácticas de manejo

- ✓ Dentro de las prácticas culturales está la destrucción de madrigueras o la colocación de barreras que impidan a estos insectos el acceso al cultivo.
- ✓ Aplicación de cebos granulados a base de Sulfluramida (mirex) a lo largo de los caminos dejados por los zompopos, da un control efectivo.

- **Nombre común: Ácaros**

Nombre científico: Mononychellus sp

Tipo de daño: Los ácaros son una plaga universal de las plantas de yuca que causan pérdidas en los cultivos de América y de Africa. Se alimentan del follaje, causando daño en las hojas al penetrar el estilete en el tejido foliar y succionando el contenido celular. Estos ácaros atacan el punto apical, se alimentan de los

primordios foliares y de los tallos jóvenes y ocasionan el desarrollo anormal de las hojas.

Prácticas de manejo

- ✓ Rotación de cultivos.
- ✓ Destrucción de plantas hospederas.
- ✓ Destrucción de los residuos de la cosecha anterior.
- ✓ Uso de variedades tolerantes.

Fuente: (Nicaragua, Pavón, & Chavarría, 2004).

- ➢ **Enfermedades**

Tabla 5. Enfermedades del cultivo de yuca

Nombre común	Nombre científico
Superalargamiento	▪*Sphaceloma manihoticola*
Añublo polvoriento	▪*Xanthomonas manihotis*
Pudrición bacteriana del tallo	▪*Erwinia carotovora p* ▪*Carotovora*
Mancha foliar	▪*Phoma* sp
Antracnosis	▪*Colletotrichum* spp.
Necrosamiento del tallo	▪*Botryodiplodia theobromae*
Pudrición radical inducida	▪*Phytophthora* spp. ▪*Rosellinia* spp.

Fuente: (Nicaragua, Pavón, & Chavarría, 2004).

- ➢ **Cosecha**

La época de cosecha de la yuca depende de la utilización de las raíces. Si van a ser utilizadas para consumo fresco en el mercado local, la recolección se hace entre los 9 y 12 meses después de la siembra. Generalmente, esto ocurre entre los 15 y 24 meses y excepcionalmente más de los 24 meses si el mercado está saturado. A

esta edad hay un alto rendimiento de raíces, elevado contenido de almidón y un máximo de diámetro en los granos de almidón.

- **Calidad**

Las raíces sanas no presentan pudriciones externas o internas. Por razones de calidad, las raíces que presenten pudriciones deben descartarse pues, una sola de ellas, aún con una afección incipiente, puede causar la pérdida total del lote de raíces. Por consiguiente, es necesario seleccionar cuidadosamente las raíces después de la cosecha. Dependiendo de su utilización final, la yuca tiene requerimientos específicos en las industrias a las cuales se destine (FAO - ALIMENTOS).

- **Cultivo de Frijol**

  - **Taxonomía**

Familia: *Fabaceae*

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris L*

Origen: Hallazgos confirman que el frijol era cultivado en Mesoamérica hace ya 8,000 años y que fue una de las principales especies que se integró a la dieta básica de las culturas indígenas.

  - **Morfología**

Planta: anual, de vegetación rápida.

Tallo: Herbáceo de porte erguido, altura de 2 a 3 m. En variedades enanas alcanzan de 30 a 40 cm.

Hojas: Sencilla, lanceolada y acuminadaG1, de tamaño variable según la variedad.

Flores: Amariposada de diversos colores, presentan racimos de 4 a 8, pedúnculos que nacen en las axilas de las hojas y terminan en algunos tallos.

Frutos: Vaina de color, forma y dimensiones variables, disponen de 4 - 6 semillas.

Semilla: Oblonga, arriñonada de muy diversos colores y tamaños, usualmente 1-2 cm.

Raíz: Raíces poco profundas, constituido por raíces secundarias con elevado grado de ramificación.

Fuente: (INATEC - Granos Básicos, 2017).

- **Requerimientos climáticos**

El cultivo del frijol común se ve favorecido por temperaturas entre los 15 y los 27°C y puede tolerar hasta los 29.5°C. Las temperaturas altas (cercanas o superiores a los 35°C) y el estrés hídrico durante la floración y el establecimiento de las vainas ocasionan el aborto de un gran número de inflorescencias e incluso de otras vainas en etapas tempranas de desarrollo.

- **Suelo**

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limoso y franco arcilloso, ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo. Se debe evitar sembrar en suelos ácidos. El pH óptimo para frijol está comprendido entre 6,5 y 7,5 aunque también es tolerante entre 4,5 y 8,2 (MEFCCA - Manual de Granos Básicos).

- **Variedades botánicas nicaragüenses**

Rojo Criollo Nica: Variedad resistente a diferentes condiciones climáticas. Es conocida por su adaptación en todo el país y buen rendimiento. Tiene un color rojo brillante y es popular entre los productores por su estabilidad productiva.

Seda: Apreciada por su suavidad y sabor. Esta variedad requiere condiciones climáticas más estables para obtener altos rendimientos, aunque se adapta bien a diferentes altitudes. No es tan resistente a la sequía como otras variedades, pero su calidad organoléptica es alta.

INTA Cárdenas: Esta variedad es resistente a plagas y enfermedades comunes en el frijol. Está optimizada para climas adversos y ofrece un alto rendimiento, lo que la convierte en una opción atractiva para los agricultores en diversas regiones de Nicaragua.

INTA Rojo: Similar al Rojo Nica, es una variedad mejorada que ofrece alto rendimiento y buena resistencia a plagas. Tiene la ventaja de ser tolerante tanto a la sequía como al exceso de humedad, con un potencial de 20 a 40 quintales por manzana.

INTA Fuerte Sequía: Como su nombre lo indica, esta variedad ha sido desarrollada para resistir la sequía extrema. Tiene un alto rendimiento y es tolerante a condiciones de estrés hídrico.

INTA Nutritivo: Además de un buen rendimiento, esta variedad ha sido desarrollada con un enfoque en el valor nutricional, con niveles mejorados de proteínas, hierro y zinc.

INTA Matagalpa: Diseñada para las condiciones de Matagalpa, esta variedad tiene un alto rendimiento y resistencia a enfermedades. Es especialmente valorada por la calidad de sus granos grandes y uniformes de color rojo.

Frijol blanco: Se caracteriza por su alto rendimiento y calidad nutricional. Se ha desarrollado para ofrecer resistencia a enfermedades comunes del frijol, lo que lo convierte en una opción ideal para diferentes zonas agrícolas del país (INATEC - Granos Básicos, 2017).

- **Abonado**

En este cultivo, en la fase de floración ha llenado de vainas se requiere alta cantidad de fósforo, si ocurre escasez de este nutriente, se caen las flores y vainas de la planta. Las recomendaciones para la fertilización del frijol se basan en el principio que la especie responde a las aplicaciones de fertilizantes preferible con alto contenido de fósforo. Es fijador de nitrógeno.

- **Plagas**

- **Nombre común: Gallina ciega**

Nombre científico: Phyllophaga spp

Tipo de daño: Se alimentan de las raíces, debilitan y matan las plántulas, a menudo se observan en parches bien definidos en el cultivo.

Prácticas de manejo

- ✓ Preparación del suelo 15 días. Las larvas quedan expuestas al sol, las que mueren por insolación o son depredadas por pájaros. También se puede realizar tratamiento al suelo.
- ✓ Es conveniente atrapar los adultos “ronrón” para evitar que pongan huevos. Ellos aparecen durante las primeras lluvias en mayo-junio, son atraídos por la luz.
- ✓ La preparación del suelo mata huevos, larvas y pupas de la gallina ciega, las expone a la radiación solar y a los enemigos naturales.
- ✓ Otra medida efectiva es eliminar las malezas, zacates y plantas hospederas que pueden servir de refugios a la plaga durante el periodo sin cultivos.
- ✓ La práctica de labranza cero ayuda a controlar las Gallinas Ciegas al igual que otros insectos del suelo, debido a los incrementos de los enemigos naturales, hongos, bacterias, nemátodos, etc.
- ✓ Se recomienda, además, tratar la semilla con insecticidas para protegerla durante la germinación y en los primeros estadíos de desarrollo de la planta.

- **Nombre común: Gusano alambre**

Nombre científico: *Agriotes sp*

Tipo de daño: Las plantas se marchites en la base de los tallos, atacan el sistema radículas provocando acame en la planta (doblamiento).

Prácticas de manejo

- ✓ Buena preparación y desinfección del suelo. Aplicar Lorsban 5%G a razón de 15 lb/ mz.
- **Nombre común: Tortuguilla o Malla vaquita**

Nombre científico: Diabrotica balteata

Tipo de daño: El adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas del fríjol, produciendo agujeros irregulares en las hojas y desfoliando las plantas recién germinadas, por lo que las plantas pueden morir si esta desfoliación es severa. La Tortuguilla es transmisor de varios virus entre ellos el Virus del Mosaico Severo del Fríjol.

Prácticas de manejo

- ✓ Buena preparación del terreno rompe el ciclo biológico de insecto, reduciendo las poblaciones de la plaga en las primeras etapas del ciclo de crecimiento de la planta.
- ✓ Eliminación temprana de hospedantes ayuda a disminuir las poblaciones de esta plaga.
- ✓ Evitar siembra de alta incidencia, en el país se ha observada altas incidencias en el ciclo de primera.
- ✓ Tratamiento de la semilla con insecticidas sistémicos para el control en los primeros 20 días.

- **Nombre común: Babosa del frijol**

Nombre científico: Sarasinula plebeia

Tipo de daño: Se alimenta de toda la planta y el mayor daño lo causa por la noche.

Prácticas de manejo

- ✓ El suelo se prepara con una buena arada y rastreada a fin de exponer a los enemigos naturales huevos y adultos de babosa.
- ✓ Las babosas pueden capturarse por la noche a la luz con una linterna, candil u otra luz artificial, matándolas con machete u objeto puntiagudo, cuando las babosas se encuentran activas.
- ✓ Se recomienda la aplicación de cebos envenenados. Se pueden adquirir en tiendas agropecuarias en formulaciones denominadas caracolicidas.
- ✓ Metaldehido 5% y caracolex dosis de aplicación según indicaciones del panfleto.

- **Nombre común: Chicharrita verde**

Nombre científico: Empoasca kraemeri

Tipo de daño: Se alimenta de la hoja del frijol.

Prácticas de manejo

- ✓ La fecha de siembra es un factor muy importante. Las más altas poblaciones del insecto se encuentran durante las épocas secas y durante la canícula.
- ✓ Las poblaciones del Lorito Verde en siembras de fríjol en relevo o intercaladas con maíz, yuca o caña de azúcar, son menores comparadas con las poblaciones en siembras de monocultivo.
- ✓ La siembra de fríjol entre malezas quemadas anteriormente con herbicidas reduce la infestación durante las primeras semanas del crecimiento.
- ✓ Las avispas del género Anagyrus sp. actúan como enemigos naturales. Esta avispa puede parasitar hasta el 80% de los huevos.

- ✓ Con respecto al control químico es necesario considerar los niveles de daño económico, las épocas críticas de control y el estado de desarrollo del cultivo (la floración es la etapa más susceptible de la planta).

- **Nombre común: Mosca blanca**

Nombre científico: Bemisia tabaci Helicotylenchus, Meloidogyne

Tipo de daño: Infecta a la planta con virus del mosaico dorado, hojas se ponen amarillas, no forman vainas y no producen granos.

Prácticas de manejo:

- ✓ La resistencia de variedades de frijol al Virus del Mosaico Dorado al parecer es la única opción en el mejoramiento genético en el control del complejo Mosca Blanca y virus.
- ✓ El uso de extractos acuosos de semillas machacadas de Nim, en dosis de 450-600 gr (1- 1.3 libras) por bomba de 4 galones de agua, repele los adultos y controla las ninfas de la mosca blanca.
- ✓ La aplicación de aceite vegetal (10 cc por litro de agua) en combinación con jabón de barra (base de hidróxido de sodio) disuelto en agua.
- ✓ Evite sembrar en época seca cuando las poblaciones de la plaga son altas.
- ✓ Elimine las plantas viróticas al presentar los primeros síntomas.
- ✓ Utilice barreras vivas de maíz, sorgo y otros, ubicadas en sentido perpendicular a la dirección del viento.
- ✓ Destruya las malezas hospederas de la plaga y del virus en y alrededor del cultivo.
- ✓ Utilice un buen programa de fertilización.
- ✓ El control químico eventualmente puede formar parte, pero no es indispensable en un programa de manejo integrado de plagas.
- ✓ Imidacloprind a razón de 20gr/ bombada.

- **Nombre común: El picudo de la vaina**

Nombre científico: Apion godmani Wang

Tipo de daño: Ataca, de preferencia en las épocas lluviosas durante la etapa de floración y formación de vainas. El nivel de daño en los granos de las vainas puede llegar hasta el 90%.

Prácticas de manejo

- ✓ Se usa el sistema de manta, que consiste en poner un saco de polietileno de color blanco entre los dos surcos de frijol teniendo cuidado de no mover las plantas, ya que el picudo se deja caer al suelo.
- ✓ Sembrar las variedades mejoradas, que presentan resistencia al ataque de este insecto.
- ✓ Incorporar los rastrojos al suelo o usarlos para la elaboración de aboneras orgánicas.
- ✓ Eliminar las malezas, especialmente de leguminosas.
- ✓ Evitar siembras escalonadas.
- ✓ Uniformar las siembras por zona.

- **Nombre común: Gorgojos**

Nombre científico: Zabrotes subfasciatus, Acanthoscelides obtectus

Tipo de daño: Causan daños una vez que los granos están listos para cosechar o estando almacenados. Las larvas pasan por cuatro estadíos y empupan dentro de los granos, dejando "ventanas" circulares visibles para poder salir los adultos ya formados. Ambas especies de escarabajos en estado de larva o de adulto se alimentan de los granos (perforan y se alimentan de los cotiledones y embrión), provocando pérdidas importantes tanto en la cantidad como en la calidad del grano.

Prácticas de manejo

- ✓ Almacenar y secar las semillas hasta que contengan un bajo porcentaje de humedad.

- ✓ Limpiar las paredes y pisos del almacén o bodega, destruyendo los residuos de la cosecha anterior.
- ✓ Guardar el frijol seco en la vaina (secado al sol) reduce la infestación (para ambas especies).
- ✓ Guardar el frijol sin basura o el frijol limpio pero tratado previamente con aceite vegetal que impida o dificulte la movilidad de los gorgojos.
- ✓ Almacenar a temperaturas inferiores a los 10 °C afecta el crecimiento y reproducción de los insectos.
- ✓ Voltear frecuentemente los frijoles mientras se secan y permanecen almacenados puede ayudar a controlar las poblaciones de gorgojos.
- ✓ Se puede almacenar la semilla mezclada con ceniza (práctica común en países tropicales) o arena.
- ✓ Aplicar dos pastillas de fosfuro de aluminio (fosfamina) (producto restringido por ley) por estañón o silo, tapando bien el recipiente.
- ✓ Uso del dióxido de carbono (CO_2) Ver sección y almacenamiento.

Fuente: (Ing. Escoto, 2004).

- ➢ **Enfermedades**

Tabla 6. Enfermedades del cultivo de frijol

Nombre común	Nombre científico
Mustia hilachosa	▪*Thanatephorus cucumeris* ▪*Rhizoctonia solani Kühn*
Tizón común o requema amarilla	▪*Xanthomonas axonopodis; sin.* ▪*Xanthomonas campestris*
Anthracnosis	▪*Colletotrichum lindemuthianum*
Mancha Angular	▪*Phaeoisariopsis griseola*

Nombre común	Nombre científico
Roya	▪*Uromyces appendyculatus*
Virus del mosaico común del frijol	▪*VMCF* *Puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía mecánica, por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo.*
Virus del Mosaico Dorado del frijol	▪*VMDF* ▪*Es transmitida por el insecto Mosca Blanca (Bemisia Tabaci) (la enfermedad no se trasmite por semilla)*
Virus del Mosaico Severo del fríjol	▪*VMSF* ▪*Es transmitida por especies de coleópteras de los géneros Diabrótica, Cerótoma y Epilachna.*

Fuente: (Ing. Escoto, 2004).

- **Cosecha**

Se determina su periodo de cosecha con los siguientes criterios: (INATEC - Granos Básicos, 2017).

- ✓ Madurez fisiológica de la planta: cambio de color de follaje (de verde a amarillo), cambio de color de epidermis de las vainas (de verde a rojo, morado o blanco, según la variedad utilizada).
- ✓ Destino de la producción (mercado interno o externo, consumo seco: grano y semilla).

- **Calidad**

Se debe eliminar el contenido de impurezas (rastrojos, hojas, pedazos de semillas, etc.) y de materias extrañas (semillas de otras especies, tierra, piedras, etc.). Esta operación se realiza de forma manual, con zaranda o con máquinas para limpieza y clasificación de granos.

El exceso de impureza influye en forma negativa en la conservación de los productos almacenados, estos absorben humedad del medio que las rodea y tienden a humedecer las semillas, además de ser un medio favorable para el desarrollo de insectos y microorganismos. En el caso del frijol rojo, el tamaño y la apariencia debe ser color rojo uniforme, en el rango de 9 – 12 mm, grano entero, limpio y libre de humedad.

Análisis organolépticos: el color debe ser rojo intenso (color característico), olor característico, sabor característico (MEFCCA - Manual de Granos Básicos).

- **Cultivo de Ayote**

  - **Taxonomía**

Familia: Curcurbitaceae

Nombre científico: Cucurbita Moschata L

Origen: Generalmente se estima que el ayote (Cucúrbita máxima) surgió del centro de biodiversidad de América del Sur. En cuanto a las cuatro otras especies de ayote normalmente usadas por el nombre: Cucúrbita pepo, Cucúrbita moschata, Cucúrbita ficifolia y Cucúrbita argyrosperma, éstas se consideran han sido domesticadas en Centroamérica sin que la certeza de este origen sea absoluta La cucúrbita sp es quizás uno de los cultivos cuya presencia a lo largo de la historia de los pueblos americanos la han convertido en un alimento tradicional.

- **Morfología**

Planta: El ayote es una planta herbácea anual, rastrera, sin espinas.

Tallo: Pentagonal, sin espinas, sobre éste se desarrollan tallos secundarios que llegan a atrofiarse si no se realiza una poda para que ramifique a dos o más brazos.

Hojas: Las hojas son acorazonadas con manchas blancas entre las nervaduras, palmeada, de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado. El haz es glabro y el envés áspero y está recubierto de fuertes pelos cortos y puntiagudos a lo largo de las nerviaciones.

Flores: La floración es monoica, por lo que en una misma planta coexisten flores masculinas y femeninas. Son solitarias, vistosas, axilares, grandes y acampanadas. El cáliz es zigomorfo y consta de 5 sépalos verdes y puntiagudos.

Frutos: Pepónide carnosa, unilocular, sin cavidad central, de color verde y variable, liso, estriado, reticulado, etc. Se recolecta aproximadamente cuando se encuentra a mitad de su desarrollo.

Semillas: Las semillas son generalmente de color blanco amarillento, crema ovalada, puntiagudas y lisas. Es una planta que tiene su raíz principal y raíces adventicias en los nudos que ayudan a fijar la planta al suelo. Las ramificaciones son muy expansivas y llegan a cubrir un diámetro hasta de 6 m.

Raíz: Constituido por una raíz principal axonomorfa, que alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, las cuales se extienden superficialmente. Pueden aparecer raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando se ponen en contacto con tierra húmeda (InfoAgro.com - El cultvio del Calabacín).

- **Requerimientos climáticos**

El ayote resiste bien al calor y a la falta temporal de agua, pero no soporta heladas. Estos se desarrollan bien en clima cálido con temperaturas de 18 a 25°C máximo 32°C, para una adecuada germinación de la semilla la temperatura del suelo debe

ser de 15°C. El correcto desarrollo se garantiza con humedad relativa entre 65 y 80%. El ayote requiere buena intensidad de luz para estimulación a la fecundación de las flores. Este cultivo se adapta desde 800 hasta 1800 msnm. No soporta inundaciones, debe de haber buen sistema de drenaje.

- **Suelo**

Los suelos aptos para el cultivo de esta especie son los livianos (franco-arenosos, franco-limosos, franco-arcillosos), bien drenados, con buena fertilidad natural y buena cantidad de materia orgánica. El balance de los nutrientes esenciales es muy importante para el desarrollo normal del cultivo. El pH adecuado es de 5.5 a 6.8. No tolera los suelos inundados, especialmente en la etapa de producción de frutos. (MEFCCA - Manual de Cultivo de Cucurbitáceas).

- **Variedades botánicas nicaragüenses**

Ayote Carreta: Es una semilla de producción nacional, conocido como Ayote cuarenteño, su tallo puede llegar a extenderse hasta 5 mts. Se adapta a altitudes de 0 hasta 1000 msnm. Alcanzan la madurez entre los 90 y 120 días después de la siembra.

Ayote Tamal: Es una semilla de producción nacional, llamado ayote tamalito, con distancia de siembra de 3.5 m x 3.5 m, esto por las guías que pueden llegar a extenderse hasta 6 mts. Fruta de cáscara gruesa y endurecida cuando está madura.

Fuente: (MEFCCA - Manual de Cultivo de Cucurbitáceas).

- **Abonado**

Al momento de la siembra o trasplante se recomienda aplicar bocashi a razón de 15 quintales por manzana y fertilizante 12-30-10 a razón de 2 quintales por manzana. Durante el desarrollo del cultivo se pueden realizar aplicaciones foliares utilizando melaza a razón de 0.7 litros por manzana (60 cc por bomba de 20 litros) semanalmente. La fertilización se puede complementar utilizando bioles a razón de

3 litros por manzana cada 8 días como energizante para promover el desarrollo foliar del cultivo (INTA - Recomendaciones para la producción de Ayote, 2018).

Se recomienda:

- ✓ A la siembra: 10 grs 10-30-10 /planta.
- ✓ A los 15 días: 10 grs 10-30-10 /planta.
- ✓ A los 25 días: 10 grs 10-30-10 /planta.
- ✓ A los 35 días: 10 grs 15-03-31 /planta.
- ✓ A los 45 días: 10 grs 15-03-31 /planta.
- ➢ **Plagas**

- **Nombre común: Barrenador de frutos y guías**

Nombre científico: Diaphania nitidalis

Tipo de daño: Son gusanos verdes que perforan guías, flores y frutos, pudiendo causar una gran disminución en el rendimiento.

Prácticas de manejo

- ✓ Control biológico: Introducción de enemigos naturales como avispas parasitoides (Trichogramma), que atacan los huevos de esta plaga.
- ✓ Rotación de cultivos: Evitar la siembra consecutiva de cultivos que hospeden a este insecto para interrumpir su ciclo de vida.
- ✓ Uso de extractos naturales: Aplicar soluciones de neem o ajo, que tienen propiedades repelentes.
- ✓ Barreras físicas: Utilizar mallas o coberturas sobre las plantas para evitar que las polillas pongan sus huevos.
- ✓ Intercalado de cultivos: Sembrar cultivos que no sean hospedadores del barrenador junto con los principales para confundir a la plaga.
- ✓ Feromonas sexuales: Instalar trampas con feromonas para atraer y capturar a los adultos.

- ✓ Control químico: Imidacloprid: Actúa por contacto y sistemáticamente. Lambda-cihalotrina: Eficaz para el control de plagas en cultivos, aplicación; Se recomienda aplicar durante la fase de crecimiento del cultivo y repetir cada 10-14 días si es necesario.

- **Nombre común: Gusanos de tierra**

Nombre científico: Feltia sp, Agrotis ipsilon

Tipo de daño: Son gusanos cortadores que salen en las noches y muerden el cuello de la planta.

Prácticas de manejo

- ✓ Trampas de luz: Colocarlas cerca de los cultivos para atraer a los gusanos adultos y reducir la población.
- ✓ Control mecánico: Remover manualmente los gusanos durante las primeras horas de la noche cuando están activos.
- ✓ Acolchado orgánico: Utilizar mantillo de paja para dificultar la movilidad de las larvas en la superficie.
- ✓ Control biológico adicional: Uso de hongos entomopatógenos como Beauveria bassiana o Metarhizium anisopliae para atacar a los gusanos en sus etapas larvales.
- ✓ Siembra en surcos elevados: Disminuir la incidencia del ataque al elevar los cultivos sobre camas o surcos más altos, lo que dificulta el acceso de las larvas al cuello de la planta.
- ✓ Trampas cebadas: Colocar trampas cebadas con alimento húmedo (como salvado) en los alrededores del cultivo para atraer y eliminar los gusanos.
- ✓ Control químico: Clorpirifos: Eficaz contra diferentes tipos de larvas. Bacillus thuringiensis (Bt): Insecticida biológico, seguro para el medio ambiente.

- **Nombre común: Mosca blanca**

Nombre científico: Bemisia tabaci, Aleurotrachelus trachoides

Tipo de daño: Viven generalmente en el envés de las hojas succionando la savia, con lo que debilitan a la planta y pueden transmitir virus.

Prácticas de manejo

- ✓ Control biológico: Introducir depredadores naturales como mariquitas (Coccinellidae) y crisopas (Chrysoperla), que se alimentan de las moscas blancas.
- ✓ Cobertura vegetal: Cultivar plantas trampa o barreras vivas que alejen la plaga del cultivo principal.
- ✓ Infusiones naturales: Usar preparaciones de ajo, cebolla o ajenjo, que tienen efectos repelentes sobre la mosca blanca.
- ✓ Consorcios de plantas repelentes: Intercalar cultivos con plantas que actúan como repelentes naturales, como albahaca o caléndula.
- ✓ Aplicación de jabón potásico: Rocíar soluciones de jabón potásico sobre las hojas para eliminar las moscas adultas y sus huevos sin afectar la planta.
- ✓ Polinización diversificada: Mantener áreas con plantas nativas para atraer polinizadores y depredadores naturales de la mosca blanca.
- ✓ Control Químico: Acetamiprid: Actúa sobre los adultos y ninfas. Espinosad: Insecticida biológico que controla efectivamente a la mosca blanca. Repetir cada 7-14 días, especialmente en condiciones cálidas.

- **Nombre común: Mosca minadora**

Nombre científico: Liriomyza huidobrensis

Tipo de daño: Las larvas de esta mosca se alimentan dentro de las hojas debilitando a la planta.

Práctica de manejo

- ✓ Control biológico: Liberar avispas parasitoides como Diglyphus isaea, que atacan las larvas de la mosca minadora.
- ✓ Eliminación manual: Retirar y destruir hojas afectadas por galerías antes de que la plaga complete su ciclo.
- ✓ Uso de trampas cromáticas: Instalar trampas adhesivas amarillas para capturar adultos y monitorear su población.
- ✓ Extractos botánicos: Aplicar soluciones a base de neem o piretro, que son repelentes naturales.
- ✓ Cobertura de suelo viva: Usar cultivos de cobertura para reducir la actividad de las moscas minadoras en la zona.
- ✓ Podas selectivas: Realizar podas tempranas de hojas afectadas para disminuir la población larval.
- ✓ Control Químico: Abamectina: Muy efectiva contra las larvas de la mosca minadora. Imidacloprid: También puede ser útil para el control de adultos.

- **Nombre común: Nemátodos**

Nombre científico: Meloidogyne incognita

Tipo de daño: Organismos microscópicos que causan deformación de raíces, provocando menor crecimiento y rendimiento; permanece durante muchos años en el suelo y en otras plantas hospederas.

Prácticas de manejo

- ✓ Solarización del suelo: Cubrir el suelo con plástico transparente y exponerlo al sol por varias semanas, lo que reduce la población de nematodos.
- ✓ Biofumigación: Incorporar materia orgánica rica en glucosinolatos (como la mostaza) para generar gases tóxicos para los nematodos.
- ✓ Rotación de cultivos: Implementar rotaciones con cultivos no hospedantes o que sean resistentes a los nematodos.

- ✓ Uso de plantas antagonistas: Incorporar plantas como Tagetes spp. (caléndula) o Crotalaria juncea que reducen las poblaciones de nematodos en el suelo.
- ✓ Compost de alta calidad: Aplicar compost maduro y bien fermentado, que contiene microorganismos antagonistas de los nematodos.
- ✓ Control mediante biochar: Añadir biochar al suelo para mejorar la estructura y reducir el impacto de nematodos.
- ✓ Control Químico: Fosthiazate: Eficaz contra nemátodos de raíz. Nematicidas a base de extractos naturales: Como el aceite de neem. Incorporar al suelo antes de la siembra.

- **Nombre común: Barrenador del cuello**

Nombre científico: Melittia pauper

Tipo de daño: La larva penetra por el cuello de la planta donde empieza a alimentarse y desarrollarse, causando un hinchamiento o tumor en la planta, la cual se debilita, produce menos y puede llegar a morir.

Prácticas de manejo

- ✓ Control cultural: Remover y destruir las plantas infestadas para evitar que la plaga se propague.
- ✓ Uso de trampas: Colocar trampas feromonales para atraer y capturar los adultos machos, interrumpiendo su ciclo reproductivo.
- ✓ Bioinsecticidas: Aplicar preparados a base de Bacillus thuringiensis (Bt) para el control de larvas antes de que penetren la planta.
- ✓ Cosechas tempranas: Cosechar los frutos antes de que las larvas alcancen su tamaño máximo y causen mayores daños.
- ✓ Control cultural intensivo: Desenterrar las plantas al final de la temporada para destruir las pupas que podrían invernar en el suelo.
- ✓ Aplicación de ceniza de madera: Colocar ceniza alrededor del tallo para disuadir el ataque de las larvas cuando intentan penetrar el cuello de la planta.

- ✓ Control Químico: Carbofurano: Controla larvas que dañan las raíces. Thiametoxam: Para el control sistemático. Aplicación: Aplicar en el momento de la siembra y repetir según sea necesario (Turrialba, Arce Achí, & (MAG), 2013).

- ➢ **Enfermedades**

Tabla 7. Enfermedades del cultivo de ayote

Nombre común	Nombre científico
Marchitez	▪*Fusarium spp, Verticillium* spp.
Chupadera	▪*Pythium* spp, *Phytophtora* spp
Mildiú	▪*Pseudoperonospora cubensis*
Oidiosis	▪*Erysiphe cichoracearum*
Pudrición blanda de los frutos	▪*Pythium* spp
Virosis	▪*Cucumber mosaic virus (CMV)*

Fuente: (Turrialba, Arce Achí, & (MAG), 2013).

- ➢ **Cosecha**

Los ayotes alcanzan la madurez entre los 90 y 120 días después de la siembra. Cuando los frutos están maduros, la cáscara está dura, el pedúnculo del fruto empieza a rajarse y secarse, la mancha basal del fruto cambia de blanco a amarillo.

- ➢ **Calidad**

La limpieza de cosecha consiste en suprimir y seleccionar los frutos que no presenten daños de enfermedades, malformaciones o crecimiento excesivo. (InfoAgro.com - El cultvio del Calabacín).

Los Ayotes de todas las categorías deben presentar las siguientes características:

- ✓ Enteros.
- ✓ Consistentes.
- ✓ Sanos, se excluirán los productos atacados por podredumbres o alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- ✓ Limpios, exentos de materias extrañas visibles.
- ✓ Exentos de daños producidos por parásitos.
- ✓ Desprovistos de restos florales.
- ✓ Exentos de deformaciones y sin curvaturas anormales de los dedos.
- ✓ Exentos de magulladuras.
- ✓ Exentos de daños causados por temperaturas bajas.
- ✓ Exentos de humedad exterior anormal.
- ✓ Exentos de olores o sabores extraños.

- **Cultivo de Pipian**

  - ➢ **Taxonomía**

Familia: Cucurbitácea

Nombre científico: Cucúrbita angyrosperma

Origen: Es un cultivo muy común en América Latina y Centroamérica, su fruto es consumido por la población debido a su valor nutritivo y sus hojas puede ser utilizada para la alimentación humana, de su fruto se elabora guisados, sopas, fritos como pecosones para acompañar la comida.

  - ➢ **Morfología**

Planta: La planta se caracteriza por tener un tallo rastrero que se poda mediante la eliminación de la yema apical, las guías pueden alcanzar longitud de 3 a 4 m², su ciclo de vida es de 3 a 5 meses, su cosecha se inicia desde los 55 días hasta los 150 días, que es cuando obtiene la mayor producción para el consumo fresco y son exhibidas en los puestos de mercados (INATEC - Cultivos de Hortalizas, 2018).

Tallo: Cilíndrico, grueso, de superficie pelosa, áspera al tacto y con entrenudos cortos desarrollando tallos secundarios.

Hojas: Palmeada, de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado.

Flores: Monoica (masculinas y femeninas), solitarias, vistosas de color amarillo, axilares, grandes y acampanadas.

Frutos: Alargados elípticos o redondo, sin cavidad central, de color variable, de piel lisa, estriado, estructura interna reticular.

Semilla: Color blanco - amarillento, forma ovaladas, puntiagudas y lisas.

Raíz: Adventicias en los entrenudos de los tallos

- **Requerimientos climáticos**

Se desarrolla en zonas con climas cálidos y algo secos con temperaturas entre los 13 y 30° C, aunque su rango optimo esta entre los 22 y 32° C. Estas plantas son tolerantes de altas temperaturas y son sensibles a condiciones templadas.

La germinación de la semilla depende inicialmente de las reservas que contenga. La humedad relativa atmosférica ideal oscila entre el 65 y el 80%; humedades relativas más altas favorecen el desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación.

Es una planta muy exigente en luminosidad, por lo que a una mayor insolación repercutirá directamente en un aumento en la producción de frutos. (CONABIO - Cushaw).

- **Suelo**

El cultivo de pipián se adapta a distintos tipos de suelos como: franco arcilloso, franco arenoso, pH 6,0 a 7,5, suelos fértiles, ricos en materia orgánica, profundos y bien drenados, con estas condiciones se obtienen buenos rendimientos. Se puede cultivar en suelos planos y en zona de laderas hasta 1000 msnm. No tolera temperaturas bajas ni la sombra de aquí que se desarrolla muy bien en el trópico seco aprovechando la estación lluviosa (seis meses).

Para el cultivo del pipián se recomiendan suelos de color oscuros que son ricos en materia orgánica, fértiles y sueltos Para realizar la siembra, el suelo debe de estar bien limpio de malezas. Con suficiente humedad, por lo menos que hayan caído tres lluvias y humedecido el suelo a una profundidad de unos 10 a 12 centímetros, evitar el encharcamiento. Durante el desarrollo y el llenado del fruto es indispensable que no le falte agua, haciendo uso de riego complementario. Antes de la siembra se debe hacer recuentos de plagas de suelo para evitar el bajo porcentaje de emergencia o daños en las plantas, este se realiza ubicando 5 hoyos de un pie cuadrado por 15 cm de profundidad distribuidos en la parcela. Si se encuentra una o más de plaga se deben de tomar medidas de control. (INTA - Recomendaciones para la producción de Pipian, 2018).

- **Variedades botánicas nicaragüenses**

Criollas: Son propias de la zona, seleccionadas por los agricultores por sus preferencias en sabor, color, forma y tamaño. De crecimiento indeterminado o de guía.

Pipian garsa: Pipianes con rayas color claro o blanco y con cuello alargado o curvado.

Clarita, Tala, Lolita (Introducidas): Híbridos provenientes de casas productoras de semillas. Con frutos cilíndricos, pulpa blanca cremosa de 10 a 20 cm de longitud, color verde, algunos con puntos blancos, rayas amarillas con diámetros de 10 a 15 cm. Son de mayor producción y más precoces para la fructificación.

Fuente: (INATEC - Cultivos de Hortalizas, 2018).

- **Abonado**

Es importante que los productores conozcan la fertilidad de sus suelos para realizar un buen plan de fertilización en sus cultivos.

- ✓ Al momento de la siembra se recomienda aplicar Bocashi a razón de 15 quintales por manzana y fertilizante 12-30-10 a razón de 2 quintales por manzana. El bokashi aporta al suelo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio principalmente.

- ✓ Durante el desarrollo del cultivo se pueden realizar aplicaciones foliares utilizando melaza a razón de 0.7 litros por manzana (60 cc por bomba de 20 litros) semanalmente cada 5-6 días. El uso de melaza estimula la polinización, al mismo tiempo es un energizante para la planta y estimula la presencia de insectos benéficos.

- ✓ Al momento de floración se recomienda aplicar 1 quintal de urea para ayudar a la coloración y consistencia del fruto. La fertilización se puede complementar utilizando bioles a razón de 3 litros por manzana cada 8 días como energizante para promover el desarrollo foliar del cultivo. (INTA - Recomendaciones para la producción de Pipian, 2018).

- **Plagas**

- **Nombre común: Gallina Ciega**

Nombre científico: Phyllophaga spp

Tipo de daño: Se alimentan de las raíces, y las plantas se secan.

Prácticas de manejo

- ✓ Preparación del suelo 15 das. Las larvas quedan expuestas al sol, las que mueren por insolación o son depredadas por pájaros. También se puede realizar tratamiento al suelo.
- ✓ Es conveniente atrapar los adultos “ronrón” para evitar que pongan huevos. Ellos aparecen durante las primeras lluvias en mayo-junio, son atraídos por la luz, lo que se puede aprovechar para colocar en el terreno, durante la noche, trampas de luz de fabricación caseras, con candiles o mecheros, sostenidas en un trípode, con un recipiente con agua jabonosa puesto en el suelo donde caen atrapados.
- ✓ La preparación del suelo mata huevos, larvas y pupas de la gallina ciega, las expone a la radiación solar y a los enemigos naturales. Las aves realizan un control excelente durante la preparación de suelo, ya que, al voltearse la capa arable, las larvas son descubiertas y expuestas al ataque de los pájaros.
- ✓ Otra medida efectiva es eliminar las malezas, zacates y plantas hospederas que pueden servir de refugios a la plaga durante el periodo sin cultivos. Se recomienda rotar con leguminosas de cobertura como la Canavalia y la Mocuna porque estas ahuyentan y reducen las poblaciones de Gallina Ciega.
- ✓ La práctica de labranza cero ayuda a controlar las Gallinas Ciegas al igual que otros insectos del suelo, debido a los incrementos de los enemigos naturales, hongos, bacterias, nemátodos, etc.
- ✓ Se recomienda, además, tratar la semilla con insecticidas para protegerla durante la germinación y en los primeros estadíos de desarrollo de la planta.

Los insecticidas sistémicos han dado mejores respuestas que los de contacto.

- **Nombre común: Nemátodos**

Nombre científico: Meloidogyne Spp

Tipo de daño: Daño radicular

Prácticas de manejo

- ✓ Semillas de Neem triturada.0.5 oz por hoyo. Vidate 1.5 L/mz.
- ✓ Solarización del suelo: Cubrir el suelo con plástico transparente y exponerlo al sol por varias semanas, lo que reduce la población de nematodos.
- ✓ Biofumigación: Incorporar materia orgánica rica en glucosinolatos (como la mostaza) para generar gases tóxicos para los nematodos.
- ✓ Rotación de cultivos: Implementar rotaciones con cultivos no hospedantes o que sean resistentes a los nematodos.
- ✓ Uso de plantas antagonistas: Incorporar plantas como Tagetes spp. (caléndula) o Crotalaria juncea que reducen las poblaciones de nematodos en el suelo.
- ✓ Compost de alta calidad: Aplicar compost maduro y bien fermentado, que contiene microorganismos antagonistas de los nematodos.
- ✓ Control mediante biochar: Añadir biochar al suelo para mejorar la estructura y reducir el impacto de nematodos.
- ✓ Control Químico: Fosthiazate: Eficaz contra nemátodos de raíz. Nematicidas a base de extractos naturales: Como el aceite de neem. Incorporar al suelo antes de la siembra.

- **Nombre común: Minadores**

Nombre científico: Liriomyza trifolii, L. huidobrensis

Tipo de daño: Forman galerías en las hojas y en ataques severos, la planta queda débil.

Prácticas de manejo

- ✓ Cultural: rotación de cultivos.
- ✓ Químico: aplicaciones Alfa cipermetrin 5% 1.5 L/mz e Imidacloprid 20% 1 L/mz. Abamectina 30 mL/20 L de agua. Aceite de Neem 1 L/mz.

- **Nombre común:** Mosca blanca

Nombre científico: Trialeurodes vaporariorum

Tipo de daño: Menor vigor y hojas cubiertas de mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la sabia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. Hojas amarillentas y se caen. Se desarrolla un hongo semejante al Tizón en las hojas cubiertas del rocío viscoso.

Prácticas de manejo

- ✓ Mesclar cebolla, chile y ajo en 20 L de agua. Aplicar cada 5 días mientras dure el problema. Trampas amarillas.
- ✓ Control biológico: Introducir depredadores naturales como mariquitas (Coccinellidae) y crisopas (Chrysoperla), que se alimentan de las moscas blancas.
- ✓ Cobertura vegetal: Cultivar plantas trampa o barreras vivas que alejen la plaga del cultivo principal.
- ✓ Infusiones naturales: Usar preparaciones de ajo, cebolla o ajenjo, que tienen efectos repelentes sobre la mosca blanca.
- ✓ Consorcios de plantas repelentes: Intercalar cultivos con plantas que actúan como repelentes naturales, como albahaca o caléndula.
- ✓ Aplicación de jabón potásico: Rocíar soluciones de jabón potásico sobre las hojas para eliminar las moscas adultas y sus huevos sin afectar la planta.
- ✓ Polinización diversificada: Mantener áreas con plantas nativas para atraer polinizadores y depredadores naturales de la mosca blanca.

- ✓ Control Químico: Acetamiprid: Actúa sobre los adultos y ninfas. Espinosad: Insecticida biológico que controla efectivamente a la mosca blanca. Repetir cada 7-14 días, especialmente en condiciones cálidas.

- **Nombre común: Pulgones**

Nombre científico: Myzus persicae

Tipo de daño: Succionan la savia a la planta.

Prácticas de manejo

- ✓ Cultural: variedades resistentes.
- ✓ Químico: Confidor 70 WG 15 - 25 g/100 L de agua.

- **Nombre común: Perforador del fruto**

Nombre científico: *Diaphania nitidalis*

Tipo de daño: Las larvas infestan los frutos, bajando de manera drástica el rendimiento cuando no se efectúa ninguna clase de control, ya que daña su valor comercial reduciendo la calidad o destruyendo por completo los frutos.

Prácticas de manejo

- ✓ Eliminar los residuos de cosecha.
- ✓ Sembrar variedades o híbridos precoces porque pueden escapar a una alta población del insecto.

Fuente: (INATEC - Cultivos de Hortalizas, 2018).

➢ **Enfermedades**

Tabla 8. Enfermedades del cultivo de pipián

Nombre común	Nombre científico
Mildiu polvoriento	▪*Erysiphe* ▪*cichoracearum*

Nombre común	Nombre científico
Mildiu lanoso	▪*Plasmopara viticola*
Tizón gomoso	▪*Didymella bryoniae*

Fuente: (INATEC - Cultivos de Hortalizas, 2018).

- **Cosecha**

Las variedades criollas inician su producción alrededor de los 40 a 45 días después de la floración. La recolección se debe realizar haciendo cortes entre 2 a 3 días de intervalo, obteniendo de 10 a 14 frutos por planta, utilizando tijeras de podar. Una vez cortado, deben ser puestos a la sombra para evitar su deshidratación en canastos o en cajas plásticas para su traslado a los puntos de venta.

- **Calidad**

La limpieza de cosecha consiste en suprimir y seleccionar los frutos que no presenten daños de enfermedades, malformaciones o crecimiento excesivo. (InfoAgro.com - El cultvio del Calabacín).

Los Pipianes de todas las categorías deben presentar las siguientes características:

- ✓ Enteros.
- ✓ Consistentes.
- ✓ Sanos, se excluirán los productos atacados por podredumbres o alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- ✓ Limpios, exentos de materias extrañas visibles.
- ✓ Exentos de daños producidos por parásitos.
- ✓ Desprovistos de restos florales.
- ✓ Exentos de deformaciones y sin curvaturas anormales de los dedos.
- ✓ Exentos de magulladuras.

- ✓ Exentos de daños causados por temperaturas bajas.
- ✓ Exentos de humedad exterior anormal.
- ✓ Exentos de olores o sabores extraños.

5.7. Granja avícola

Las gallinas y los pollos son animales sensibles e inteligentes, muy sociables, individuos a quienes les gusta pasar el día limpiándose y acicalando sus plumas, picoteando, tomando el sol o dándose baños de arena. Capaces de vivir entre 10 a 15 años en libertad, siendo una de las mayores especies explotadas en el mundo por su rápido crecimiento. La avicultura en Nicaragua juega un papel importante en la producción de alimentos de alta calidad nutritiva como es la carne de pollo y huevos ricos en proteína.

De las aves se obtiene el 10% de toda la producción agropecuaria, obteniendo en el proceso industrial plumas y sangre para fabricar harinas. Las partes comestibles se emplean en la alimentación animal; la gallinaza se emplea como abono orgánico, alimento para ganado vacuno; los huevos se utilizan para fabricar vacunas y colorantes (INATEC - Manejo Productivo y Reproductivo en Porcinos y Aves, 2017).

- **Alimentación**

La alimentación de las aves debe incluir fuentes adecuadas de energía y proteínas por ser nutrientes vitales para su desarrollo normal. Los alimentos que se pueden utilizar como fuentes de energía son principalmente los granos de cereales (maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo, cebada o quinoa). También se pueden utilizar subproductos como el salvado de maíz, de trigo o pulido de arroz, aunque su empleo debe ser limitado, por contener mucha fibra.

Proteínas: Se pueden emplear como fuentes de proteínas el gluten de maíz y la alfalfa molida (la limitación de esta fuente es su alto contenido en fibra). Sin embargo, las mejores fuentes de proteínas son las de origen animal como la harina de pescado, de carne, de hueso o de sangre.

Alimentación de los pollitos: Se deben colocar los comederos de tal forma que uno de los extremos quede muy cerca de la fuente de calor. Además de colocar el alimento en los comederos, éste se lo debe colocar en el suelo, sobre hojas de papel, para que los pollitos aprendan a comer.

Es una buena costumbre dar a los pollitos una mezcla de sémola, maíz blanco, quinoa, trigo bien molido mezclado con agua y un poco de pasta de soja o de alguna oleaginosa. En esta etapa los pollitos pueden alimentarse con restos de comida de la mesa familiar, pasto, hojas de verduras y semillas cocidas de arvejas, habas, soja, lombrices u otros insectos del huerto.

Alimentación de gallinas: Cuando no es posible disponer de un alimento balanceado comercial se puede dejar que las aves se nutran de plantas tiernas que proveen algunos nutrientes; en caso contrario, es conveniente proporcionarles una ración de media libra de grano de maíz, de trigo u otros cereales, por día, por cada diez gallinas. Se debe mantener una ración molida o entera al alcance de las aves a toda hora, a fin de que la molleja o buche de las aves se acostumbre a un ritmo de funcionamiento constante.

En la alimentación de las aves, también se pueden utilizar las sobras de la mesa, productos del huerto, o leche sobrante para ayudar a reducir el costo de la alimentación; sin embargo, estos productos no deben considerarse como la única fuente de alimentos.

La incorporación de vitaminas en la dieta de las aves adultas se puede lograr mediante la provisión de hojas de acelga, lechuga, zanahoria u otras hortalizas. En épocas más secas y frías del año tal vez se deba comprar un poco de semillas de

soja, algodón u otros cereales como maíz, sorgo o trigo para cubrir las deficiencias nutricionales estacionales, principalmente durante el invierno.

Se deben evitar los alimentos de sabor fuerte como la cáscara de papa cruda que además es venenosa. Si se alimenta con leche, es recomendable usar un recipiente de plástico o vidrio para tal fin.

Los patos, pavos y gansos se crían con el mismo tipo de alimento, molido o entero. Estas aves, a partir de las cuatro a seis semanas de edad, pueden consumir grandes cantidades de pasto. El uso de pasto tierno reduce considerablemente la cantidad de alimento balanceado.

Suministro de agua: Para que las aves se mantengan sanas y productivas necesitan abundante agua limpia y fresca durante todo el día. Se debe calcular que 10 gallinas consumirán aproximadamente entre dos y tres litros diarios de agua. Es de suponer que, debido al calor, durante el verano, el consumo del agua aumente considerablemente (FAO, Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares, 2000).

5.8. Apicultura

Es la actividad dedicada a la crianza de abejas y a prestarles los cuidados necesarios con el objetivo de obtener insumos y consumir los productos que son capaces de elaborar y recolectar. El principal producto obtenido en esta actividad es la miel (FAO & Bradbear, 2005).

5.8.1. Beneficio de la apicultura

La apicultura produce un buen número de beneficios (FAO & Bradbear, 2005):

- ✓ La polinización de las plantas en flor, salvajes o cultivadas es indispensable para que la vida continúe sobre la tierra.
- ✓ Este proceso esencial es de un valor inestimable; a la gente de todo el mundo le gusta la miel: el más popular de los productos de la apicultura.

Tradicionalmente, en casi todas las sociedades, la miel ha tenido una función medicinal y nutritiva. Ya sea fresca al nivel de poblado o en envases sofisticados, la miel produce rentas y puede crear medios de vida y desarrollo en varios sectores dentro de una misma sociedad.

- ✓ La cera de abeja es un producto importante de la apicultura. La mayor parte del abastecimiento mundial proviene de los países en vías de desarrollo.
- ✓ Los demás productos de la apicultura, como el polen, propóleos, y la jalea real pueden ser producidos y comercializados, aunque se necesiten técnicas y materiales.
- ✓ Los apicultores y otros miembros de la comunidad pueden generar bienes usando la miel, la cera de abeja, etc. en la elaboración de productos derivados tales como candelas, ungüentos para la piel y cerveza.
- ✓ los productos de la apicultura son usados para la Apiterapia en muchas sociedades.
- ✓ La miel de abeja, la cera y sus productos derivados, tales como velas, vino y productos alimenticios, tienen valor cultural en muchas sociedades y pueden ser usados en rituales para nacimientos, casamientos, funerales y ceremonias religiosas.
- ✓ Los apicultores generalmente son respetados por el trabajo que desempeñan. Las abejas y los apicultores tienen una buena reputación.

5.8.2. Origen de razas

África: Las Apis melífera originarias del África tropical son un poco más pequeñas que las europeas y su comportamiento es muy diferente. Son mucho más sensibles al peligro y salen de los panales para defenderlos. Las abejas melíferas tropicales tienden más a abandonar sus nidos o colmenas cuando son importunadas porque la posibilidad de sobrevivir es mayor en los climas tropicales.

Asia: Hay muchas especies de abejas melíferas originarias de Asia. Algunas pueden ser criadas en colmenas, otras construyen panales individuales al abierto y no pueden ser criadas en colmenas. En Bangladesh, India y Nepal, por ejemplo, la mayor parte de la miel proviene de la recolección de los panales silvestres.

Las Américas: No hay razas de abejas melíferas originarias de las Américas. Su nicho ecológico está ocupado por muchas diferentes especies de abejas sin aguijón que fueron, y en algunas áreas todavía son, explotadas por su miel que es de particular importancia por sus propiedades medicinales (FAO & Bradbear, 2005).

5.8.3. Polinización de abejas

Para la reproducción vegetal se necesita el traslado del polen desde las anteras, o partes masculinas de una flor, hasta los estigmas, o sea, sus partes femeninas, ya sea de la misma planta o de otras plantas que se encuentren a cierta distancia las unas de las otras. Muchas especies de insectos visitan las flores para buscar su néctar o polen; y mientras lo hacen, transportan los gránulos que contribuirán a la polinización. Las abejas melíferas son insectos polinizadores altamente eficaces (FAO & Bradbear, 2005).

- ✓ Tienen el cuerpo cubierto de pelos que recogen fácilmente miles de gránulos de polen cuando se mueven al interno de las flores.
- ✓ Visitan solamente una especie de flor durante cada uno de sus viajes.
- ✓ Cada abeja recoge la cantidad suficiente de polen para su propio alimento y también para las necesidades de la colonia.
- ✓ La polinización afecta la calidad y la cantidad del cultivo.

La cosecha cambia en relación con el grado de beneficio que recibe de la polinización cruzada por insectos. Algunas cosechas, tales como los frijoles y los mangos, se polinizan autónomamente, pero tienen una mejor productividad si son polinizados por insectos.

Muchas de ellas, tales como granadilla, espárrago, ajonjolí, lichi, mostaza y anacardo, incrementan sustancialmente su producción cuando son polinizadas por

insectos. Otras, tales como el girasol, el trébol, las judías, el almendro y los melones dependen completamente de la polinización por insectos y de no ser así no tendrían producción.

Una adecuada polinización por insectos influye tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha: sin embargo, las frutas pequeñas manifiestan siempre una polinización insuficiente. Una adecuada polinización por insectos asegura también que en caso de florecimiento precoz estas flores produzcan semillas. Como resultado se tendrá una cosecha temprana y todo el tiempo máximo necesario para su maduración. (FAO & Bradbear, 2005).

5.9. Macrofauna

La macrofauna edáfica está compuesta por animales invertebrados que pasan toda o una parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie inmediata de éste, en la hojarasca superficial y los troncos caídos en descomposición.

Por otra parte, a partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, la macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores, y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema.

Por la función ecológica que desempeñan estos organismos y su relación con las propiedades del suelo, tanto físicas como químicas, que determinan su establecimiento (por ejemplo: humedad, compactación, porosidad, materia orgánica), son valorados como indicadores de la calidad o fertilidad del suelo y del impacto de diferentes sistemas de manejo.

Precisamente otra característica que posibilita esta condición de la macrofauna es la variación de su diversidad y abundancia a corto plazo producto de la alteración en la vegetación y la consecuente transformación del contenido de materia orgánica. La diversidad y la abundancia de la macrofauna variará en función de la intensidad

de uso de la tierra y la aplicación de diferentes prácticas agrícolas (Cabrera Dávila, 2014).

5.9.1. Grupos que componen la macrofauna del suelo.

A continuación, se detallan los grupos de invertebrados que integran la macrofauna edáfica y que con mayor frecuencia se encuentran en el suelo, así como las diferentes funciones que ellos realizan.

Tabla 9. Grupos que componen la macrofauna del suelo

Nombre común	Grupo taxonómico	Grupo funcional
Lombrices de tierra	Haplotaxida	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Babosas y caracoles	Gastropoda	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Isopoda	Detritívoros
Milpiés	Diplopoda	Detritívoros
Ciempiés	Chilopoda*	Depredadores
Arañas	Araneae	Depredadores
Arañas patonas	Opiliones	Depredadores
Falsos escorpiones	Pseudoscorpionida	Depredadores
Cucarachas	Insecta-Dictyoptera	Detritívoros Herbívoros Omnívoros
Escarabajos	Insecta-Coleoptera	Detritívoros

Nombre común	Grupo taxonómico	Grupo funcional
		Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Insecta-Dermaptera	Detritívoros Depredadores
Moscas y mosquitos	Insecta-Diptera	Detritívoros Depredadores
Chinches y salta montes	Insecta-Hemiptera	Herbívoros
Hormigas	Insecta-Hymenoptera-Formicidae	Omnívoros, Depredadores, Ingenieros del suelo
Termitas y comjenes	Insecta-Isoptera	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Insecta-Lepidoptera	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Insecta-Orthoptera	Herbívoros

Fuente: (Cabrera Dávila, 2014).

5.9.2. Bioindicadores de la macrofauna para valorar la calidad de los suelos

La macrofauna edáfica es usada como bioindicador para determinar el éxito en la restauración ecológica, debido a que esta es indicadora de la calidad del hábitat, es muy sensible a los disturbios causados por el hombre y es indispensable en muchos procesos ecológicos para la formación del suelo. Los organismos detritívoros (las lombrices de tierra, las termitas, los milpiés, las cochinillas, algunos escarabajos y caracoles, entre otros) pueden ser afectados por factores como el clima, la humedad, la textura y las propiedades químicas del suelo.

Estos invertebrados dependen primordialmente de la presencia de agua en el suelo, ya que les facilita su movimiento en la tierra, respirar y reproducirse, y también de la entrada de materia orgánica que es su principal fuente energética o de alimento.

Por tanto, los organismos detritívoros serán más abundantes y diversos en suelos, que, por sus características y grado de conservación, mantengan condiciones edafoclimáticas apropiadas para el desarrollo de estos animales.

Los cambios de uso de la tierra que causan pérdidas de cobertura vegetal tienen un impacto brusco sobre la temperatura, la humedad y el contenido de materia orgánica del suelo y, por ende, sobre su calidad (Cabrera Dávila, 2014).

5.9.3. Diagnóstico de la calidad del suelo

De manera simple y con el objetivo de facilitar la evaluación del impacto de diferentes sistemas de manejo o cultivo sobre la calidad del suelo, se refieren dos categorías de mayor contraste (Cabrera Dávila, 2014).

- **Alta calidad del suelo:** suelos con mayor cantidad de tipos de organismos (mayor diversidad) y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores > 1).

- **Baja calidad del suelo:** suelos con menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, pero donde prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores < 1).

5.10. Microorganismos vivos del suelo

El suelo en sí es un ecosistema muy complejo, éste podría ser considerado como un microcosmos donde minerales y materia orgánica (viva o muerta), el agua y el aire, comparten un espacio de gran actividad fisicoquímica. El suelo es una combinación de fases que interactúan íntimamente entre ellas en un sistema que no tiene comparación.

En un ambiente complejo, su población de habitantes no es menos compleja. Dentro de la población microbial se tienen bacterias, actinomicetos, cianobacterias, hongos, algas, protozoarios y virus. En general, los microorganismos más abundantes en el suelo son las bacterias, aunque los hongos (por su mayor tamaño) representan alrededor del 70% de la biomasa. Torsvik et al. (1990) afirmaron que en un gramo de suelo pueden encontrarse 10.000 especies diferentes de microorganismos, muchos de ellos no conocidos, debido a que no pueden ser cultivados.

De particular interés son aquellos microorganismos involucrados en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Así, en muchos casos, los microorganismos del suelo pueden determinar la disponibilidad de nutrientes y por eso se consideran herramientas para el manejo del suelo y la nutrición de la planta.

La presencia de microorganismos en el suelo es variable, pero sigue la tendencia que a mayor profundidad se disminuye la cantidad de éstos. La razón para ello es que buena parte de los microorganismos que se aíslan en medio de cultivos agarizados son heterótrofos y aeróbicos, y con la profundidad los compuestos carbonáceos y el O2 disminuyen. En consecuencia, la densidad de las poblaciones microbiales disminuye (Osorio Vega, 2009).

5.11. Clasificación taxonómica de los organismos

El sueco Carolus Linnaeus es considerado el creador de la clasificación de los seres vivos o taxonomía desarrolló un sistema de nomenclatura binomial que aún se utiliza actualmente, basado en la utilización de un primer término, escrito en letras mayúsculas, indicativa del género, y un segundo término correspondiente al nombre específico de la especie, escrita en letra minúscula.

De lo más específico a lo genérico, y viceversa, agrupó las especies en géneros, éstos en familias, las familias en clases, las clases en tipos (o phyllum) y los tipos en reinos, en una jerarquía de inclusión que conforma el rango o categoría taxonómica (Futurcrop.com, 2016).

La taxonomía es la ciencia que tiene como objetivo clasificar a los seres vivos, atendiendo las características que presentan, desde las más generales, a las más específicas. Cada nivel o escalón de clasificación recibe el nombre de taxón o categoría taxonómica. Es una parte de la biología que se encarga de nombrar, describir y clasificar a los seres vivos para tener un orden y control de todos los organismos existentes en el mundo.

5.11.1. Clasificación de los insectos

Las especies de insectos son producto de la evolución y ha sido necesaria la sistematización para designar especies y altas categorías taxonómicas, entre las que destacan como importantes las siguientes (de lo general a lo particular): órdenes, subórdenes, superfamilias, familias, tribus, subtribus, géneros, subgéneros, especies y subespecies.

Conforme a la clasificación taxonómica de Linneo, los insectos pertenecen al tipo *Arthropoda* (como arácnidos y crustáceos), y a la clase *Insecta*.

La clase Insecta se divide en ordenes según sean determinados rasgos morfológicos: las estructuras de las alas, las partes bucales, la metamorfosis u otras

características, de las cuales deriva el nombre que recibe cada orden (Futurcrop.com, 2016).

La clase insecta se divide en órdenes de acuerdo con las estructuras de las alas, las partes bucales, la metamorfosis y otras características diversas de las cuales deriva el nombre que recibe cada orden.

5.11.2. Claves Dicotómicas

Las claves dicotómicas son herramientas de identificación taxonómica que utilizan, principalmente, las características morfológicas de los organismos. Aunque el diseño de la clave puede variar según los autores, por lo general, el primer carácter mencionado en la clave (muchas veces identificado hasta el punto y coma de la oración) es el que se debe considerar como determinante. (Rodríguez Flores & Jiménez Martínez, 2019).

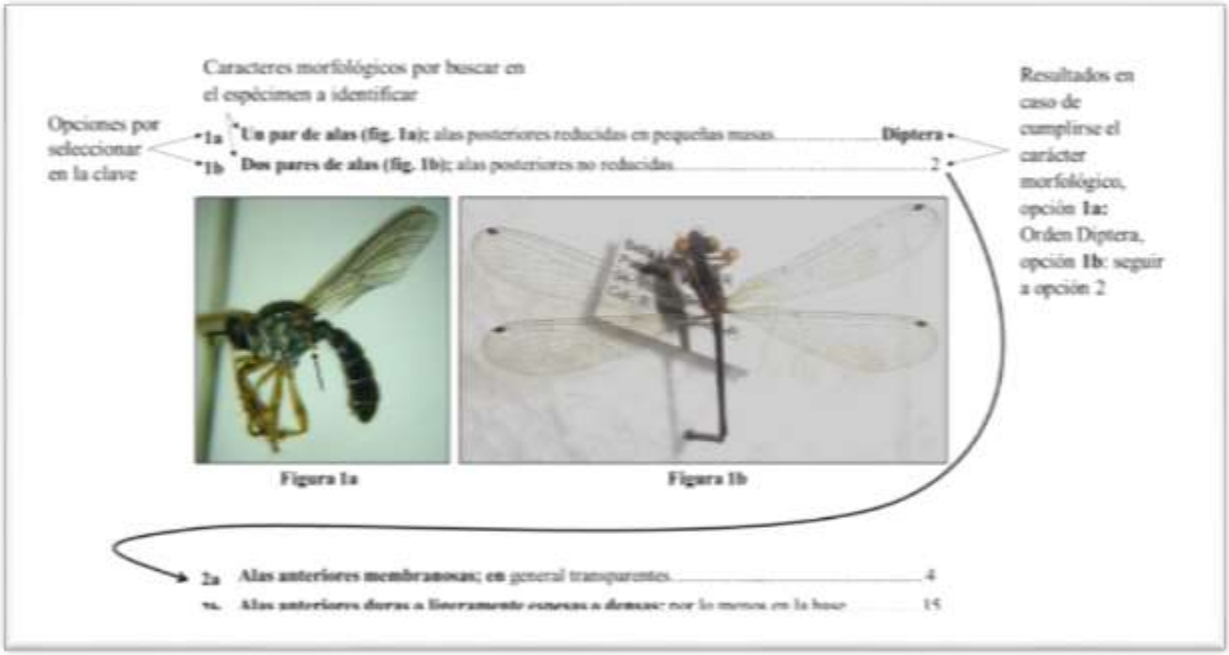
No existe una clave dicotómica establecida, sino que se crea en base a la necesidad. Una clave para la identificación de animales se centra en los atributos que son exclusivos de los animales y no de otros organismos, si son heterótrofos multicelulares o que no tienen una pared celular.

El primer paso para la creación de una clave dicotómica es determinar la característica más obvia o aparente del organismo. Después de examinar de cerca la especie, se anotan las características claves observadas, sobre todo aquellas que puedan ser diferentes para los grupos de organismos. Si se identifica más de un organismo, se agrupan los organismos que poseen características similares, luego se determina que características obtendrán como resultado el menor número de subgrupos hasta que todas las muestras estén separadas en sus propias agrupaciones.

El fragmento de clave utilizada como ejemplo a continuación es de tipo dicotómica, es decir que para cada característica morfológica abordada sólo existen dos opciones (en algunos casos tres) por las cuales se puede optar. En cada paso las alternativas son numeradas 1a y 1b, 2a y 2b, 3a y 3b y así sucesivamente.

En el lado derecho de las opciones está un nombre o un número, si es un nombre es la identificación taxonómica del insecto, si es un número es la opción numérica a seguir dentro de la misma clave. En la parte inferior de cada opción de la clave, por lo general, se incluyen imágenes con el propósito de que se comprenda el carácter principal a observar (Rodríguez Flores & Jiménez Martínez, 2019).

Figura 1. Fragmento de clave dicotómica



Fuente: (Rodríguez Flores & Jiménez Martínez, 2019).

5.12. Diagrama de ODUM

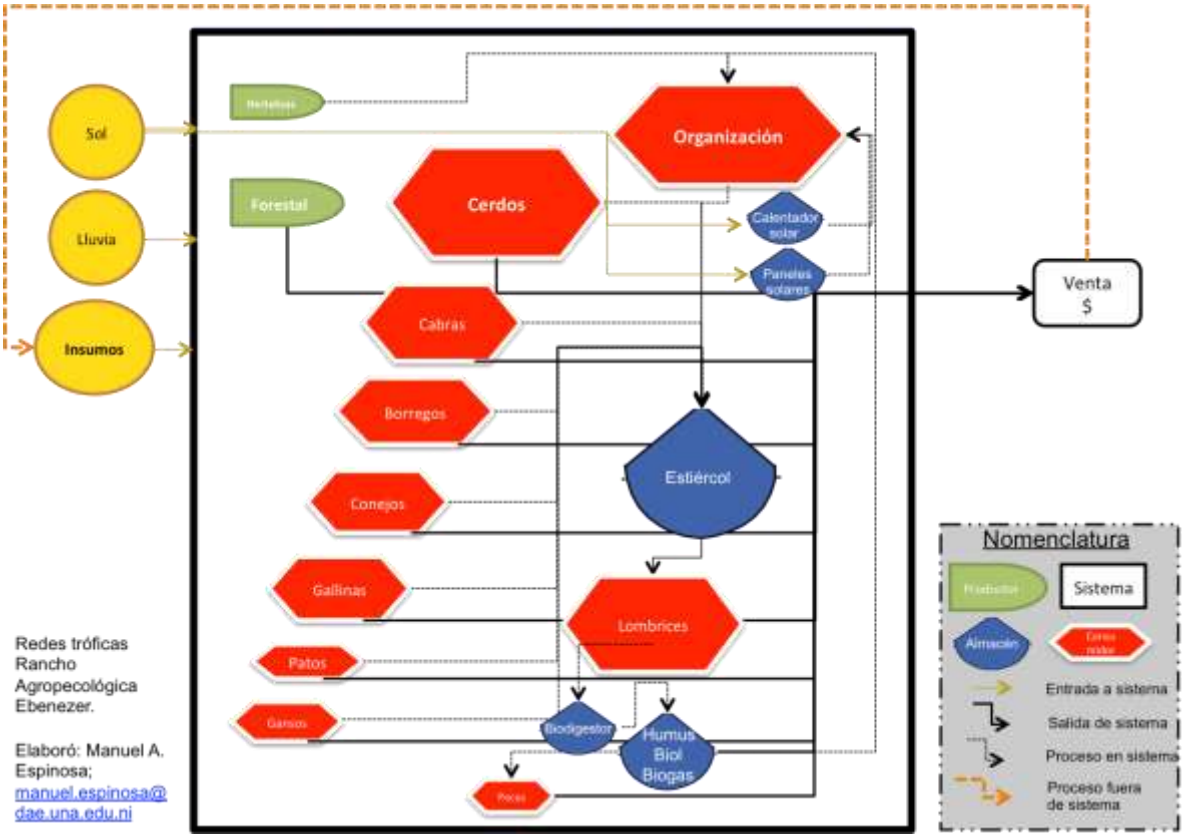
El análisis energético propuesto por Howard T. Odum, constituye una metodología válida, de la evaluación integral y sistémica de los ecosistemas, la cual estima los valores de emergías incorporados en los productos, procesos y los servicios ambientales, así como el impacto de las actividades antrópicas en los ecosistemas.

Países en Latinoamérica y el mundo, han logrado resultados satisfactorios al utilizar el análisis energético, como vía para solucionar problemas en los que se entremezclan, los elementos, tanto naturales como socioeconómicos, para la

evaluación integral y sistémica de los ecosistemas siendo Brasil, uno de los más fieles exponentes de estos estudios (Torres Verzagas, Galán, & Rodríguez, 2019).

El diagrama de ODUM es una representación esquemática de los elementos de un sistema y las relaciones que existen entre ellos. Este incluye componentes visibles e invisibles del sistema, teniendo en cuenta desde la economía humana, hasta los procesos minerales o climatológicos.

Figura 2. Ejemplo del Diagrama de ODUM



Fuente: (Espinosa Sánchez, 2013).

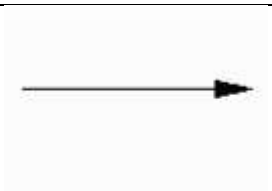
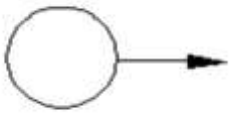
Los símbolos muestran cómo están interrelacionadas las partes productoras y las partes consumidoras de un ecosistema, el uso de energía, el reciclaje de materiales y el uso del depósito para ayudar a los procesos de producción (Odum H. T, 1973).

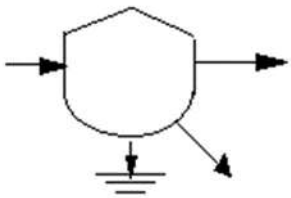
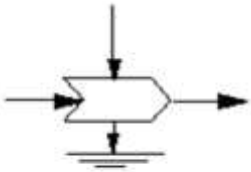
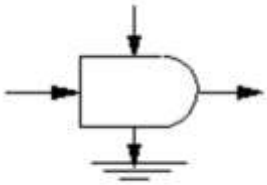
5.13. Simbología de ODUM

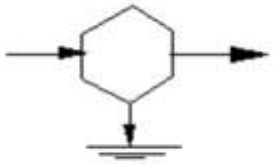
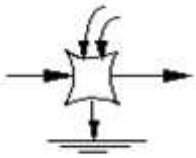
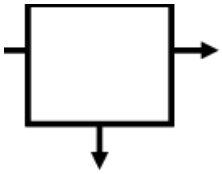
Resultan de gran importancia el conocimiento y el dominio del lenguaje y la nomenclatura, referidos al tema objeto de estudio. En el cual se visualizan los principales símbolos del diagrama de energía los mismos han sido utilizados desde 1965.

Una vez adquirido el conocimiento acerca del lenguaje, se puede emplear esta herramienta en diferentes áreas de investigación. Para transformar los flujos de materia, energía y capital, en emergía expresada en una moneda común (como los emjoules solares), se necesita información adicional. Este factor adicional es la transformidad, que se define como la emergía de un tipo requerida para hacer una unidad de energía de otro tipo (Torres Verzagas, Galán, & Rodríguez, 2019).

Tabla 10. Símbolos del diagrama de ODUM

Símbolo	Descripción
	**Camino energético:** Flujo de energía o materiales
	**Fuente de energía.** Cualquier fuente de energía en un sistema se representa con el círculo. Ej. el sol, la energía fósil, el agua en una represa o el viento. Para facilitar la comprensión se debe especificar si la energía es transmitida como un flujo continuo, con fuerza continua o con alguna periodicidad especifica.

Símbolo	Descripción
	**Depósito:** Es un lugar donde la energía se almacena. Ejemplo: recursos como biomasa forestal, suelo, materia orgánica, agua subterránea, arena, nutrientes, etc.
	Sumidero de calor en la tierra: Energía dispersada y que no puede ser reutilizada. Como la energía en la luz solar después de la fotosíntesis, o el calor que sale por el metabolismo animal. Estas dispersiones están asociadas a almacenes, interacciones, productores, consumidores y símbolos de interruptores.
	**Interacción o multiplicador:** Proceso que combina diferentes tipos de flujos de energía o de materiales. Este símbolo denota la relación multiplicativa entre un flujo energético de baja magnitud. (Factor controlante) y otro flujo energético de mayor magnitud (insumo). El producto representa un tercer flujo energético y está acompañado por la pérdida de calor.
	**Productor o receptor de energía:** Unidad que hace productos a partir de energía y materiales primarios, como árboles, cosechas o fábricas. Este símbolo representa la recepción de energía ondular, como la energía solar, el sonido y el oleaje. La energía solar activa algún material cíclico en el sistema y trasfiere energía potencial a algún proceso del sistema y retorna a su estado de receptor. Un ejemplo es la recepción de la luz por la clorofila.

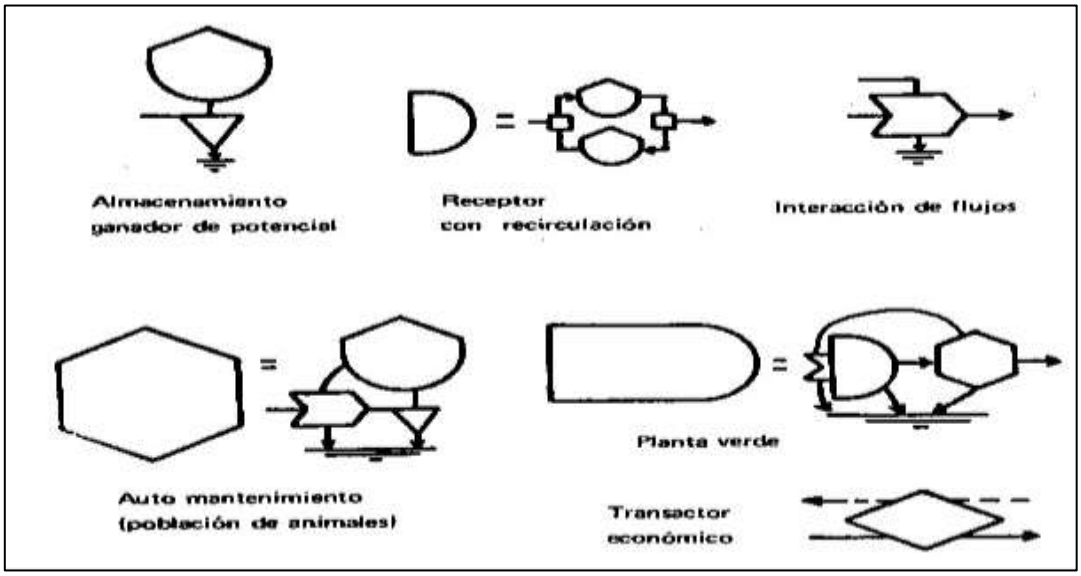
Símbolo	Descripción
	**Consumidor:** Unidad que usa los productos de productores, como; insectos, ganado, microorganismos, seres humanos, y ciudades. (Población de consumidores-animales capaz de auto mantenerse). Este símbolo representa cualquier población de consumidores en un sistema por Ej. El ser humano, sus máquinas, o los animales del bosque. El sistema consumidor almacena en potencial activamente (por medio de la transformación y pérdida del calor) y utiliza parte del almacenaje para trabajar y obtener más energía potencial.
	Transacción: Intercambio comercial de dinero para energía, materiales o servicios prestados.
	**Interruptor activado por un límite o desvío:** Proceso que se inicia o termina, como un incendio o de la polinización de las flores.
	**Caja:** Símbolo para diferenciar los límites de un sistema, subsistema, etc. Este símbolo denota funciones para las cuales no hay símbolo, cuando se representa una acción no especificada o algo de poca importancia para el punto que ilustra el modelo. Si se conoce la función matemática que describe el funcionamiento del comportamiento, está debe escribirse dentro de la caja.

Símbolo	Descripción
	<u>Presión o tensión:</u> Este símbolo denota la perdida de energía de un sistema. La pérdida es una función multiplicativa de algún factor de presión o tensión. El producto de la interacción no hace el trabajo que se pierde como calor. Ejemplo: El efecto de un contaminante en un río.

Fuente: (Odum H. T, 1973).

- Otras combinaciones

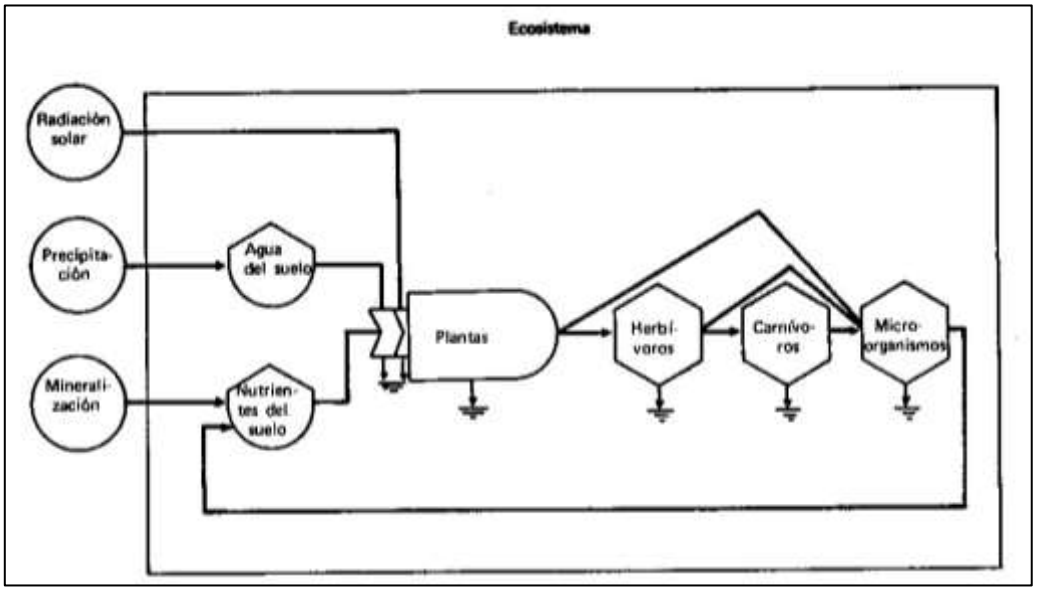
Figura 3. **Otros símbolos ODUM**



Fuente: (Odum H. T, 1973).

- Diagrama ODUM de un ecosistema

Figura 4. **Diagrama ODUM de un ecosistema**



Fuente: (Odum H. T, 1973).

5.14. Diseño y manejo de biodiversidad según el método de Vázquez, 2013.

La biodiversidad es la variedad de formas de vida que se desarrollan en un ambiente natural, Esta variedad de formas de vida sobre la tierra involucra a todas las especies de plantas, animales, microorganismos y su material genético, Esta es responsable de garantizar el equilibrio de los ecosistemas de todo el mundo, y la especie humana depende de ella para sobrevivir. Irónicamente, la principal amenaza para la biodiversidad es la acción humana, la cual se manifiesta a través de la deforestación, los incendios forestales y los cambios en el clima y en el ecosistema (Vázquez Moreno, 2013).

La biodiversidad se considera esencial en el proceso de conversión de los sistemas de producción agropecuaria. Uno de los métodos para determinar el diseño y manejo de la biodiversidad es utilizando la metodología de Vázquez-2013, la cual se basa en diagnosticar los diseños y manejos de la biodiversidad en el sistema de producción, que considera varias dimensiones: las especies, la complejidad de los

arreglos espaciales, estructurales y temporales, así como el enfoque de conservación de los recursos naturales para facilitar la planificación de las transformaciones necesarias a realizar.

Para facilitar la evaluación de los elementos de la biodiversidad se generaron 64 indicadores de los seis indicativos siguientes: 18 indicadores sobre diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr), siete sobre manejo y conservación del suelo (MCS), cinco sobre manejo y conservación del agua (MCA), cinco sobre manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr), 15 sobre diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu).

Y 14 sobre el estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs). Los resultados se miden en la escala de 1 a 4, los cuales permiten determinar el Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB), clasificar el sistema de producción respecto a la complejidad alcanzada y elaborar un plan de conversión (Vázquez Moreno, 2013).

5.15. Sostenibilidad ambiental según HESOFI.

Se refiere a la capacidad de mantener los aspectos biológicos en su productividad y diversidad a lo largo del tiempo, de esta manera, ocuparse de la preservación de los recursos naturales fomentando una responsabilidad consciente sobre lo ecológico y, al mismo tiempo, crecer en el desarrollo humano cuidando el ambiente donde vive.

Uno de los métodos empleados en la determinación de la sostenibilidad ambiental es la herramienta de evaluación de sostenibilidad de finca (HESOFI) el cual consiste en la realización de una entrevista con el productor empleando indicadores en las dimensiones sociopolítico-cultural, económicas y agroambientales (Silva Flores & Morales Olivares, Propuesta agroecologica, 2017).

La Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca (HESOFI); elaborada por (Bertinaria, y otros, 2016), que contiene indicadores parametrizados con puntaje, lo

que permite una comparación numérica que pone en relación una o diferentes fincas en diferentes ambientes, y también las mismas fincas en tiempos diferentes.

5.15.1. Criterios de análisis de HESOFI

HESOFI se compone de tres niveles de análisis. El primer nivel de análisis integra los criterios o dimensiones de la sostenibilidad (sociopolítico-cultural, económico y agroambiental) y permite tener una visión del agroecosistema. El segundo nivel de análisis engloba los componentes de cada criterio de la sostenibilidad en un nivel intermedio, que permite una mejor diagnosis de la sostenibilidad de la finca. El tercer nivel está formado por los indicadores de cada componente que permiten evaluar la situación de campo. Cada respuesta es medida con rangos que permiten evaluar el grado de sostenibilidad de la respuesta/indicador.

Cada criterio o dimensión de la sostenibilidad tiene el mismo peso en línea con el principio de sostenibilidad (100 puntos). Además, se utilizan diferentes aspectos interpretativos para cada criterio porque de esta manera la sostenibilidad está considerada en su complejidad.

La herramienta se puede adaptar a la evaluación de diferentes sistemas agroalimentarios, confrontándolos no solo a nivel de indicador, sino que también a nivel de componente y de criterio. En el caso de fincas agroecológicas, sistemas agrícolas diversificados, se requiere analizar la sostenibilidad a nivel de finca-sistema.

Con esta herramienta metodológica se determinan tres niveles de índices. El primer nivel corresponde al agroecosistema o índice de sostenibilidad general. Este se determina haciendo la relación de la sumatoria de los valores reales de cada dimensión entre la suma de los valores máximos teóricos de cada dimensión (300= 100+100+100) por cien.

El segundo nivel corresponde a los componentes de cada dimensión, el cual se estima al dividir el valor real de cada componente entre el valor teórico de cada componente por cien. El último nivel corresponde a cada indicador, para lo cual se

divide el valor real del indicador entre su valor teórico por cien. (Centeno Salazar, y otros, 2017).

5.16. Conversión Agroecológica

La conversión de sistemas convencionales de producción, caracterizados por monocultivos manejados con altos insumos a sistemas diversificados de bajos insumos, se basa en dos pilares agroecológicos: La diversificación del hábitat y el manejo orgánico del suelo.

El funcionamiento óptimo de un agroecosistema depende de diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad sobre y bajo el suelo, las cuales condicionan procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad.

La evolución de la transición agroecológica puede ser monitoreada por un conjunto de indicadores de sustentabilidad que estiman la calidad del suelo y la salud de los cultivos.

El proceso de conversión de sistemas convencionales caracterizados por monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo es de carácter transicional y se compone de tres fases (Gliessman, 2002):

- ✓ Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, suelos, etc.
- ✓ Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos.
- ✓ Rediseño de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidie el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

A lo largo de las tres fases se guía el manejo con el objetivo de asegurar los siguientes procesos (Altieri & Toledo, 2011).

- ✓ Aumento de la biodiversidad tanto sobre como debajo del suelo.
- ✓ Aumento de la producción de biomasa y el contenido de materia orgánica del suelo.
- ✓ Disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua.
- ✓ Establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes del agroecosistema.
- ✓ Optima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales.

El rediseño predial, por el contrario, intenta transformar la estructura y función del agroecosistema al promover diseños diversificados que optimizan los procesos claves. La promoción de la biodiversidad en agroecosistemas es la estrategia clave en el rediseño, ya que la investigación ha demostrado:

- ✓ Una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor diversidad de biota asociada.
- ✓ La biodiversidad asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas, enfermedades y malezas.
- ✓ La biodiversidad mejora el reciclaje de nutrientes y energía.
- ✓ Sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total.

En la medida que más información sobre las relaciones entre biodiversidad, procesos ecosistémicos y productividad derivados de estudios en una variedad de agroecosistemas emerja, mayores elementos para el diseño agroecológico serán

disponibles para mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas y la conservación de recursos.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

6.1.1. Según el enfoque de la investigación

El trabajo tiene un enfoque mixto, ya que este modelo representa un alto grado de integración o combinación entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. En este proceso se recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para el diseño de una propuesta agroecológica en la finca El Rodeo.

6.1.2. Según el alcance de los resultados

El presente trabajo será el resultado de un proceso de investigación experimental descriptivo.

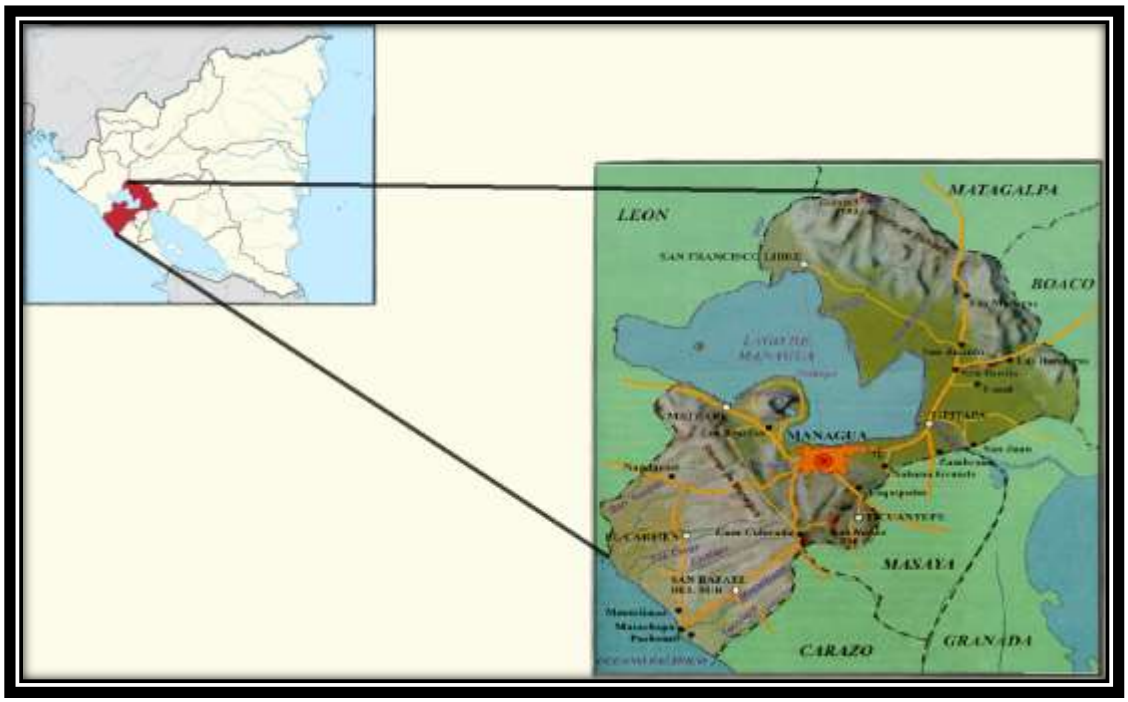
6.2. Descripción de la zona

6.2.1. Localización

La finca El Rodeo se encuentra ubicada en el barrio El Rodeo, distrito VI de la ciudad capitalina, situada aproximadamente a 1 km del aeropuerto internacional Augusto Cesar Sandino, cuenta con una extensión territorial de 7.84 hectáreas. Se ubica entre las coordenadas 12° 8.98′ de longitud norte y 86° 9.86´ de longitud oeste, con una altitud media de 11 metros sobre el nivel del mar (msnm).

El departamento de Managua se encuentra ubicado al suroeste de Nicaragua, entre los 11º 45’ y 12º 40’ de latitud Norte y los 85º 50’ a 86º 35’ de longitud Oeste. Limita al Norte con los departamentos de Matagalpa y León, al Sur con el Océano Pacífico y Carazo, al Este con Boaco, Granada y Masaya y al Oeste con el departamento de León. Se encuentra a una altitud media de 55 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar).

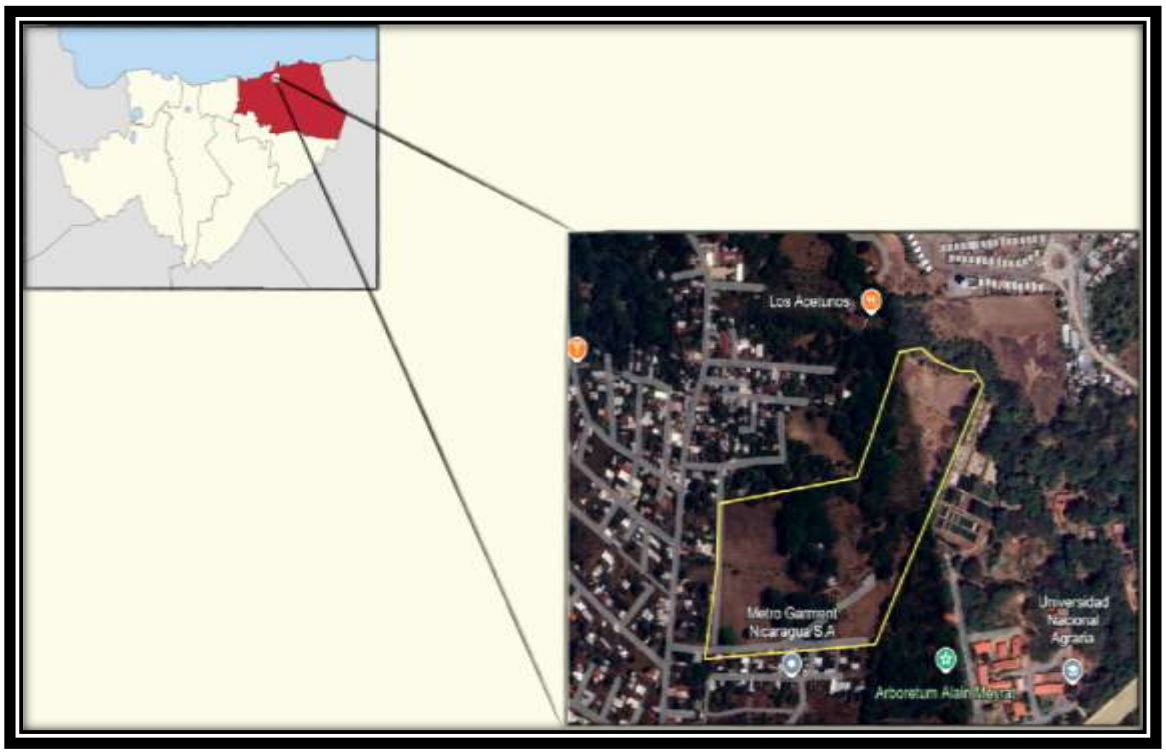
Figura 5. Macrolocalización de la finca El Rodeo



Fuente: Elaboración propia

La finca el Rodeo con coordenadas: 12° 8.98′ de longitud norte y 86° 9.86´ de longitud oeste, con una altitud media de 11 metros sobre el nivel del mar (msnm), se encuentra ubicada el municipio de Managua, distrito VI, en el barrio el Rodeo, el acceso al barrio el rodeo y a la finca se encuentra justo enfrenté del semáforo del aeropuerto internacional Augusto C. Sandino de Managua.

Figura 6. Microlocalización de la finca El Rodeo



Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Condiciones climáticas

La temperatura del municipio oscila de entre 28 ºC y 32 ºC. La precipitación promedio anual es de 1,375 mm. En la época lluviosa promedia 2,000 mm y en la época seca un promedio de 798 mm. Presenta un período canicular comprendido entre julio y agosto.

6.2.3. Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico de la finca “El Rodeo” con el fin de determinar área real, perímetro y curvas de nivel de la finca.

El levantamiento Topográfico del área en estudio se realizó con ayuda de un GPS, dicho proceso consistió en bordear los linderos de la finca realizando una marcación en cada punto estratégico con el fin de hacer una representación gráfica del terreno y determinar sus dimensiones.

De igual manera se utilizó para determinar la ubicación de un sistema de riego por goteo existente en la finca, esto permitió conocer la longitud de los laterales de riego, válvulas y lavado. Posteriormente estos datos fueron descargados a través de un formato de texto en la computadora para su debido procesamiento digital.

Con el levantamiento topográfico se recopiló información de puntos geográficos con coordenadas UTM, para la digitalización de mapas de ubicación de la finca, mapa de área de cultivos, forestal y área construida de la finca, mapa de curvas de nivel, mapa de localización de muestras de suelo y mapa de rediseño agroecológico.

6.2.4. Equipo de levantamiento

- GPS

Se utilizó un GPS de precisión con las siguientes características:

  - ✓ Marca: Sokkia
  - ✓ Modelo: grx1
  - ✓ Doble frecuencia

- Cinta métrica
- Machete
- Sombrero
- Libreta

6.3. Sistema productivo agroecológico de las diferentes relaciones de los componentes en la finca el Rodeo, mediante el diagrama de flujo de ODUM

6.3.1. Elaboración de un sistema productivo utilizando el método de ODUM

La elaboración de un sistema productivo consistió en la aplicación de diagramas de ODUM, el cual consiste en hacer una representación esquemática de los elementos de un sistema y las relaciones que existen entre ellos. El sistema productivo de la finca El Rodeo, este compuesto por un conjunto de elementos complejos, organizados, relacionados dinámicamente, ensamblados solidariamente entre si e interdependientes para cumplir objetivos comunes. Para esto empleamos el diagrama de flujo de ODUM, donde se refleja las diferentes relaciones que existen entre sus elementos.

6.3.2. Reconocimiento de campo

En esta etapa se realizaron visitas a la finca El Rodeo, distrito VI de Managua con el fin de identificar y definir el número de trabajadores, los puntos de acceso, variedad de cultivos, métodos de labranza, prácticas agrícolas, fertilizantes e insumos empleados en las actividades productivas de la misma.

6.3.3. Visita a propietario del área de estudio

Posterior al reconocimiento de campo se procedió a realizar una visita al productor, en este caso el administrador de la propiedad, con el fin de garantizar su colaboración y participación en el proyecto.

6.3.4. Realización de entrevista

En esta etapa se realizó una entrevista al propietario o administrador de la finca con el propósito de obtener información referente al área total de la finca, área sembrada, tipos de cultivos, prácticas agrícolas, tipo de fertilizantes e insumos, implementación de maquinaria y riego, entre otros.

6.4. Determinación de las características fisicoquímicas de los suelos

Se realizó una comparación entre los análisis de laboratorio con metodología de campo. Para determinar dichas características del suelo, se llevó a cabo una serie de procedimientos tanto de campo como de laboratorio.

Se tomaron muestras alteradas he inalteradas para distintas pruebas como lo es densidad real y aparente, textura de suelo mediante método del tacto y método de laboratorio, capacidad de campo, potencial de hidrógeno y conductividad eléctrica.

6.4.1. Toma de muestras de suelos en diferentes puntos de la finca

La toma de muestras de suelo se realizó mediante el método de Corte en "V" realizando la extracción de dos muestras simples alteradas e inalteradas por cada lote o parcela para un total de 8 muestras.

El método en "V" consiste en posicionar la pala a 20cms para extraer el suelo que posteriormente es depositado en un balde, a una distancia de 10cm del primer corte se realiza el segundo corte a una profundidad de 20cm del cual es extraído la muestra de suelo que es depositada dentro de un balde para homogenizarla, una vez homogenizada se extrae 1kg de muestra aproximadamente la cual es colocada en una bolsa plástica limpia, y debidamente rotulada (nombre de la finca, número de lote, número de muestra y profundidad).

6.4.2. Determinación de propiedades físicas en el laboratorio de edafología

En esta etapa se realizarán los análisis físicos de las muestras simples alteradas e inalteradas extraídas del área de estudio en el Laboratorio de Edafología de Universidad Nacional de Ingeniería.

6.4.3. Textura

Se determinará la clase textural de cada una de las muestras simples alteradas extraídas del sitio por el método de laboratorio (sedimentación).

6.4.4. Humedad higroscópica

Se determinará el porcentaje de humedad o agua contenida en los suelos extraídos del sitio en laboratorio (Método Gravimétrico) el cual consiste en el cálculo de las diferencias de peso de las muestras simples alteradas en estado seco y húmedo en unidades de porciento (%).

6.4.5. Capacidad de campo

Este análisis consiste en la determinación de la capacidad de retención de agua que posee el suelo después del periodo de drenaje y se realizara en laboratorio (Método embudo de vidrio).

6.4.6. Punto de marchitez permanente

Se determinará la cantidad de agua contenida en suelo seco en unidad de porciento, este análisis se ejecutará por el método de laboratorio (Método embudo de vidrio).

6.4.7. Densidad aparente

En esta actividad se determinó la densidad aparente de los suelos muestreados por el método de laboratorio (Método del cilindro).

6.4.8. Densidad real

Posterior a la determinación de Densidad real ejecutaremos el método de laboratorio. (Método del picnómetro.

6.4.9. Porosidad Real

Una vez determinada la densidad aparente se procedió a obtener la porosidad total del suelo mediante la fórmula:

Ecuación 1. Porosidad total

$$PT = \left[1 - \left(\frac{Da}{Dr}\right)\right] x\ 100\%$$

Donde:

PT = Porosidad Total (%)

Da = Densidad aparente (gr/cm^3)

Dr = Densida

6.4.10. Determinación de propiedades químicas en el laboratorio de edafología

En esta etapa se realizaron análisis químicos a las muestras simples alteradas extraídas de la finca El Rodeo y se ejecutarán en el laboratorio de Edafología perteneciente a la Universidad Nacional de Ingenierías (UNI).

Tabla 11. Clasificación de la Porosidad total del suelo

Porosidad Total (%)	Tipo de porosidad
Muy alta	Porosidad > 65%
Alta	55% - 65%
Media	45% - 55%
Baja	40% - 45%
Muy baja	Porosidad < 40%

Fuente: Guía de laboratorio de edafología - UNI

6.4.11. Potencial de hidrógeno (pH)

En esta actividad se determinó el nivel de acidez del suelo lo cual influye en la disponibilidad de nutrientes de este, se realizará utilizando un pH-metro.

6.4.12. Contenido de materia orgánica

Para clasificar la calidad de suelo mediante la materia orgánica procedimos a realizar un corte en los primeros 10 cm del suelo y homogenizarla empleando una

pala, luego extrajimos una pequeña cantidad de suelo y la colocamos en un recipiente de vidrio, a continuación, agregamos agua oxigenada a 30% y observamos la reacción de efervescencia de la muestra (Observamos poca efervescencia y se escucha al oído). Finalmente se clasifica la calidad de materia orgánica presente en la muestra empleando la siguiente tabla.

Tabla 12. Clasificación de la materia orgánica

Categoría	Observación	Presencia de M.O.
1	No se observa efervescencia, ni se escucha al oído.	Nula
2	No se observa efervescencia, pero se escucha al oído.	Baja
3	Se observa efervescencia claramente.	Media
4	La efervescencia es rápida y sube lentamente.	Alta
5	La efervescencia es rápida y sube rápidamente.	Media Alta

Fuente: Guía de laboratorio de edafología

6.4.13. Determinación de las propiedades físicas del suelo mediante métodos de campo

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases de este (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, retención de nutrientes, entre otros factores.

6.4.14. Velocidad de infiltración

Para determinar la velocidad de infiltración del suelo se utilizó el método de campo propuesto por CANTERA el cual se describe a continuación. Procedimos a limpiar previamente una pequeña superficie del terreno auxiliándonos de machete y pala, tomamos un tubo PVC de 20cm de altura, le marcamos 7cm los cuales introducimos en el suelo empleando un trozo de cuartón de madera y un martillo, utilizamos un nivel de mano de manera ocasional para garantizar que el tubo esté completamente nivelado.

Una vez enterrado el tubo hasta los 7cm de altura marcados previamente introducimos plástico preferiblemente de mediano grosor, sin picaduras y transparente dentro del cilindro.

Una vez colocado el plástico dentro del cilindro se incorporó 3litros de agua dentro del mismo, retiramos el plástico y procedimos a tomar el tiempo (mediante un cronómetro) que tardó el agua en tocar la superficie del suelo dentro del cilindro, la altura que ocupaba en el cilindro y el tiempo que tardó el suelo en absorber la cantidad total de agua.

$$Altura\ total\ (cm) - - - - - - - - Tiempo\ total\ (\text{minutos})$$

$$X - - - - - - - - - - (\frac{60min}{hora})$$

Se realizó tres veces el procedimiento anterior para obtener tres números de pruebas, posteriormente promediamos los resultados de las dos últimas pruebas, ya que la primera prueba es descartada debido a que el suelo está seco, por ende, el agua es absorbida rápidamente, este valor promedio del número de pruebas es el valor de la velocidad de infiltración del suelo obtenido en campo.

- Calculo para determinar la velocidad de infiltración

La curva del gráfico de la infiltración acumulada respecto al tiempo es del tipo exponencial, fue desarrollada por Kostyakov:

Ecuación 2. Infiltración acumulada

$$\boldsymbol{I = (a)(t)^n}$$

Dónde:

I = infiltración acumulada (cm)

t = tiempo (min)

a = parámetro que representa la velocidad de infiltración durante el intervalo inicial

n = parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo (-1.0<n<0).

Esta ecuación se ajusta muy bien a la ecuación de Kostiakov-Lewis, ampliamente utilizada. Para obtener los coeficientes a yn del modelo de Kostiakov-Lewis, se pueden utilizar diversos métodos, el método de regresión lineal simple, el método gráfico o el método de los promedios. Por ser el más preciso, se utilizará el primero, que seguidamente se explica.

- Método de regresión lineal simple

Se necesita linealizar la ecuación anterior aplicando logaritmos a ambos términos, de esta forma se obtiene:

Ecuación 3. Logaritmos para linealizar la ecuación de infiltración

$$\boldsymbol{Log\ I\ =\ Log\ a\ +\ n\ Log\ t}$$

Que corresponde a la ecuación de una recta:

$$\boldsymbol{Y\ =\ bo\ +\ b_1\ X}$$

Dónde: b_o = log a

Y = log I b_1= n

X = log t

X = tiempo

Además:

b_1 se calcula como:

Y = velocidad de infiltración

Ecuación 4. Ecuación de una recta

$$\boldsymbol{b_1 = \frac{\sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n}}{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}}$$

Para encontrar la solución del problema, se puede construir una tabla con los valores que se obtienen aplicando logaritmos y elevando al cuadrado a los valores del tiempo acumulado y la infiltración calculada.

6.5. Identificación de la macrofauna existentes en suelos de la unidad de producción el Rodeo, empleando claves dicotómicas.

La macrofauna opera en muchas escalas de tiempo y espacio e incluyen invertebrados bastantes grandes con diversas estrategias adaptativas que le permite romper, transportar y mezclar el suelo y crear estructuras específicas para sus movimientos y actividades (construcción de galerías, nidos sitios de alimentación, compartimientos).

Estas características, les han permitido ser definidos como los ingenieros del ecosistema. En todos los suelos no se presenta la misma cantidad y tipo de fauna. Esta depende de las condiciones ambientales en las cuales se encuentra el suelo, así como de algunas propiedades de este y de su manejo.

6.5.1. Toma de muestras de macrofauna presentes en la finca

En esta actividad se extraerán muestras de los organismos presentes a 10 y 20 cm de suelo, luego se colocarán en frascos de vidrio y se saturará en alcohol etílico entre 70 y 80 por ciento para su preservación.

6.5.2. Identificación taxonómica de la macrofauna

En este proceso los organismos encontrados fueron analizados en el laboratorio, donde se identificó la taxonomía utilizando microscopio y libro de claves dicotómicas.

6.6. Determinación del grado de complejidad del diseño y manejo de la biodiversidad utilizando Vázquez-2013

En esta actividad se determinó el nivel de complejidad de la biodiversidad que se encuentra en la unidad productiva de la finca utilizando las tablas de Vázquez-2013, este proceso consistió en entrevistar al productor para conocer y evaluar los diferentes elementos por medio de los 64 indicadores agrupados en seis diferentes funcionalidades el cual determinará el coeficiente y manejo de la biodiversidad.

6.6.1. Interpretación del coeficiente y manejo de la biodiversidad

En este proceso se definirá la complejidad del diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad mediante la valoración de los siguientes indicadores y escalas medioambientales:

- Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr).

Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr). Se incluyen los indicadores sobre tipos y diversidad de rubros productivos y la complejidad de sus diseños y manejos; también la procedencia y origen del material genético que se utiliza. Para determinar el coeficiente de manejo del indicativo se emplea la expresión siguiente (Vázquez Moreno, 2013):

Ecuación 5. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva

$$DMBPr = \sum [2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18]/23.$$

- Manejo y conservación de suelos (MCS).

Manejo y conservación del suelo (MCS). Se consideran los manejos específicos que se realizan en el suelo, que contribuye a la conservación y mejora de las funciones de la biota que habita en el mismo. Se emplea la expresión siguiente:

Ecuación 6. Manejo y conservación de suelos

$$MCS = \sum [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7]/9.$$

- Manejo y conservación de agua (MCA).

Manejo y conservación del agua (MCA). El agua, además de ser un recurso natural que requiere ser utilizado óptimamente, tiene una gran influencia en el manejo y conservación de la biodiversidad (Tabla 3). Se emplea la expresión siguiente:

Ecuación 7. Manejo y conservación de agua

$$MCA = \sum [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5]/7.$$

- Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr).

Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr). Las intervenciones con productos u otras técnicas para reducir la incidencia de organismos nocivos a las plantas cultivadas y los animales de crianza. Los indicadores utilizados consideran la reducción de intervenciones, la integración de productos biológicos y de estos, los que se obtienen en el propio sistema (Tabla 4). Se emplea la expresión siguiente:

Ecuación 8. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos

$$MISRPr = \sum [I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5]/7.$$

- Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu).

Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu). La vegetación auxiliar en un SPA puede estar integrada por la cortina rompe vientos, cerca viva perimetral e internas, arboledas, ambientes seminaturales, corredores ecológicos internos y barreras vivas laterales e intercaladas en los campos. Se considera la estructura de los elementos que la integran, así como la complejidad de los diseños y manejos que se realiza (Tabla 5). Se emplea la expresión siguiente:

Ecuación 9. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar

$$DMBAu = \sum [2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]/22.$$

- Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs).

Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs). La biodiversidad asociada son los organismos, sean animales, vegetales y microorganismos, que se asocian a las plantas cultivadas y los animales de crianza, en unos casos con interacciones positivas y en otras negativas, representados por los polinizadores, reguladores naturales, organismos nocivos, entre otros de diferentes funciones en el agroecosistema.

Se considera la incidencia y diversidad de los grupos que pueden ser observados con facilidad. Para determinar el indicativo se emplea la expresión siguiente:

Ecuación 10. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)

$$EBAs = \sum [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16.$$

- Coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB)

El proceso de diagnóstico, se determina el Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB) del sistema de producción, mediante la expresión siguiente:

Ecuación 11. Coeficiente y manejo de biodiversidad

$$CMB = \sum [DMBPr + MCS + MCA + MISRPr + DMBAu + EBAs]/6$$

- Determinación del nivel de complejidad de la biodiversidad durante la reconversión del SPA (modificada de Vázquez y Matienzo 2006).

Tabla 13. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el ecosistema

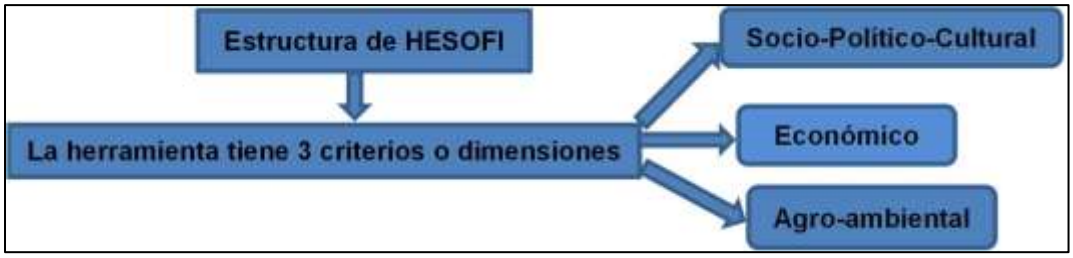
CMB	Grado de complejidad de la biodiversidad
0,1-1,0	Simplificado (s)
1,1-2,0	Poco complejo (pc)
2,1-3,0	Medianamente complejo (mc)
3,1-3,5	Complejo (c)
3,6-4,0	Altamente complejo (ac)

Fuente: (Vázquez Moreno, 2013).

6.7. Grado de sostenibilidad agroambiental, social, político, cultural y económico mediante la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca

En esta actividad se determinará el grado de sostenibilidad utilizando la herramienta de evaluación de sostenibilidad de finca (HESOFI-2016) el cual consiste en la realización de una entrevista con el productor utilizando indicadores en las dimensiones sociopolítico-cultural, económicas y agroambientales.

Figura 7. Estructura de HESOFI (2016)



Fuente: Presentación para Reunión Científica de Docentes Investigadores de la UNA, 04 de agosto 2016.

- Cada criterio tiene diferentes componentes.
- Cada componente tiene diferentes indicadores que tratan el mismo tema.
- Los indicadores tratan los conceptos de la sostenibilidad.
- A cada Indicador corresponde una pregunta que ayuda a recolectar la información.
- Cada respuesta es medida con rangos que nos permiten evaluar el grado de sostenibilidad de la respuesta/indicador.

Figura 8. Funcionamiento de HESOFI (2016)

Fuente: Presentación para Reunión Científica de Docentes Investigadores de la UNA, 04 de agosto 2016.

6.7.1. Criterios de cuantificación de HESOFI

La cuantificación del grado de sostenibilidad de la Finca El Rodeo se realizó mediante la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca (HESOFI), que contiene indicadores parametrizados con puntaje, lo que permite una comparación numérica que pone en relación la finca en diferentes momentos o períodos.

- **Criterio o dimensión sociopolítico-cultural**

Recopila la información sobre las dinámicas sociales del productor y su familia que están influenciadas por el sistema de la finca y su territorio. El componente bienestar incluye los datos que se refieren a la salud, a las condiciones de la vivienda, a la educación y a la alimentación. También se toma en cuenta las relaciones que tienen el productor y su familia: las relaciones internas a la finca analizan, el grado de involucramiento de los jóvenes, la equidad de género, la toma de decisiones y la organización interna; las relaciones externas a la finca describen las relaciones con las instituciones, las empresas, las realidades colectivas sociales.

- **Criterio o dimensión económica**

Se recaba la información clave relacionada a la propensión del productor y su familia en invertir en el desarrollo de la finca con eficiencia y dinamismo. Esto permite un análisis también cuando faltan datos financieros numéricos y puede dar una visión sobre las condiciones económicas de las familias de los productores. En el componente eficiencia y dinamismo, por otro lado, se incluyen, la tipología de la mano de obra, la diversificación de los mercados, si la finca es autosuficiente en los insumos o si tiene certificaciones de producto.

- **Criterio o dimensión agroambiental**

El componente biodiversidad releva datos sobre el asocio, las variedades locales y el número de especies. El componente territorio se refiere a las prácticas de protección del territorio o a la presencia de ambientes de regeneración natural. Todas las prácticas que tratan los temas de la fertilización, las rotaciones o el uso

eficiente del agua definen el componente suelo y agua, mientras que el componente defensa de los cultivos analiza el uso de los productos para las técnicas de defensa.

El componente energía se refiere al uso de fuentes de energía renovables como al material y tipología del empaque. En el componente crianza se agregan todas las informaciones sobre las técnicas de manejo del animal, desde la alimentación a la reproducción, subrayando también la diversidad de las razas o la presencia del pastoreo.

Tabla 14. Dimensiones, Componentes e Indicadores de HESOFI

Dimensiones	Componentes	Indicadores
Socio-politico-cultural (100)	Bienestar (100/4)	6(25/6)
	Relaciones internas (100/4)	6(25/6)
	Relaciones externas (100/4)	7(25/7)
	Cultura y territorio (100/4)	5(25/5)
	Sub Total	**24**
Económica (100)	Desarrollo (100/2)	5(50/5)
	Eficiencia y dinamismo (100/2)	8(50/8)
	Sub Total	13
Agroambiental (100)	Biodiversidad (100/6)	5(16.7/5)
	Territorio (100/6)	2(16.7/2)
	Suelo y agua (100/6)	7(16.7/7)

Dimensiones	Componentes	Indicadores
	Protección/defensa de cultivos (100/6)	6(16.7/6)
	Energía (100/6)	2(16.7/10)
	Crianza (100/6)	10(16.7/10)
	Subtotal	**32**
∑300	**Total de indicadores**	**69**

Fuente: (Centeno Salazar, y otros, 2017).

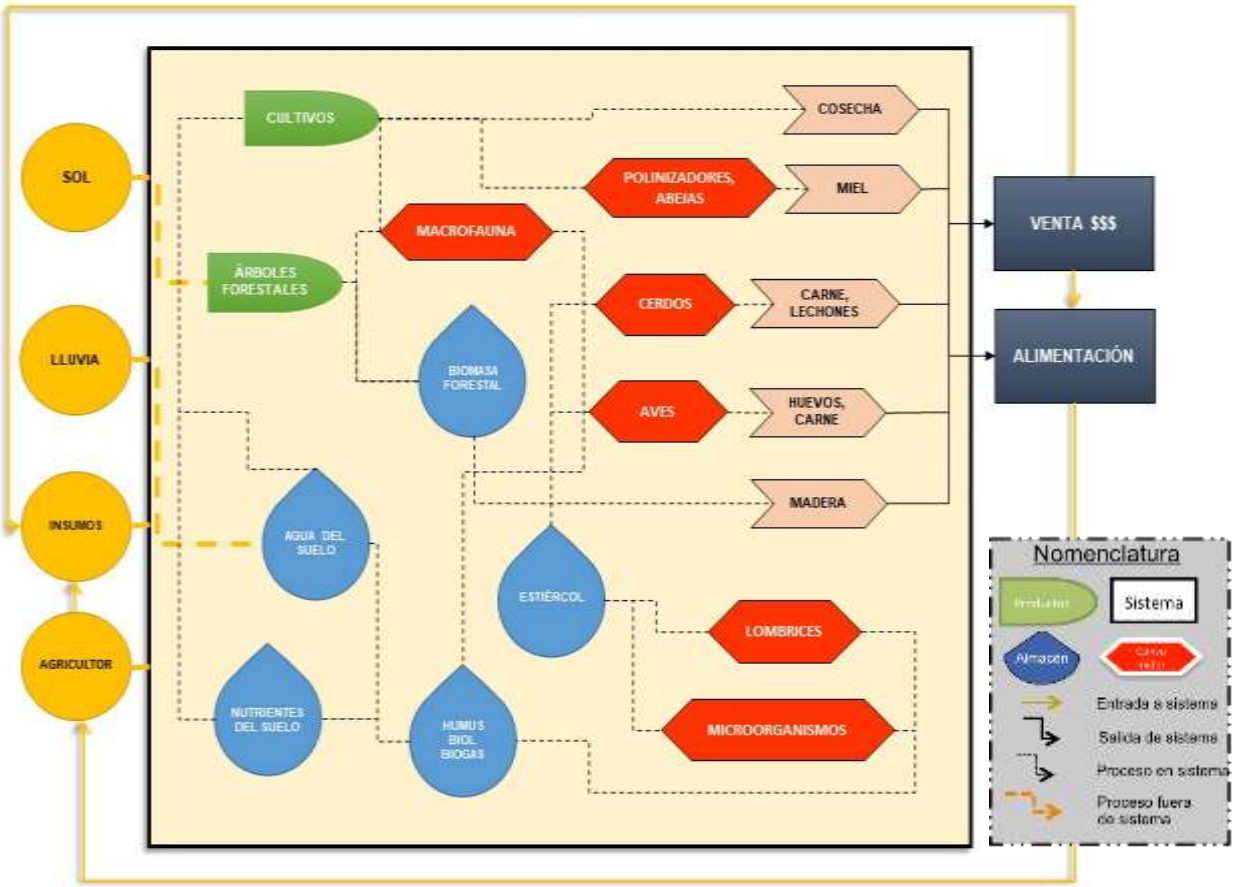
6.8. Reconversión agroecológica

En esta etapa se planificará una reconversión agroecológica mediante la técnica FODA, la cual permitirá plasmar la situación en que se encuentra el área de estudio a través de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, y de esta manera obtener un diagnóstico que permita tomar decisiones acordes a los objetivos propuestos.

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. Diagrama productivo por el Método de ODUM de la finca El Rodeo.

Figura 9. Diagrama ODUM de la Finca El Rodeo



Fuente: Propia

En la figura anterior se muestran los elementos e interacciones presentes en el diagrama productivo de la finca El Rodeo, y como se interrelacionan entre sí. El sol, lluvia, insumos y agricultor son la fuente de energía que entran al sistema y que actúan directamente sobre los árboles forestales, y cultivos llamados productores o transformadores de energía.

Las abejas, cerdos, macrofauna, aves, lombrices y microorganismos son los consumidores de la energía principal del sistema, y de los productores. Estos a su vez generan energía residual y que son almacenadas en depósitos de energía del sistema estos son; la biomasa forestal que es producto de energía directa de los árboles forestales, el estiércol es producto de los cerdos y aves, el humus generado directamente de la macrofauna, lombrices y microorganismos que a su vez generan biol, biogás, y los nutrientes del suelo, y el agua del suelo que es almacenada por la lluvia y los insumos relacionados con el riego.

Todo este ecosistema comparte una sinergia de trasformación de la energía, la cual da productos o también llamados multiplicadores de energía respectivos de cada consumidor y productor los cuales son; la cosecha, carne, huevos, miel, y madera, toda esta materia de producción es destinada a la alimentación del agricultor, y la comercialización en el mercado local y nacional.

Estos ingresos de venta regresan al sistema en forma de insumos que son aplicados por el agricultor para que el sistema productivo se mantenga y sea auto sostenible en el tiempo.

7.2. Análisis fisicoquímicos del suelo en la Finca El Rodeo

Los análisis realizados para la determinación de las características de los suelos de la Finca El Rodeo proporcionan una amplia información sobre las propiedades, los procesos y características de estos, siendo de gran utilidad para la optimización del suelo como recurso.

7.2.1. Resultados de laboratorio

El suelo de la Finca El Rodeo es de Textura Franco-arenoso con **arcilla = 20.1%**, **arena = 56.6%**, y **limo = 23.3%**, esto indica un contenido mayor de arena, y porcentajes de arcilla y limos en pequeñas cantidades, lo que evidencia un suelo suelto con menor capacidad para retener humedad, pero con alta productividad

adecuado para toda clase de plantas y son muy productivos si se maneja adecuadamente.

La porosidad total fue de **Pt = 65%** por lo que el suelo se considera con porosidad **alta**, con un espacio poroso considerado altamente amplio con buen drenaje, percolación de agua y velocidad de infiltración rápida, esto indica que es un suelo adecuado para las labores agrícolas, favorece la aireación proporcionando la sobrevivencia de organismos, y la absorción de nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo a través de las raíces.

El pH obtenido de las 10 muestras unificadas que fueron analizadas en laboratorio por el método de pH-metro dieron como resultado un **7.24 pH (neutro)**, siendo este óptimo para la mayoría de los cultivos.

La capacidad de campo **(Cc=48%)**, punto de marchitez permanente **(PMP=25.96%)** y porcentaje de humedad **(%H=48.02%)**, esto indica la poca retención de agua en los poros, el suelo está en su punto óptimo de humedad para las plantas, sin embargo, el suelo está muy cerca de su capacidad de campo (48%), lo que significa que está completamente saturado con la cantidad máxima de agua que puede retener sin perderla por gravedad y por lo tanto si la humedad desciende por debajo del 25.96%, las plantas podrían no recibir suficiente agua y entrar en estrés hídrico.

La densidad de los suelos (**Da con 0.74 gr/cm³** y **Dr con 2.12 gr/cm³)** indica que hay presencia de humus en el suelo, y al igual que la textura indica, que estos son suelos porosos lo que favorece a la aireación, fácil penetración del sistema radicular de la planta y percolación del agua.

La materia orgánica fue clasificada como **alta** según la guía de laboratorio de edafología UNI-RUPAP, indicando que el suelo es rico en nutrientes y con alto contenido de macro y microorganismos.

Tabla 15. Presencia de materia orgánica en el suelo

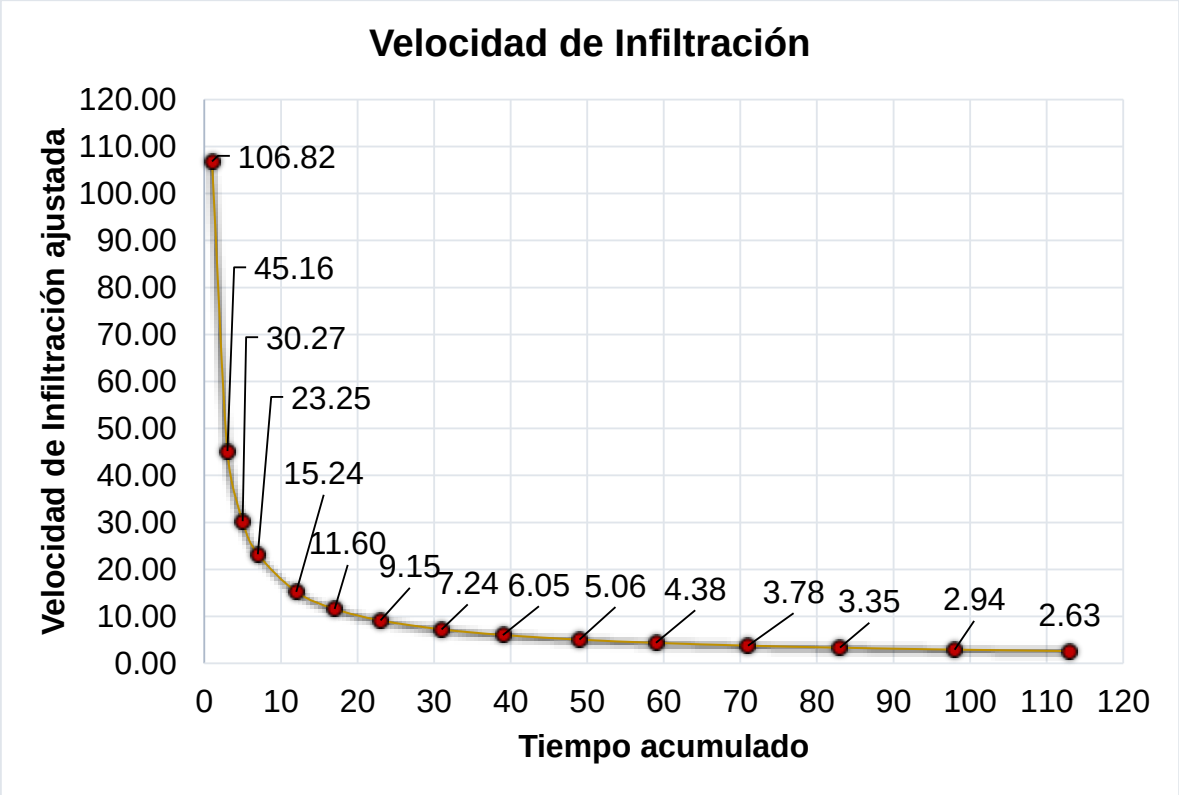
Categoría	Observación	Presencia de M.O.
1	No se observa efervescencia, ni se escucha al oído.	Nula
2	No se observa efervescencia, pero se escucha al oído.	Baja
3	Se observa efervescencia claramente.	Media
4	**La efervescencia es rápida y sube lentamente.**	**Alta**
5	La efervescencia es rápida y sube rápidamente.	Media Alta

Fuente: Guía de laboratorio de edafología – UNI.

7.2.2. Resultados de Campo

La Finca El Rodeo presenta un suelo de Textura Franco Arenoso lo que sugiere un mayor crecimiento de las plántulas y sus raíces debido a que estos poseen mayor cantidad de arena que los suelos francos, alterando de manera directa su drenaje, y la habilidad para retener nutrientes, siendo suelos con alta productividad.

Figura 10. Velocidad de infiltración



Fuente: Elaboración propia

La velocidad de infiltración es 2.63 cm/h evidencia las características de un suelo permeable y altamente poroso, esto significa que el agua penetra en el suelo a un ritmo bastante rápido. Este valor indica que el suelo tiene una buena capacidad de absorción y permite que el agua se mueva fácilmente a través del perfil y poros del suelo, presenta buena permeabilidad el agua se filtra con rapidez, reduciendo el riesgo de encharcamiento y erosión superficial, tiene bajo riesgo de escorrentía el suelo absorbe el agua con suficiente velocidad para que el exceso no se desplace superficialmente.

Tabla 16. Resumen de resultados de laboratorio

Resumen		
Prueba de laboratorio	Resultado	Evaluación
pH	7.24	Neutro
C.E.	0.15	Baja
M.O.	ALTA	
Da (gr/cm^3)	0.74	Baja
Dr (gr/cm^3)	2.12	Baja
Porosidad total	65%	Muy Alta
Textura	FRANCO ARCILLOSO ARENOSO	
CC	48%	Alta

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Familias de macrofauna presentes en la Finca El Rodeo

Tabla 17. Macrofauna de la finca El Rodeo

N°	Familia de insectos	Plátano	Maíz	Yuca	Ayote	Pipian	Cantidad de individuos
1	Espirostreptidae	5	6	1			12
2	Salticidae	12	10			5	27
3	Helicidae	3	1	1			5
4	Araneidae	2	2				4

N°	Familia de insectos	Plátano	Maíz	Yuca	Ayote	Pipian	Cantidad de individuos
5	Lumbricidas	3	5	1	2	1	12
6	Acrididae	1	2				3
7	Anífidos	1					1
8	Erebidae				1		1
9	Mantidae		1				1
10	Tenebriónidos	1	2		1	1	5
11	Carábidos		1				1
12	Alydidae			1			1
13	Nymphalidae				1		1
14	Formicidae	10	15	9	13	10	57
15	Theraphosidae	1					1
16	Noctuidae		2				2
17	Gnaphosidae	1	1	3	1	2	8
Total de individuos		40	48	16	19	19	142

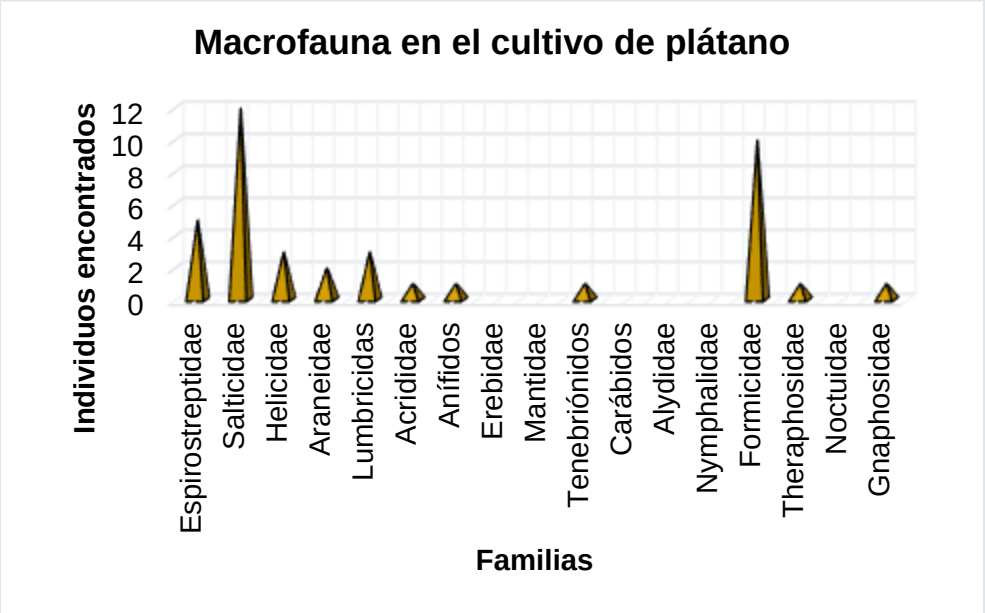
Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede apreciar que los grupos taxonómicos más abundantes y de mayor frecuencia en los muestreos de suelo fueron las familias Formicidae, Salticidae, Espirostreptidae, Lumbricidas, Gnaphosidae, Helicidae, Araneidae y Tenebriónidos. Estos resultados obtenidos, indican el papel importante que juegan los macroinvertebrados en la productividad de los agroecosistemas, no solo como plagas o vectores sino como benéficos del suelo.

7.3.1. Familias de macrofauna presentes por cultivo

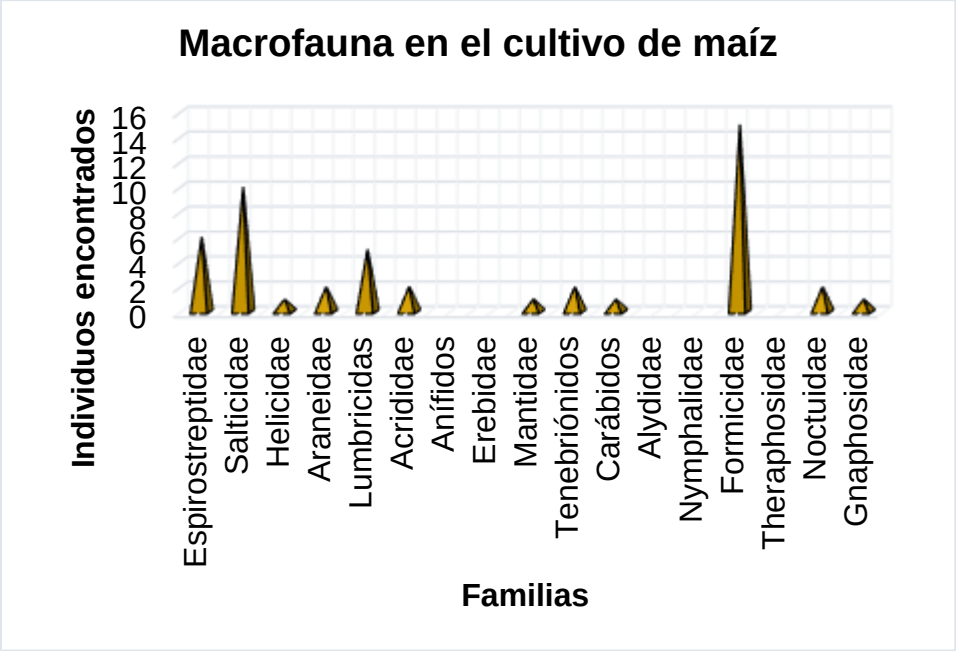
El comportamiento de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados, de acuerdo al área muestreada, indica que el mayor número de familias se presentó en el cultivo de maíz con 14 familias correspondiente a 73 individuos, seguidos del cultivo de cítricos con 9 familias con 40 individuos, piña 8 familias con 50 individuos y para la última área muestreada con 7 familias correspondiente a 32 individuos (figura)

Figura 11. Macrofauna encontrada en el cultivo de plátano



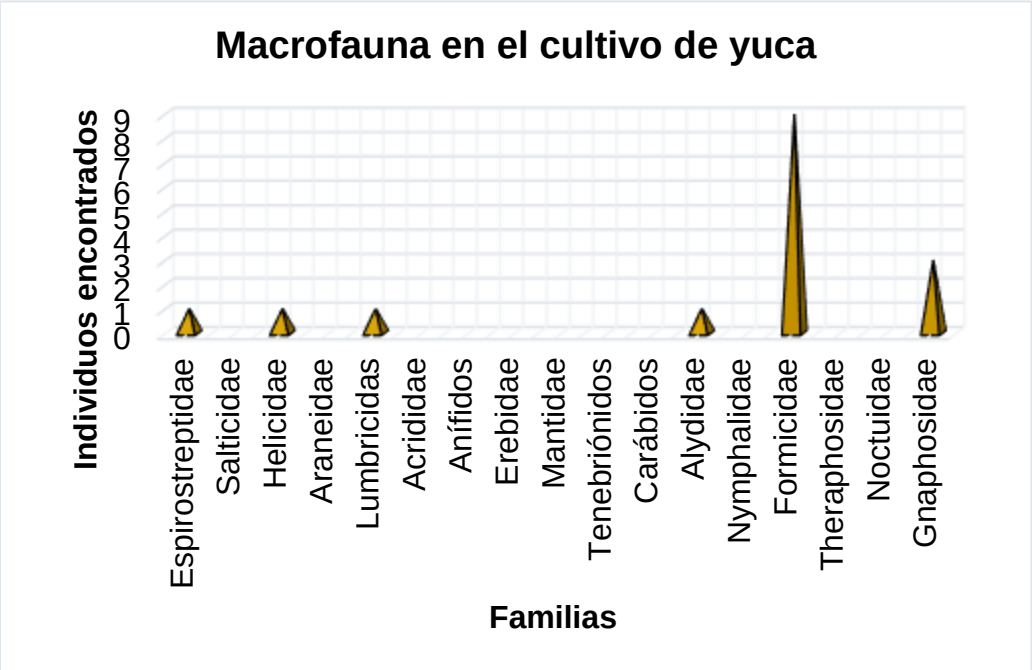
Fuente: Propia

Figura 12. ***M*acrofauna encontrada en el cultivo de maíz**



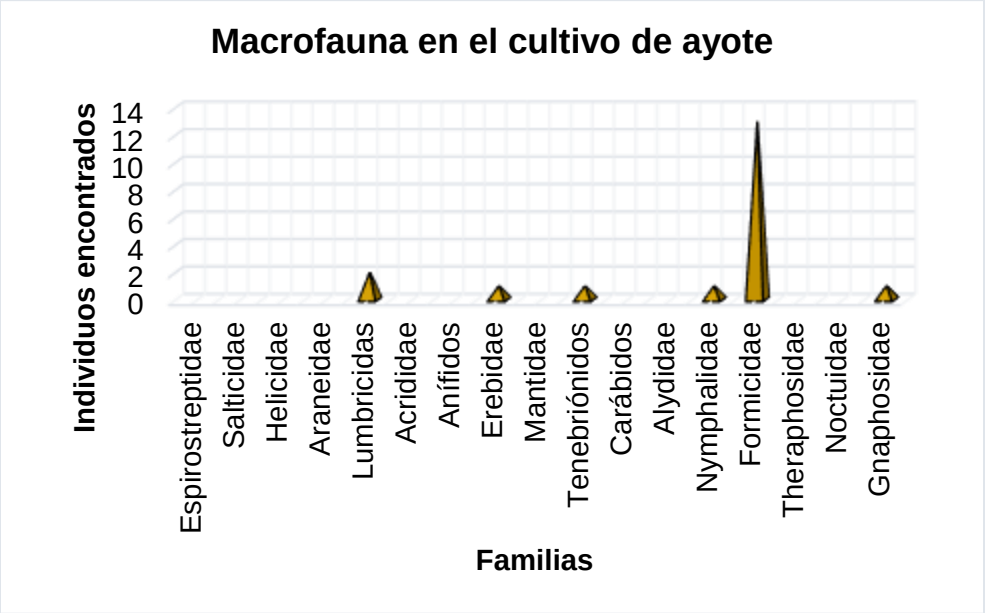
Fuente: Propia

Figura 13. ***M*acrofauna encontrada en el cultivo de yuca**



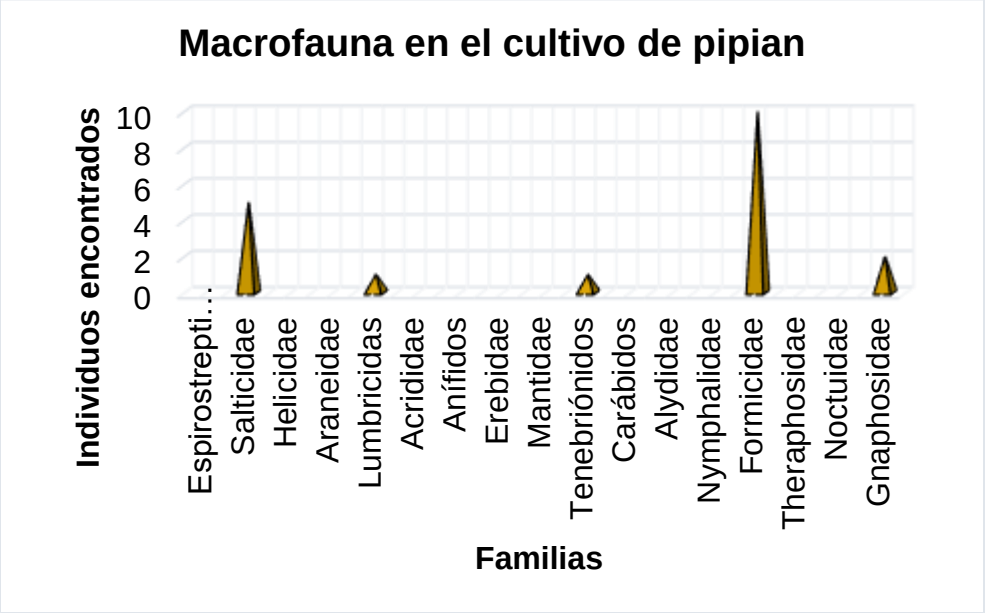
Fuente: Propia

Figura 14. ***M*acrofauna encontrada en el cultivo de ayote**



Fuente: Propia

Figura 15. ***M*acrofauna encontrada en el cultivo de pipian**



Fuente: Elaboración propia

Esta diversidad de familia por área corresponde a diferentes factores: tipo de cultivo, la etapa de desarrollo y las fechas de muestreos.

En el cultivo de plátano se registró mayormente insectos de la familia Scarabeidae, llamadas con frecuencia arañas saltadoras, saltarinas o caza moscas, son una familia de pequeñas arañas araneomorfas, que cazan al acecho y en las que destaca su agilidad en el salto y su vista, inusualmente eficaz entre las arañas. De igual manera se presentó en los cultivos de maíz y cítricos como insectos de mayor frecuencia y abundancia.

Otro insecto que se registró de manera abundante en las cuatro áreas de muestreo pertenece a la familia Formicidae, las hormigas son extremadamente importantes en los ecosistemas porque participan en diversos procesos ecológicos como la dispersión de semillas, modifican la estructura del ambiente terrestre, y el reciclaje de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica.

La familia Espirostreptidae es el tercer grupo de insectos de mayor abundancia registrados en este estudio en las cuatro áreas de muestreo. También se registró otras familias de insectos en bajas poblaciones que igualmente juegan roles de mucha importancia dentro de los agroecosistemas para su sostenibilidad.

7.3.2. Descripción de la macrofauna presente en la Finca El Rodeo

- Familia Espirostreptidae

Figura 16. Spirostreptus

Larva, adulta
Fuente: Propia

Tabla 18. Taxonomía Spirostreptus

Taxonomía	
Nombre común:	Milpies
Nombre científico	*Spirostreptus*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Myriapoda
Clase:	Diplopoda
Orden:	Spirostreptida
Familia:	Spirostreptidae
Género:	Espirostreptus

- **Descripción**

Los milpiés (de origen latino mille, "mil", y pes, "pie") son un grupo de artrópodos que se caracterizan por tener dos pares de patas articuladas en la mayoría de los segmentos corporales; se les conoce científicamente como la clase Diplopoda, nombre derivado de esta característica.

Cada segmento de dos patas es el resultado de dos segmentos simples fusionados. La mayoría de los milpiés tienen cuerpos cilíndricos o aplanados muy alargados con más de 20 segmentos, mientras que los milpiés píldora son más cortos y pueden enrollarse en una bola apretada. Aunque el nombre "milpiés" deriva del latín para "mil pies", no se sabía que ninguna especie tuviera 1000 o más hasta el descubrimiento en 2020 de Eumillipes persephone, que puede tener más de 1300 patas.

- Familia Salticidae

Figura 17. Metacyrba taeniola

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 19. Taxonomía de Metacyrba taeniola

Taxonomía	
Nombre común:	Araña saltadora
Nombre científico:	*Metacyrba taeniola*

Taxonomía	
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Queliceratas
Clase:	Arácnidos
Orden:	Araneae
Familia:	Salticidae
Género:	Metacyrba

- **Descripción:**

es una especie de araña de la familia Salticidae, las arañas saltadoras. Los machos crecen hasta una longitud de 4,4 a 6,0 milímetros (0,17 a 0,24 pulgadas), mientras que las hembras alcanzan los 5,0 a 7,2 mm (0,20 a 0,28 pulgadas).

- **Familia Helicidae**

Figura 18. Cornu aspersum

Adulta y Larva	
Fuente: Propia	

Tabla 20. Taxonomía de Cornu aspersum

Taxonomía	
Nombre común:	Caracol del jardín
Nombre científico:	Cornu aspersum
Reino:	Animalia
Filo:	Moluscos
Subfilo:	-
Clase:	Gasterópodos
Orden:	Estilomatóforo
Familia:	Helicidae
Género:	Cornu

- **Descripción:**

conocido con el nombre común de caracol de jardín, es una especie de caracol terrestre de la familia Helicidae, que incluye algunos de los caracoles terrestres más conocidos. De todos los moluscos terrestres, esta especie puede ser la más conocida.

El caracol es apreciado como alimento en algunas zonas, pero también se lo considera una plaga en los jardines y en la agricultura, especialmente en regiones donde se lo ha introducido accidentalmente y donde no se lo considera habitualmente un elemento del menú.

El cuerpo es blando y viscoso, de color gris parduzco, y puede retraerse completamente dentro de la concha, lo que hace el animal cuando está inactivo o amenazado. Cuando está herido o muy irritado, el caracol produce una espuma

defensiva de moco que puede repeler a algunos enemigos o abrumar a las pequeñas hormigas agresivas y similares. No tiene opérculo; durante el tiempo seco o frío, sella la abertura de la concha con una fina membrana de moco seco; el término para dicha membrana es epifragma. El epifragma ayuda al caracol a retener la humedad y lo protege de pequeños depredadores como algunas hormigas.

- **Familia Araneidae**

Figura 19. Hypsosinga funebris

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 21. Taxonomía de Hypsosinga funebris

Taxonomía	
Nombre común:	Araña tejedora de orbes de jardín
Nombre científico:	Hypsosinga funebris
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Queliceratas
Clase:	Arácnidos

Taxonomía	
Orden:	Araneae
Familia:	Araneidae
Género:	Hiposinga

- **Descripción**

Una especie de araña tejedora de orbes de lafamilia Araneidae. Se encuentra en Estados Unidos y Canadá.

Figura 20. Micrathena gracilis

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 22. Taxonomía de Micrathena gracilis

Taxonomía	
Nombre común:	Araña espinoza
Nombre científico:	*Micrathena gracilis*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda

Taxonomía	
Subfilo:	Chelicerata
Clase:	Arachnida
Orden:	Araneae
Familia:	Araneidae
Género:	Micrathena

- **Descripción**

La araña conocida como spined micrathena (Micrathena gracilis) es una especie de araña de la familia Araneidae (arañas de telas orbiculares). Su red mide unos 30 cm de diámetro. La hembra mide 8-10 mm de largo. Es inofensiva para el humano. Se distribuye por Estados Unidos, México y Centroamérica.

Figura 21. Socca pustulosa

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 23. Taxonomía de Socca pustulosa

Taxonomía	
Nombre común:	Araña tejedora de orbes de jardín
Nombre científico:	Socca pustulosa
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Queliceratas
Clase:	Arácnidos
Orden:	Araneae
Familia:	Araneidae
Género:	Socca

- **Descripción**

Socca pustulosa es un ejemplo perfecto de una araña tejedora de orbes simétricos, con su intrincada y brillante telaraña que representa el pináculo de la evolución de las arañas. Sus características abdominales son las más distintivas: forma aproximadamente triangular con dos jorobas notables hacia el frente y protuberancias de cinco puntas en el abdomen posterior dorsal.

Más interesante aún, la mayoría están cubiertas con un patrón en forma de hoja y varias coloraciones en la superficie abdominal, desde marrón rojizo hasta amarillo o incluso verde, mientras que algunas tienen colores más apagados como grises, blancos o negro puro.

- **Familia Lumbricidas**

Figura 22. Lumbricus terrestris

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 24. Taxonomía Lumbricus terrestris

Taxonomía	
Nombre común:	Lombriz de tierra
Nombre científico:	Lumbricus terrestris
Reino:	Animalia
Filo:	Anélidos
Subfilo:	-
Clase:	Clitellata
Orden:	Opisthopora
Familia:	Lumbricidas
Género:	Lumbrico

- **Descripción**

es una especie de gusano rojizo y grandeque se cree que es originaria de Europa occidental y que actualmente se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo (junto con otros lumbricidos). En algunas áreas donde es una especie introducida, algunas personas la consideran una plaga importante que compite con los gusanos nativos.

Aunque no es la lombriz de tierra más abundante, incluso en su área de distribución nativa, es una especie de lombriz de tierra muy visible y familiar en los suelos agrícolas y de jardines de la zona templada, y se la ve con frecuencia en la superficie, a diferencia de la mayoría de las otras lombrices de tierra. También se utiliza como lombriz de tierra de ejemplo para millones de estudiantes de biología en todo el mundo, incluso en áreas donde la especie no existe. Sin embargo, "lombriz de tierra" puede ser una fuente de confusión ya que, en la mayor parte del mundo, otras especies son más típicas.

- **Familia Acrididae**

Figura 23. Acrida sp

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 25. Taxonomía de Acrida sp

Taxonomía	
Nombre común:	Saltamontes
Nombre científico:	*Acrida sp*
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insectos
Orden:	Orthoptera
Familia:	Acrididae
Género:	Acrida

- **Descripción:**

Acrida es un género de saltamontes de la familia Acrididae. El género contiene alrededor de 40 especies que se encuentran en África, Europa, Asia, América del Norte, Hawái y Australia. Los insectos de este género son omnívoros y son conocidos como una plaga de muchos cultivos agrícolas.

- **Familia Anífinos**

Figura 24. Hibana gracilis

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 26. Taxonomía de Hibana gracilis

Taxonomía	
Nombre común:	Araña fantasma de jardín
Nombre científico:	Hibana gracilis
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Queliceratas
Clase:	Arácnidos
Orden:	Araneae
Familia:	Anífinos
Género:	Hibana

- **Descripción:**

La araña fantasma de jardín, Hibana gracilis, es una especie de araña fantasma de la familia Anyphaenidae. Se encuentra en Estados Unidos y Canadá.

- **Familia: Erebidae**

Figura 25. Mocis latipes

Larva
Fuente: Propia

Tabla 27. Taxonomía de Mocis latipes

Taxonomía	
Nombre común:	Gusano Medidor
Nombre científico:	Mocis latipes
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insectos
Orden:	Lepidópteros

Taxonomía	
Familia:	Erebidae
Género:	Mocis

- **Descripción**

Este es un insecto del orden Lepidoptera, nocturna, familia (Erebidae), nombre Mocis latipes.

Tal como es típico en los lepidopteras, esta especie cumple un estado de metamorfosis completa, que inicia como huevo, prosigue con su etapa como larva, hasta llegar a pupa y luego eclosiona la mariposa su etapa adulta y final; en su estado de larva las etapas que también se les dice estadio, van a ir cambiando conforme va creciendo.

Por lo general, la hembra deposita en la superficie de una hoja un huevo o más, es color verde amarillento brillante, en el puro centro del dorso dos líneas segmentadas amarillas seguidas por una línea amarilla más ancha casi en los laterales, cabeza color crema con líneas en los laterales amarilla seguida por una roja y blanca con un surtido de puntos negros en los laterales de la cabeza, puede llegar a medir 35 milímetros aproximadamente

- **Familia: Mantidae**

Figura 26. Mantis religiosa ssp

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 28. Taxonomía de Mantis religiosa ssp

Taxonomía	
Nombre común:	Mantis religiosa
Nombre científico:	Mantis religiosa ssp
Reino:	Animalia
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insectos
Orden:	Mantodea
Familia:	Mantidae
Género:	Mantis

- **Descripción:**

nombre común mantis religiosa se deriva de la postura distintiva del primer par de patas que se puede observar en animales en reposo. Se asemeja a una actitud de oración, Tanto los machos como las hembras tienen cuerpos alargados con dos pares de alas. Las características más llamativas que comparten todos los Mantodea son una cabeza triangular muy móvil con grandes ojos compuestos y su primer par de patas (las ' patas rapaces '), que está altamente modificado para la captura y sujeción eficiente de presas que se mueven rápidamente o vuelan.

- **Familia Tenebriónidos**

Figura 27. Opatroides punctulatus

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 29. Taxonomía de Opatroides punctulatus

Taxonomía	
Nombre común:	Escarabajo Oscuro
Nombre científico:	Opatroides punctulatus
Reino:	Animalia
Filo:	Arrópodos
Subfilo:	Hexapoda

Taxonomía	
Clase:	Insectos
Orden:	Coleópteros
Familia:	Tenebriónidos
Género:	Opatroides

- **Descripción:**

Es una especie de escarabajo oscuro de la familia Tenebrionidae.

- **Familia Carábidos**

Figura 28. Pterostichus melanarius

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 30. Taxonomía de Pterostichus melanarius

Taxonomía	
Nombre común:	Escarabajo
Nombre científico:	Pterostichus melanarius
Reino:	Animalia

Taxonomía	
Filo:	Artrópodos
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insectos
Orden:	Coleópteros
Familia:	Carábidos
Género:	Pterostico

- **Descripción:**

Los adultos de P. melanarius crecen hasta alcanzar una longitud de 12 a 18 mm. Son de color negro con estrías rectas en sus élitros. "Se distinguen de otras especies de Pterostichus por su carena laterobasal y los ángulos posteriores dentados del pronoto.

Los adultos tienen dimorfismo alar, caracterizado por escarabajos braquípteros y escarabajos macrópteros. Los escarabajos braquípteros tienen alas traseras acortadas y no pueden volar. Los escarabajos macrópteros tienen alas traseras maduras y pueden volar.

- **Familia Alydidae**

Figura 29. Leptocorisa chinensis

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 31. Taxonomía de Leptocorisa chinensis

Taxonomía	
Nombre común:	Chinche de arroz
Nombre científico:	*Leptocorisa chinensis*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	-
Clase:	Insecta
Orden:	Hemiptera
Familia:	Alydidae
Género:	Leptocorisa

- **Descripción**

Leptocorisa es un género de insectos de cabeza ancha de la familia Alydidae. Hay alrededor de 17 especies descritas en Leptocorisa, algunas de las cuales se conocen como "chinches del arroz" o chinches gundhi (en la India); se encuentran en el sur y este de Asia y en Oceanía.

- **Familia Nymphalidae**

Figura 30. Euptoieta hortensia

Larva
Fuente: Propia

Tabla 32. Taxonomía de Euptoieta hortensia

Taxonomía	
Nombre común:	Mariposa Hortensia
Nombre científico:	*Euptoieta hortensia*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera

Taxonomía	
Familia:	Nymphalidae
Género:	Euptoieta

- **Descripción**

Es una mariposa grande con una parte superior de color naranja claro, sin marcas en los cuartos traseros, justo en el borde de una delgada línea doble marrón y una línea de puntos marrones. El reverso es naranja cobrizo con los mismos ornamentos discretos.

- **Familia Formicidae**

Figura 31. Camponotus pennsylvanicus

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 33. Taxonomía de Camponotus pennsylvanicus

Taxonomía	
Nombre común:	Hormiga carpintera macho alado
Nombre científico:	*Camponotus pennsylvanicus*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hymenoptera
Familia:	Formicidae
Género:	Camponotus

- **Descripción**

Camponotus es un género de hormigas de la subfamilia Formicinae, con el tórax en arco convexo y el pedicelo formado por un solo segmento. Son un grupo ecológicamente diverso distribuido en todas las regiones del mundo. Las hormigas del género Camponotus comprenden un grupo ecológico diverso, desde las conocidas "hormigas madereras" o "carpinteras", hasta algunas que consumen miel y algunas tejedoras. Están distribuidas prácticamente en todas las regiones del mundo donde hay hormigas, aunque hay mayor cantidad de especies en la región Neotropical, en especial en Norteamérica.

- **Familia Theraphosidae**

Figura 32. Kochiana brunnipes

Adulta
Fuente: Propia

Tabla 34. Taxonomía de Kochiana brunnipes

Taxonomía	
Nombre común:	Tarantula de pata rosa enana
Nombre científico:	*Kochiana brunnipes*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Chelicerata
Clase:	Arachnida
Orden:	Araneae
Familia:	Theraphosidae
Género:	Kochiana

- **Descripción**

Kochiana es un género monotípico de tarántulas brasileñas que contiene la única especie, Kochiana brunnipes o la pata rosa enana. [Cita requerida] Fue descrito por primera vez por C. L. Koch en 1841 con el nombre de "Mygale brunnipes", y fue transferido a su propio género en 2008. A partir de abril de 2020, solo se ha encontrado en Brasil.

Tienen cefalotórax negros y abdomen con pelos urticantes dorados. Las coxas, los trocánteres y los fémures también son negros, pero las rótulas, las tibias, los metatarsos y los tarsos son de color marrón claro rojizo. Los machos de K. brunnipes difieren de otros de la subfamilia Theraphosinae por tener un émbolo largo y apuntando hacia abajo con quillas accesorias prolaterales, y por la capacidad del primer metatarso para plegarse entre las dos ramas del espolón tibial.

- **Familia Noctuidae**

Figura 33. Trichoplusia ni

Larva
Fuente: Propia

Tabla 35. Taxonomía de Trichoplusia ni

Taxonomía	
Nombre común:	Gusano falso medidor
Nombre científico:	*Trichoplusia ni*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Hexapoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera
Familia:	Noctuidae
Género:	Trichoplusia

- **Descripción**

La oruga de la col o gusano medidor falso (Trichoplusia ni) es un miembro de la familia de polillas Noctuidae. Se encuentra en la ecozona paleártica sur, América del Norte, partes de África y la mayor parte de Europa (principalmente en Europa meridional) y la región indoaustraliana. En el Reino Unido, donde el adulto es principalmente migrante (a veces en gran número), es rara su reproducción.

Esta oruga, considerada un gusano medidor, es lisa y de color verde pálido con rayas blancas y es una de las muchas especies que reciben el nombre de gusano u oruga de la col. Se la denomina "looper" en inglés ("que se arquea"), ya que arquea su cuerpo al desplazarse en forma similar a los gusanos medidores. Esta especie es muy destructiva para las plantas debido a su voraz consumo de hojas.

- **Familia Gnaphosidae**

Figura 34. Drassyllus praeficus

Joven
Fuente: Propia

Tabla 36. Taxonomía de Drassyllus praeficus

Taxonomía	
Nombre común:	Araña araneomorfa
Nombre científico:	*Drassyllus praeficus*
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Chelicerata
Clase:	Arachnida
Orden:	Araneae
Familia:	Gnaphosidae
Género:	Drassyllus

- **Descripción**

Epigyne claramente estructurado, lateralmente con estructuras esclerotizadas. Prosoma de color marrón-negro a negro. Piernas más brillantes que el prosoma. Opistosoma de color marrón-negro a negro, con escutícula de color marrón oscuro.

- ✓ Longitud del cuerpo macho: 5,0-6,7 mm
- ✓ Longitud del cuerpo hembra: 4,9-8,1 mm

Se encuentra en localidades secas y abiertas como laderas, estepas rocosas, prados secos y viñedos.

7.4. Determinación del grado de complejidad del manejo y diseño de la biodiversidad de la finca El Rodeo.

7.4.1. Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva

Tabla 37. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) de la Finca el Rodeo.

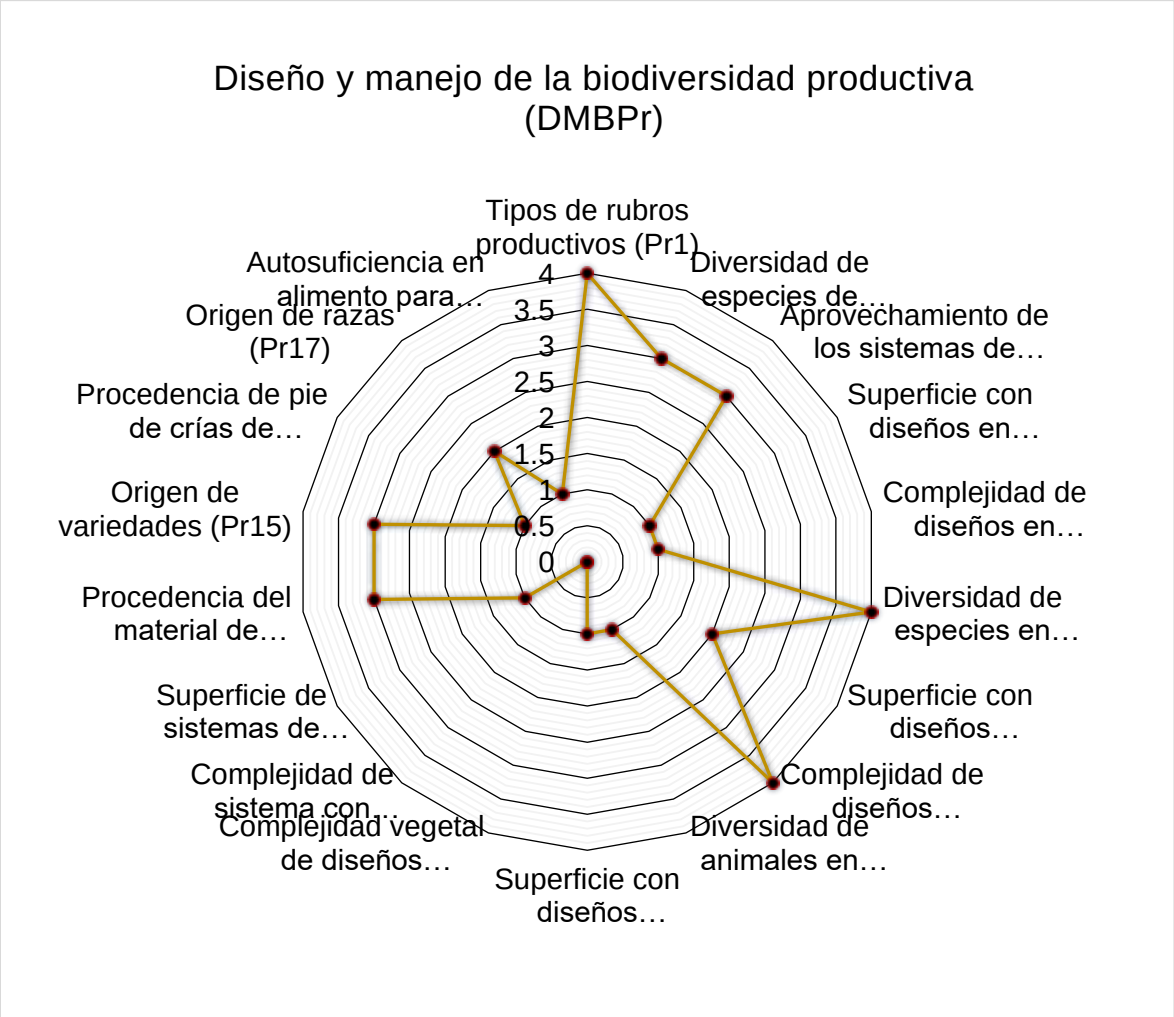
Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Tipos de rubros productivos (Pr_1)	ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales y animales.	4
Diversidad de especies de cultivos herbáceos y arbustivos (Pr_2)	7-10 cultivos	3
Aprovechamiento de los sistemas de cultivos temporales (Pr_3)	más del 50 % de la superficie con dos siembras	3

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Superficie con diseños en policultivos (Pr_4).	menos 26 %	1
Complejidad de diseños en policultivos (Pr_5)	dos especies asociadas o intercaladas	1
Diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos (Pr_6)	más de tres especies	4
Superficie con diseños agroforestales (Pr_7)	26-50 %	2
Complejidad de diseños agroforestales (Pr_8)	más de cuatro especies integradas	4
Diversidad de animales en sistemas de crianza (Pr_9)	1-2 especies	1
Superficie con diseños silvopastoriles (Pr_{10})	menos 26 %	1
Complejidad vegetal de diseños silvopastoriles (Pr_{11})	Ninguna especie integrada	0
Complejidad de sistema con diseño mixto (Pr12)	No hay especies integradas en la misma superficie	0
Superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr_{13}). (Pr_4 + Pr_7 + PR_{10} + Pr_{12}).	menos 26 %	1
Procedencia del material de siembra (Pr_{14})	más 50-70 % forma	3

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
	productiva propia	
Origen de variedades (Pr_{15})	más 60 % obtenido en la forma productiva y propia	3
Procedencia de pie de crías de animales (Pr16)	100 % nacional	1
Origen de razas (Pr_{17})	entre 40-60 % nacional-importado	2
Autosuficiencia en alimento para animales de crianza (Pr_{18})	genera hasta el 25 %	1
$\boldsymbol{DMBPr = \sum [2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18]/23}$		**1.87**

Fuente: Propia

Figura 35. **Diseño y manejo de la biodiversida productiva (DMBPr)**



Fuente: Propia

7.4.2. Manejo y conservación de suelos

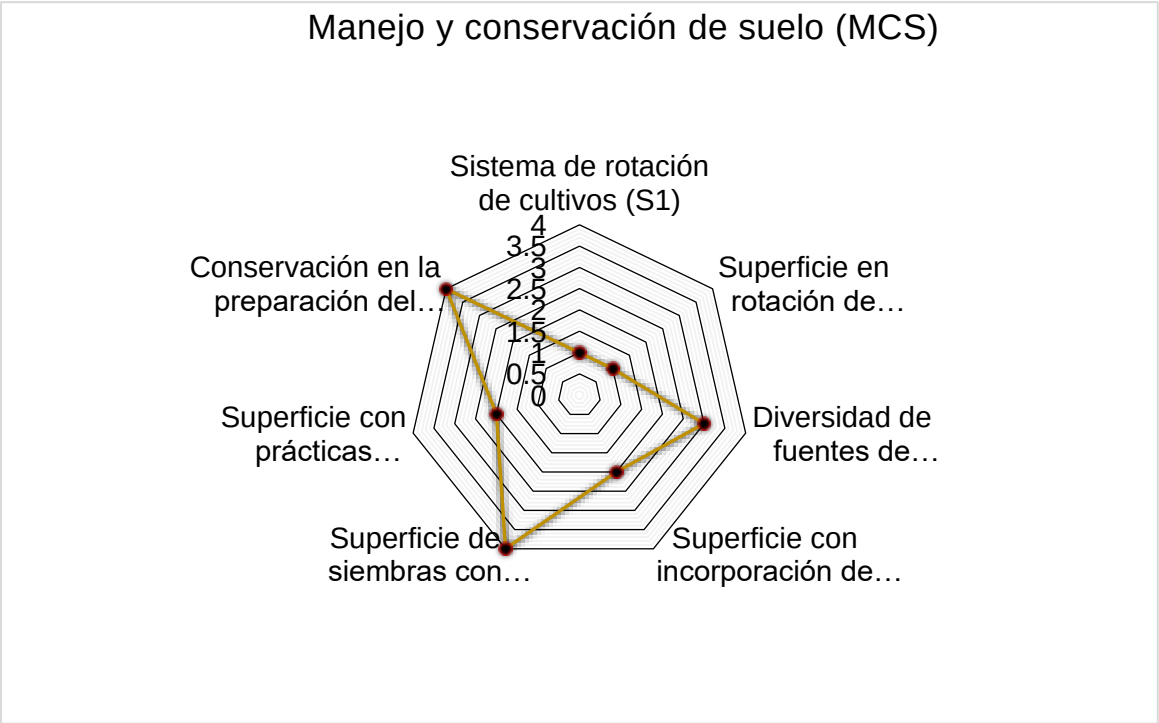
Tabla 38. Manejo y conservación de suelos (MCS) en la Finca El Rodeo

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Sistema de rotación de cultivos (S_1)	rota, pero sin estar planificado o diseñado	1

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Superficie en rotación de cultivos (S_2)	rota hasta el 25 % de los campos de cultivos temporales y anuales	1
Diversidad de fuentes de biomasa orgánica (S_3)	cuando incorpora tres tipos	3
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S_4)	entre el 26 y 50 %	2
Superficie de siembras con laboreo mínimo o sin laboreo (S_5)	más del 50 %	4
Superficie con prácticas antierosivas (S6)	entre el 26 y 50 % superficie sistema	2
Conservación en la preparación del suelo (S_7)	Solamente utiliza implementos de conservación del suelo	4
$\boldsymbol{MCS = \sum [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7]/9}$		**2.22**

Fuente: Propia

Figura 36. **Manejo y conservación de suelos (MCS)**



Fuente: Propia

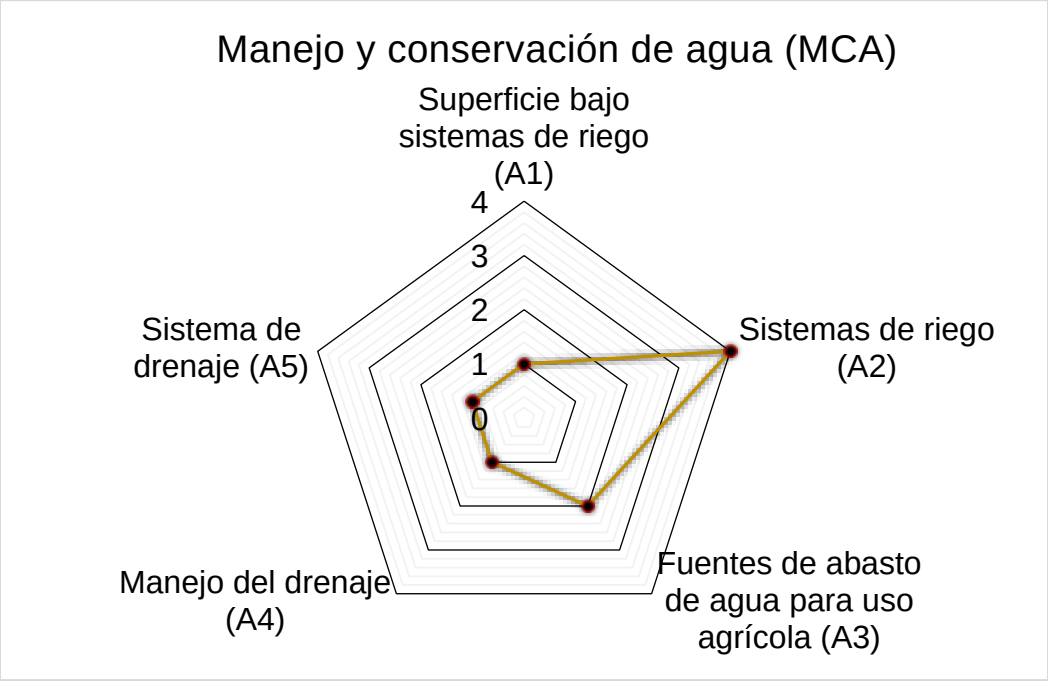
7.4.3. Manejo y conservación de agua

Tabla 39. Manejo y conservación de agua (MCA) en la Finca El Rodeo

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Superficie bajo sistemas de riego (A_1)	menos 25 % de la superficie	1
Sistemas de riego (A_2)	goteo (localizado)	4
Fuentes de abasto de agua para uso agrícola (A_3)	Pozo	2
Manejo del drenaje (A_4)	menos 25 % de la superficie	1
Sistema de drenaje (A_5)	creado naturalmente	1
$\boldsymbol{MCA = \sum [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5]/7}$		**1.71**

Fuente: Propia

Figura 37. **Manejo y conservación de agua (MCA)**



Fuente: Propia

7.4.4. Manejo de las intervenciones sanitarias de rubros productivos

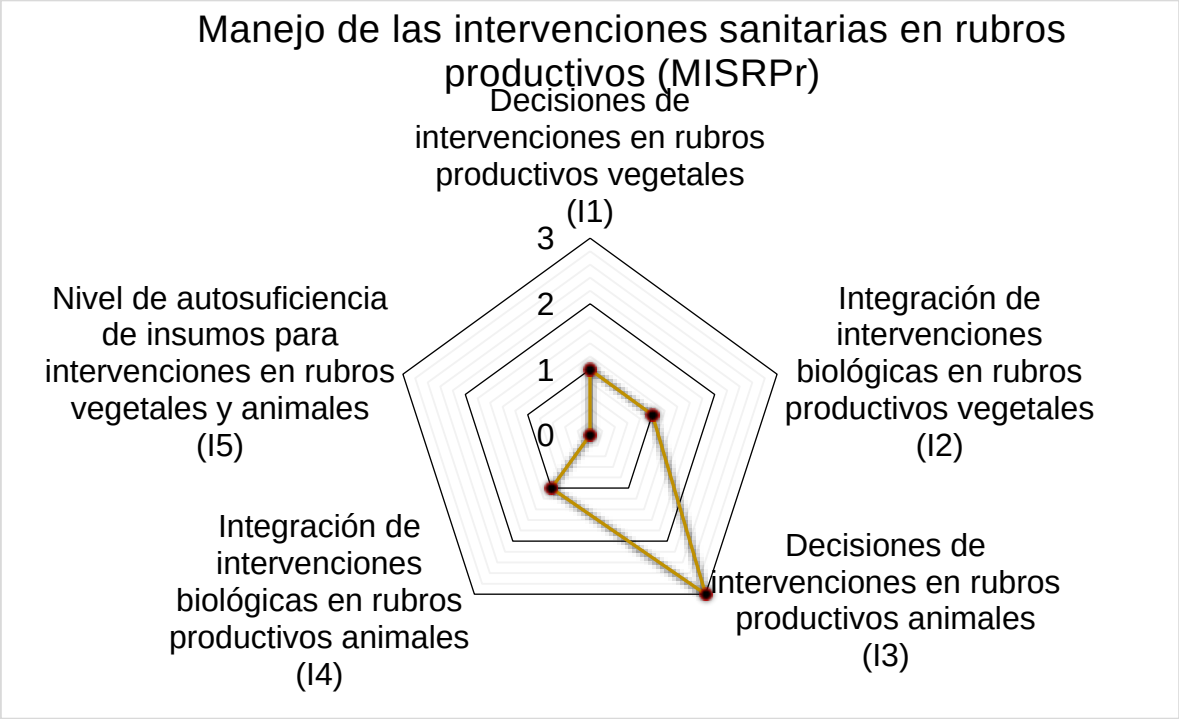
Tabla 40. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en la Finca El Rodeo

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales (I_1)	cuando realiza igual o mayor número de intervenciones	1
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I_2)	menos del 20 % de insumos biológicos	1

Decisiones de intervenciones en rubros productivos animales (I_3)	cuando se han reducido entre un 41-60 %	3
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos animales (I_4)	menos del 20 % de insumos biológicos	1
Nivel de autosuficiencia de insumos para intervenciones en rubros vegetales y animales (I_5)	No genera	0
$\boldsymbol{MISRPr} = \sum [\boldsymbol{I1} + \boldsymbol{2I2} + \boldsymbol{I3} + \boldsymbol{2I4} + \boldsymbol{I5}]/\boldsymbol{7}.$		**1.14**

Fuente: Propia

Figura 38. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)



Fuente: Propia

7.4.5. Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar

Tabla 41. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en la Finca El Rodeo

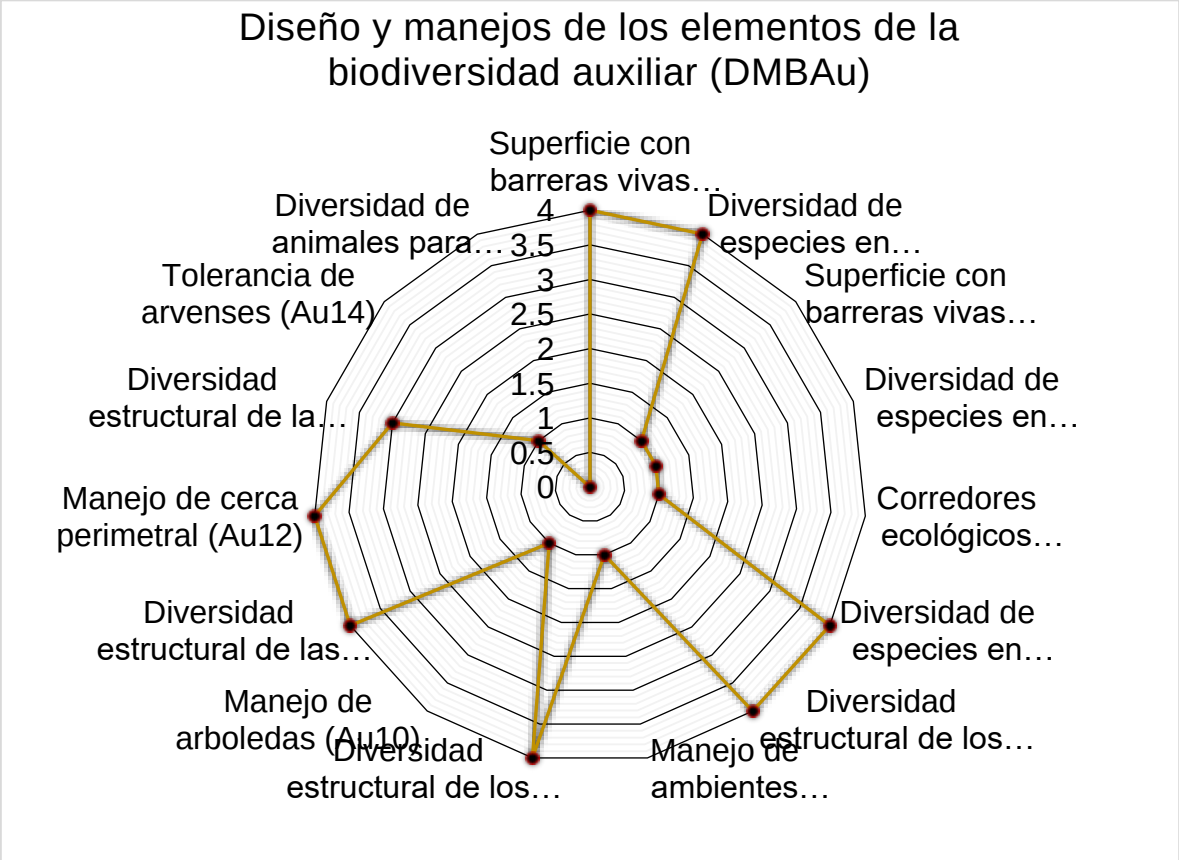
Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Superficie con barreras vivas laterales (Au_1)	más 75 % campos	4
Diversidad de especies en barreras vivas laterales (Au_2)	más de tres especies	4
Superficie con barreras vivas intercaladas (Au_3)	Menos 25 % campos	1
Diversidad de especies en barreras vivas intercaladas (Au_4)	una especie	1
Corredores ecológicos internos (Au_5)	existen, pero sin considerar sus funciones	1
Diversidad de especies en corredores ecológicos internos (Au_6)	más de tres especies predominantes	4
Diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (Au_7)	más de tres especies arbustivas o arbóreas	4

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Manejo de ambientes seminaturales (Au_8)	existen, pero sin considerar sus funciones	1
Diversidad estructural de los ambientes seminaturales (Au_9)	predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	4
Manejo de arboledas (Au_{10})	existen, pero sin considerar sus funciones	1
Diversidad estructural de las arboledas (Au11)	predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	4
Manejo de cerca perimetral (Au_{12})	más 75 %	4
Diversidad estructural de la cerca viva perimetral (Au_{13})	1 -2 especies arbóreas, arbustivas, herbáceas integradas	3

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Tolerancia de arvenses (Au_{14})	solo en la etapa final del cultivo	1
Diversidad de animales para labores (Au15)	Ninguna especie	0
$\boldsymbol{DMBAu = \sum [2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]/22}$		**2.14**

Fuente: Propia

Figura 39. **Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)**



Fuente: Propia

7.4.6. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada

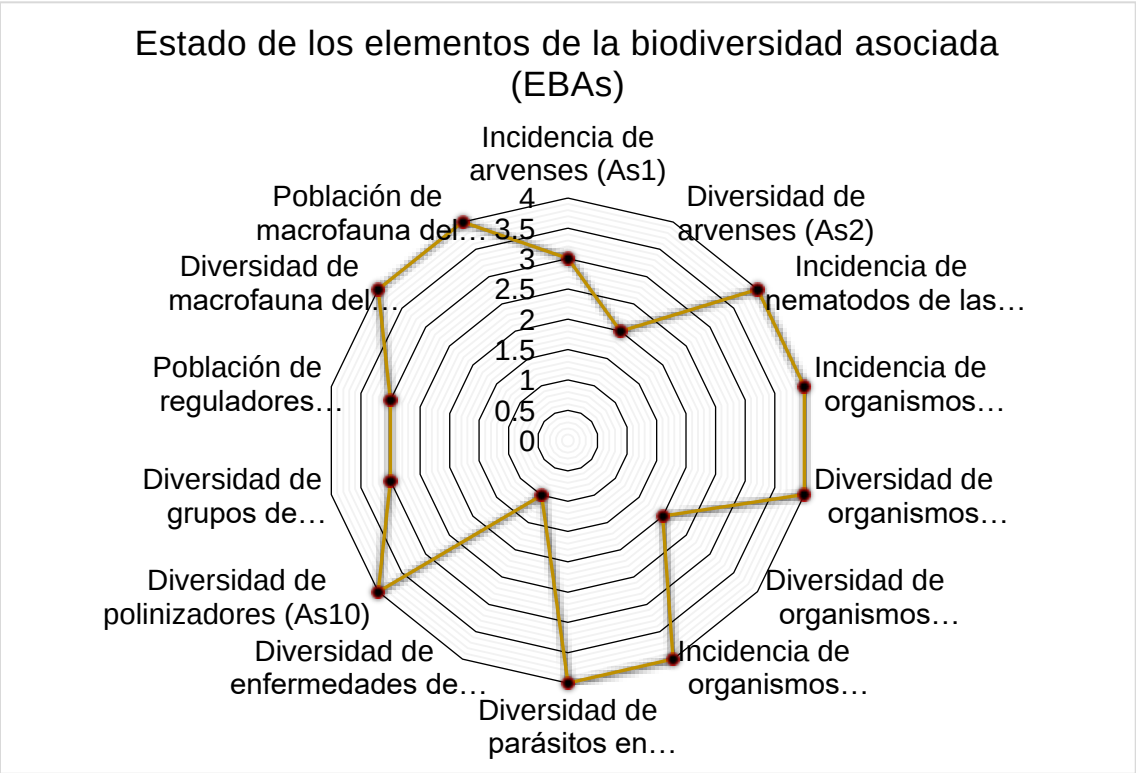
Tabla 42. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en la Finca El Rodeo

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Incidencia de arvenses (As_1)	entre 26-50 % grado de enmalezamiento	3
Diversidad de arvenses (As_2)	se observan 3-7 especies	2
Incidencia de nematodos de las agallas (As_3)	menos 25 %	4
Incidencia de organismos nocivos en los cultivos (As_4)	menos 25 %	4
Diversidad de organismos nocivos fitófagos (As_5)	se observan más de tres especies	4
Diversidad de organismos nocivos fitopatógenos (As_6)	se observan dos especies	2
Incidencia de organismos nocivos en los animales de cría (As_7)	menos 25 %	4

Indicadores	Complejidad	Finca El Rodeo
Diversidad de parásitos en animales de cría (As_8)	se observan más de tres especies	4
Diversidad de enfermedades de animales de cría (As_9)	se observa una enfermedad	1
Diversidad de polinizadores (As_{10})	se observan más de tres especies	4
Diversidad de grupos de reguladores naturales (As_{11})	Se observa de uno a cinco	3
Población de reguladores naturales (As12)	Más de 10 individuos	3
Diversidad de macrofauna del suelo (As13)	más de 4,5 especies	4
Población de macrofauna del suelo (As14)	más de 10 individuos/m^2	4
$\boldsymbol{EBAs = \sum [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16}$.		**3.31**

Fuente: Propia

Figura 40. **Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)**



Fuente: Propia

7.4.7. Coeficiente y manejo de la biodiversidad (CMB), de la finca El Rodeo

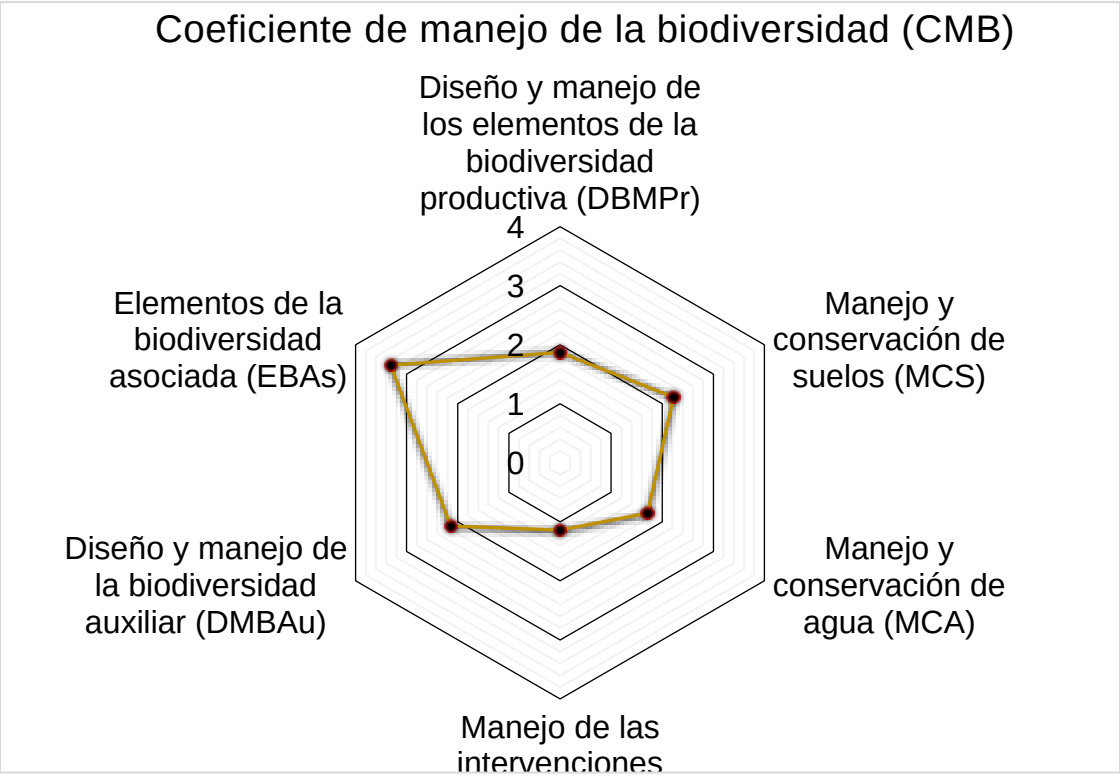
La biodiversidad mueve nuestro mundo y su manejo óptimo conlleva la preservación de las especies dentro de un sistema. En el sistema productivo San Pedro, el coeficiente de manejo de biodiversidad es de 1.50, clasificado como sistema poco complejo (pc). Este resultado está estrechamente relacionado al manejo de los rubros productivos, la biodiversidad del sistema, implementación de prácticas conservacionistas de los recursos y a la diversificación del mismo.

Tabla 43. Resultado del coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB) en la Finca El Rodeo

Componentes	Valor de indicador
Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DBMPr)	1.87
Manejo y conservación de suelos (MCS)	2.22
Manejo y conservación de agua (MCA)	1.71
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	1.14
Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	2.14
Elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	3.31
$\boldsymbol{CMB = \sum [DMBPr + MCS + MCA + MISRPr + DMBAu + EBAs]/6}$	**2.065**

Fuente: Propia

Figura 41. **Resultado del coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB)**



Fuente: Propia

7.4.8. Resultado del grado de complejidad según Vázquez Moreno en la finca El Rodeo

Tabla 44. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de la Finca El Rodeo

CMB	Grado de complejidad de la biodiversidad
0,1-1,0	Simplificado (s)
1,1-2,0	Poco complejo (pc)
2,1-3,0	**Medianamente complejo (mc)**
3,1-3,5	Complejo (c)

CMB	Grado de complejidad de la biodiversidad
3,6-4,0	Altamente complejo (ac)

Fuente: Propia.

7.5. Determinación del grado de sostenibilidad por HESOFI agroambiental, social político, cultural y económico.

El sistema productivo de la finca El rodeo según Vázquez, tiene un diseño y manejo de su biodiversidad medianamente complejo (mc), por lo cual se aplicó la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca (HESOFI), para determinar el índice de sostenibilidad según sus criterios; sociopolítico-cultural, Económica, y Agroambiental.

Tabla 45. Resumen de nivel de sostenibilidad de HESOFI

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%) FINCA EL RODEO
SOCIO - POLITICO – CULTURAL	BIENESTAR (ALIMENTACIÓN, SALUD Y EDUACIÓN)	S1	Conservación del producto	25
		S2	Diversificación de la dieta	50
		S3	Autoconsumo	25
		S4	Acceso a los servicios	100
		S5	Condiciones de la vivienda	80
		S6	Oportundidades de educación	50
SOCIO - POLITICO - CULTURAL	RELACIONES INTERNAS (A LA FINCA)	S7	Jóvenes involucrados	50
		S8	Papel de los jovenes	100

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%) FINCA EL RODEO
		S9	Mujeres involucradas	0
		S10	Papel de las mujeres	0
		S11	Democracia de los procesos internos	100
		S12	Planificación de la finca	100
	RELACIONES EXTERNAS (DE LA FINCA)	S13	Relaciones con instituciones públicas y privadas	0
		S14	Relaciones con realiddes colectivas locales	0
		S15	Participación en las realidades colectivas locales	100
		S16	Medios de comunicación	100
		S17	Relaciones con los consumidores	100
		S18	Oportunidades de formación para los productores	0
		S19	Particiáción a eventos	0
	CULTURA Y TERRITORIO	S20	Historia y territorio	100
		S21	Porpiedad de la tierra	100
		S22	Transmisió horizontal de conocmientos	0

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%) FINCA EL RODEO
		S23	Transmisión de conocimientos entre generaciones	100
		S24	Uso de los productos	100
ECONOMICA	**DESARROLLO**	E1	Área	75
		E2	Diversificación de la finca	25
		E3	Cantidad productiva para la venta	75
		E4	Mejoramiento de la finca	0
		E5	Desarrollo turístico	0
ECONOMICA	**EFICIENCIA - DINAMISMO**	E6	Empleo	0
		E7	Diversificación de los mercados	25
		E8	Canales comerciales	50
		E9	Poder de negociación del productor	100
		E10	Transformación de productos	0
		E11	Autoeficiencia en insumos	0
		E12	Certificaciones de la finca	0
		E13	Alianzas económicas	0
AGROAMBIENTAL	**BIODIVERSIDAD**	G1	Numero de especies	50

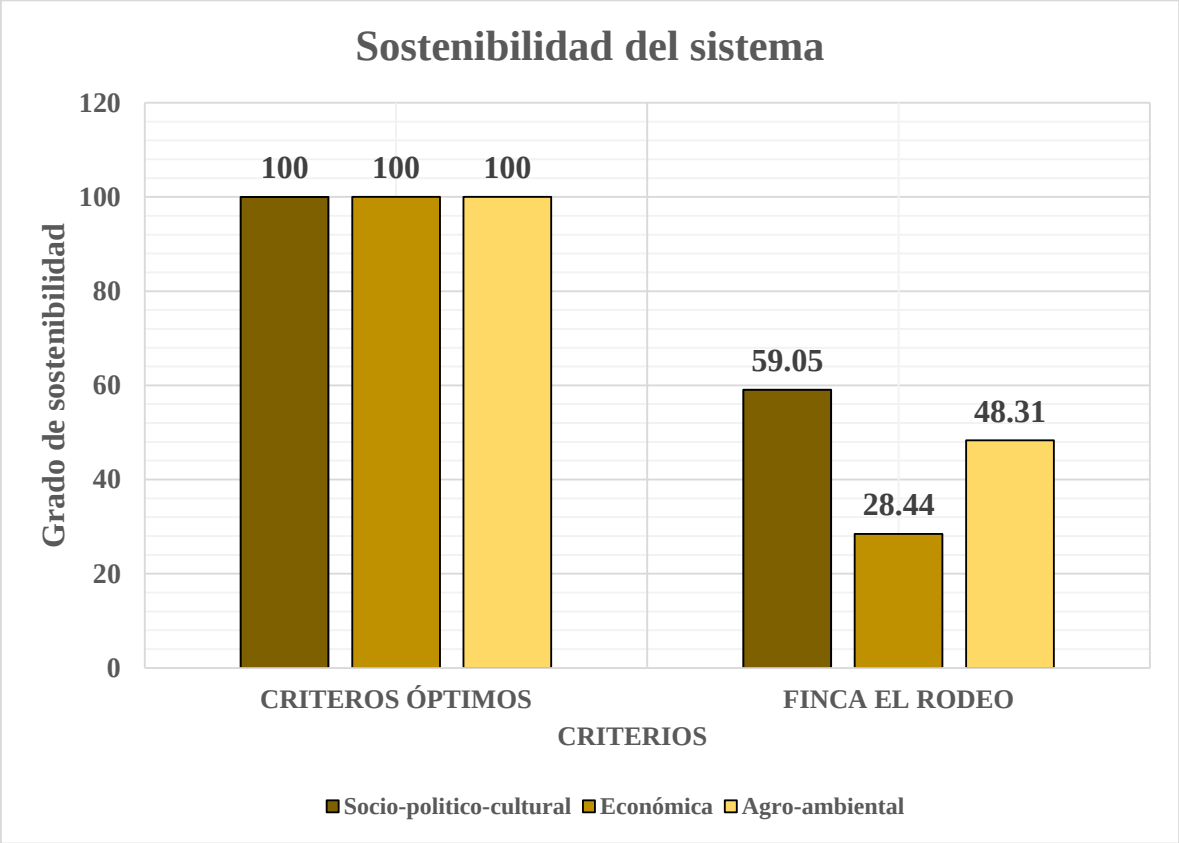
CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%) FINCA EL RODEO
		G2	Variedades locales	25
		G3	Diversidad estructural de las cercas	25
		G4	Semillas (autoproducción)	75
		G5	Asocio	0
	TERRITORIO	G6	Ambientes de regeneración natural	100
		G7	Acciones de recuperación y protección del territorio	100
	SUELO Y AGUA	G8	Rotaciones	75
		G9	Uso eficiente del agua	100
		G10	Cosecha de agua	0
		G11	No fertilización química de síntesis	50
		G12	Fertilización orgánica	100
		G13	Abono verde	0
		G14	Reciclaje de desechos orgánicos de la finca	100
AGROAMBIENTAL	DEFENSA DE LOS CULTIVOS	G15	Productos químicos sintéticos de defensa	50
		G16	Técnicas de defensa natural	0

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%) FINCA EL RODEO
		G17	No uso de herbicidas sintéticos	0
		G18	Control de malezas alternativo	50
		G19	No tratamientos post cosecha con químicos sintéticos	50
		G20	Técnica de post cosecha alternativas	25
	ENERGÍA	G21	Energías renovables	0
		G22	Material y tipología de empaque	0
	PARTE ANIMAL	G23	Razas	25
		G24	Razas locales	75
		G25	Reproducción	50
		G26	Pastoreo	0
		G27	Estructura de estabulación	100
		G28	Alimentación 1	50
		G29	Alimentación 2	50
		G30	Mutilación	100
		G31	Manejo de las excretas	100
		G32	Sacrificio	100

Fuente: Propia.

7.5.1. Resultados del grado de sostenibilidad por criterios de Hesofi

Figura 42. **Sostenibilidad del sistema de la Finca El Rodeo**



Fuente: Propia.

En la figura, se muestra el índice de sostenibilidad general del agroecosistema dando como resultado 45.27%.

Ecuación 12. Índice de sostenibilidad

$$Índice\ de\ sostenibilidad: \left[\frac{(59.05\ x\ 28.44\ x\ 48.31)}{300}\right] x\ 100 = 45.27\%$$

Catalogándose como: **No Aceptable.**

Este resultado permite afirmar que el grado de sostenibilidad del agroecosistema depende de la implementación de prácticas agroecológicas, de la consideración de los indicadores sociopolítico-cultural, económico y agroambiental, de manera que la

Finca “El Rodeo” debe adoptar medidas efectivas para incrementar los ingresos económicos y la productividad, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida.

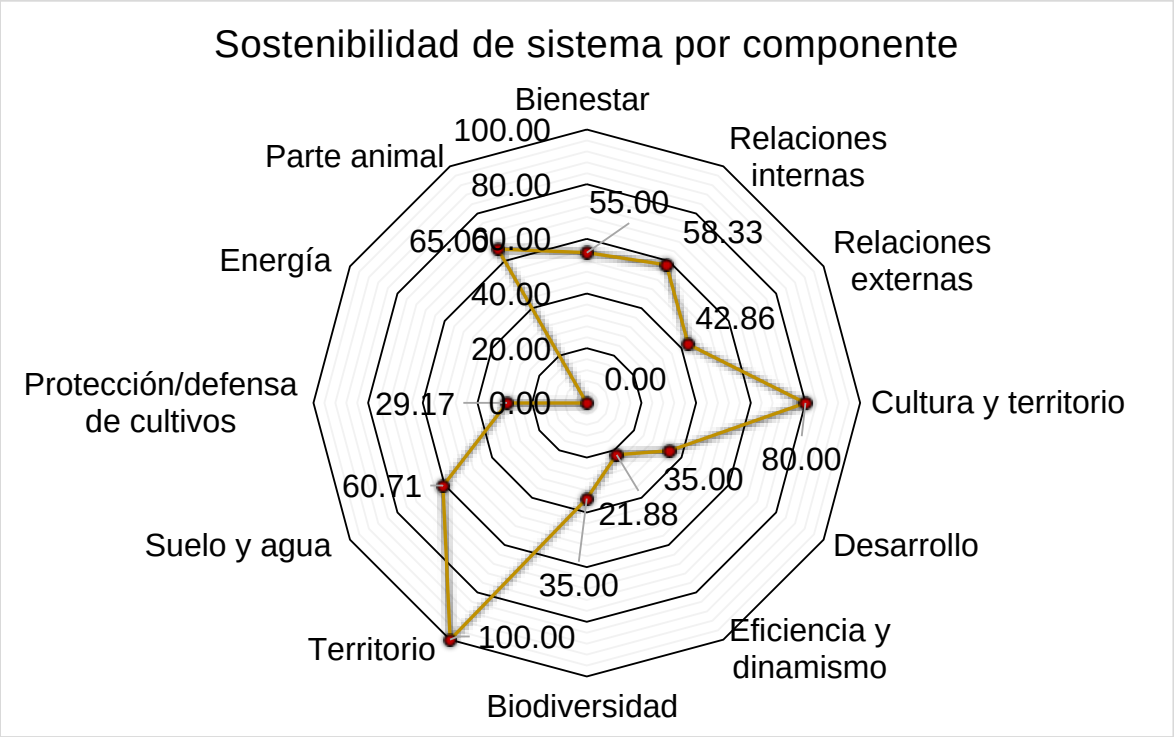
Tabla 46. Clasificación del índice de sostenibilidad de los Críterios de HESOFI

Rangos	Índices de sostenibilidad
100%	Óptimo
96% - 99%	Excelente
90% - 95%	Muy bueno
80% - 89%	Bueno
< 80%	**No aceptable**

Fuente: Propia.

7.5.2. Resultados del grado de sostenibilidad por componente de cada dimensión de la Finca El Rodeo

Figura 43. **Sostenibilidad de sistema por componente de cada dimensión de HESOFI**



Fuente: Propia.

En la gráfica, se representa el nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión. Los componentes: bienestar (55%), relaciones internas (58.33%), relaciones externas (42.86%), cultura y territorio (80%) obteniendo como resultado en la **dimensión sociopolítica-cultura de 59.05%**.

La dimensión económica tiene entre los componentes: desarrollo (35%), eficiencia y dinamismo (21.88%), dando como resultado en **dimensión económica 28.44%**. La dimensión agroambiental está constituida por los componentes: Biodiversidad (35%), territorio (100%), suelo y agua (60.71%), defensa de los cultivos (29.17%), energía (0%), y parte animal (65%), dando un porcentaje total en la **dimensión agroambiental de 48.31%.**

7.6. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenazas de la finca El Rodeo (FODA).

Figura 44. Mapa actual de la finca El Rodeo

Figura 45. Leyenda del mapa actual de la finca El Rodeo

Fuente: Propia

7.6.1. Fortalezas de la Finca El Rodeo.

Tabla 47. Fortalezas de la Finca El Rodeo

	Agro tecnológico	**Económico**	**Socio político y cultural**	**Medio ambiente y recursos naturales**
Fortalezas de la Finca El Rodeo	Diversidad de cultivos	Producción de alimentos para el hogar	Visita de alumnos universitarios para prácticas de campo	Preserva las especies forestales nativas
	Producción de diversidad de cítricos en diferentes meses del año	Venta de productos de la finca a precios razonables	Acceso a servicios públicos	Cero labranza del suelo
	Incorpora arboles maderables en cercas vivas	Establecimiento de precios justos	Camino accesible	Rotación de cultivos
	No practica mutilación animal, excepto corte de rabo y descolmillado	Canales de comercialización directos	Generación de empleos	

Fuente: Propia

7.6.2. Oportunidades de la Finca El Rodeo

Tabla 48. Oportunidades de la Finca El Rodeo

	Agro tecnológico	Económico	Socio político y cultural	Medio ambiente y recursos naturales
Oportunidades de la Finca El Rodeo	Darle valor agregado a la producción de la finca	Incorporación de polinizadores (abejas) para producción de miel		
	Procesar abonos orgánicos con residuos de los animales y cultivos	Incremento de ganado menor para crianza		
	Producción de gas a través de biodigestores	Incorporación de la piscicultura como una alternativa económica		

Oportunidades de la Finca El Rodeo	Involucrar actividad turística

Fuente: Propia

7.6.3. Debilidades de la Finca El Rodeo

Tabla 49. Debilidades de la Finca El Rodeo

	Agro tecnológico	Económico	Socio político y cultural	Medio ambiente y recursos naturales
Debilidades de la Finca El Rodeo	Pacelas desordenadas	Competencia en venta de productos	Escasa mano de obra en la zona	Alta presencia de gusano cogollero
	Infraestructura de ganado menor deteriorada	Precios injustos		Clima impredecible
	Ausencia de abonos orgánicos	Insumos con costos elevados		
	No realiza transformación de productos	Falta de recursos económicos		

Fuente: Propia

7.6.4. Amenazas en la Finca El Rodeo.

Tabla 50. Amenazas en la Finca El Rodeo

Amenazas de la Finca El Rodeo	Agro tecnológico	Económico	Socio político y cultural	Medio ambiente y recursos naturales
				Sismicidad a la que está sujeta la zona
				Contaminación de basura por el asentamiento de población a sus alrededores

Fuente: Propia.

7.7. Matriz de conversión con propuestas y alternativas agroecológicas para la Finca El Rodeo

Tabla 51. Conversión de la finca El Rodeo con propuestas y alternativas agroecológicas

Críterios	Alternativas y Propuestas	Período de ejecución en años
Agrotecnológico (Tecnología)	Reconstrucción de porqueriza, corral para aves, área de compost y bodega	1 - 3 años

Críterios	Alternativas y Propuestas	Período de ejecución en años
	Construcción de cerco con cercas vivas	1 - 3 años
	Implementar diseños silvopastoriles	1 - 5 años
	Ordenamiento de parcelas	1 - 5 años
Económico	Contratar mano de obra local	1 - 3 años
	Transformar los productos primarios en secundarios	1 - 5 años
Socio político y cultural	Destinar productos a la conservación	1 - 2 años
	Realizar planificación agroecológica de la finca	1 - 5 años
Medio Ambiente y Recursos Naturales	Efectuar rotaciones de cultivos	1 año
	Realizar cosecha de agua	1 año
	Elaborar y aplicar compost a los cultivos	1 - 5 años
	Elaborar diseños agroforestales	1 - 5 años
	Establecer superficie de pasto	1 - 5 años
	Producir lombrihumus	1 - 5 años

Críterios	Alternativas y Propuestas	Período de ejecución en años
	Contruir obras de conservación de suelo y agua	1 - 5 años
	Ejecutar plan de manejo agroecológico	1 - 5 años
	Utilizar sustancias autorizadas para el control de plagas	1 - 5 años
	Realizar control manual mecpanico y aplicar herbicidas e insecticidas naturales	1 - 5 años
	Implementar abonos verdes	1 - 5 años

Fuente: Propia

7.8. Propuesta de reconversión agroecológico de la Finca El Rodeo

Figura 46. Propuesta de rediseño agroecológico de la Finca El Rodeo.

Figura 47. Leyenda de mapa de propuesta de rediseño agroecológico

Fuente: Propia

En la figura anterior. se describe la finca anhelada, tomando en cuenta las actividades propuestas al productor mediante la técnica FODA, con el propósito de garantizar la conversión agroecológica de la Finca El Rodeo.

VIII. CONCLUSIONES

- El sistema productivo de la finca El Rodeo se propuso mediante un diagrama de Odum, el cual se representa como un **sistema abierto**, que interactúa con los diversos componentes del sistema para lograr un adecuado **equilibrio agroecológico** garantizando la conversión agroecológica del mismo.
- Los porcentajes obtenidos mediante el método de Bouyoucos permitió obtener una clase textural de franco arcillosa arenosa, un suelo profundo, con un potencial de hidrógeno **(pH) de 7.24**, el cual está clasificado a ser muy **ligeramente alcalino**, esto nos indica que es un suelo con facilidad de absorción de macronutrientes importantes para el desarrollo de los cultivos los cuales son: nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, en cambio por su cualidad ligeramente alcalina presenta una absorción moderada de hierro, magnesio, boro, cobre y zinc. La materia orgánica fue en promedio **alta**; con respecto a la porosidad total del suelo obtuvimos en promedio de las 10 muestras un 65% que según la clasificación de la tabla proporcionada por la guía de laboratorio se define como alta o muy alta. La velocidad de **infiltración fue de 2.63 cm/h** evidencia las características de un **suelo permeable y altamente poroso.**
- La materia orgánica fue de promedio **alta**; con respecto a la porosidad total del suelo obtuvimos en promedio de las 10 muestras un 65% que según la clasificación de la tabla proporcionada por la guía de laboratorio se define como **alta o muy alta**. La velocidad de infiltración fue de 2.63 cm/h evidencia las características de un suelo permeable y altamente poroso, por lo tanto, todos los valores obtenidos en laboratorio coinciden con las características del tipo de suelo encontrado.
- En la finca El Rodeo se identificaron 17 familias de insectos que se encontraban distribuidas en todo el área de estudio, entre las que se encontraron en mayor abundancia podemos mencionar las siguientes: 12 individuos de la familia Espirostrptidae, 27 individuos de la familia Saltacidae, 5 individuos de la familia Lumbricidas, 57 individuos de la familia Formicidae y 8 individuos de la familia Gnaphosidae, estos más los demás individuos en

menor cantidad, suman un total de 142 individuos captados en el muestro de suelo de la finca El Rodeo.

- De acuerdo con la clasificación por cultivos obtuvimos un resultado de mayor presencia de insectos en el maíz y plátano, ambos con un total de 11 familias presentes, pero el cultivo de maíz con 48 individuos, seguido del plátano con 40 individuos. En tercer lugar, tenemos a las cucurbitáceas (ayote y pipián), ambas con 19 individuos.
- Al utilizar la metodología de Vázquez 2013, se obtuvo un coeficiente de biodiversidad (CB) de 2.065 el cual clasifica a la finca El Rodeo como un sistema productivo medianamente complejo (Mc) alejado de la complejidad (C) que es el nivel óptimo que se pretende alcanzar. La biodiversidad mueve nuestro mundo y su manejo óptimo conlleva a la preservación de las especies dentro de un sistema. Este resultado está estrechamente relacionado al manejo de los rubros productivos, la biodiversidad del sistema, implementación de prácticas conservacionistas de los recursos y a la diversificación de este para garantizar la conversión agroecológica del sistema.
- El grado de sostenibilidad de la finca El Rodeo se obtuvo mediante la aplicación de criterios de HESOFI, el cual la clasifica como un sistema **No Aceptable (45.27%)**, por lo cual la finca debe adoptar medidas agroecológicas que garanticen mejorar el desempeño eficiente de los componentes sociopolítico cultural y garantizar la seguridad alimentaria de la zona.
- Mediante la implementación de la técnica FODA se planteó la conversión agroecológica en cuatro fases: Agrotecnología con una proyección de uno a cinco años de ejecución; Económica con uno a cinco años para su ejecución; el criterio sociopolítico-cultural se proyecta ejecutar en diez años y el criterio Medio Ambiente y Recursos Naturales con una proyección de uno a cinco años de ejecución. Por lo tanto, cada fase debe efectuar diversas actividades las cuales garanticen el cumplimiento del plan de ejecución de estas. Por lo

tanto, el proceso de conversión agroecológica de la finca El Rodeo contempla diez años para su cumplimiento.

IX. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el estudio y a las conclusiones de este se recomienda al productor de la finca El Rodeo lo siguiente:

- Preservar los microorganismos para mantener e incrementar la materia orgánica presente en los suelos de la finca.
- Llevar a cabo el ordenamiento de las parcelas, la habilitación de un área para realizar compost, mantenimiento de galera para ganado porcino, caprino, ovino y la construcción de un corral para aves de patio. Mantenimiento de bodega para insumos.
- Construcción de al menos un biodigestor para el aprovechamiento de las excretas desechadas en la galera de animales, así extraer abonos orgánicos de forma líquida (biol) y sólida, además del metano (gas) para el uso en la cocina de la familia habitante de la finca o calefactor para crías recién nacidas.
- Reforestar con especies vegetativas y maderables (cedro, guanacaste, guasimo, genicero, cortez, roble, gavilán, etc.), que sirvan como cortinas rompevientos entre un cultivo y otro, para evitar la erosión en los suelos de la unidad de producción El Rodeo.
- Implementar técnicas agroecológicas que promuevan el manejo apropiado y ecológico de los recursos (zanjas, diques de infiltración, cosecha de agua).
- Incentivar al productor en la elaboración de productos agregados como resultado de la manipulación de productos y procesos primarios existentes en la finca (fertilizantes, herbicidas e insecticidas de origen biológicos), para uso propio y comercialización en la zona.
- Se recomienda que para llevar a cabo futuros proyectos en la finca El Rodeo, los agentes involucrados externos deban cumplir con criterios de las metodologías de Vazquez, HESOFI y con las normas internas establecidas en el país.

X. Referencias

AGROGLOBAL. (2012). Agroecología: principios, ventajas y diagnóstico inicial. Obtenido de Agroecología: principios, ventajas y diagnóstico inicial: https://agroglobalcampus.com/agroecologia-principios-ventajas-y-diagnostico-inicial/?v=e6c151d449e1

Agrotendencia.com, C. d. (2019). *Cultivo de limón.* (W. Rodriguez, & J. Gonzáles, Edits.) Obtenido de Cultivo de limón: https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-de-limon/

Aguilar Brenes, E. (2017). *Manual del cultivo de yuca.* Obtenido de Manual del cultivo de yuca: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf

Altieri, M., & Toledo. (2011). *SOCLA.* Obtenido de La Revolución Agroecológica en América Latina: https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/AGROECOLOGIA-ALTIERI-TOLEDO.pdf

Arias T., M., & Calvo V., I. (2014). *El cultivo de Rambután.* Obtenido de El cultivo de Rambután: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10729.pdf

Bertinaria, F. (2016). *Agricoltura di piccola scale in Centro América: valutazione della sostenibilità di sistema agricoli agroecoloci.* Universidad de Torino, Torino, Italia.

Bertinaria, F., Pedretti, M., Tomasi, S., Morales, M., Valverde, L., Gioliotto, R., & Salazar, D. (2016). Herramienta para evaluar la sostenibilidad en fincas (HESOFI) en Nicaragua. Nicaragua.

Cabrera Dávila, G. (2014). *Manual Práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba.* Obtenido de Manual Práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba: https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf

Caporal, F. R. (2004). *Agroecologia e extensão rural: Contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável.* (1°edición ed.). Brasilia, Brasil.

Centeno Salazar, Rodríguez Gonzáles, H. R., García, L., Morales, M., Calero, C. A., & Valverde Luna, L. O. (2017). *Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con ganado bovino en las Lagunas, Boaco, Nicaragua.* Investigativo, Universidad Nacional Agraría - UNA, Managua, Managua. doi:https://www.researchgate.net/publication/343980462_Evaluacion_agroe

cologica_de_dos_agroecosistemas_con_ganado_bovino_en_Las_Lagunas_Boaco_Nicaragua

CONABIO - Cushaw. (s.f.). *Cushaw.* Obtenido de Cucurbita argyrosperma argyrosperma: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20832_especie.pdf

Cruz, R., Benítez, M., & Gaona, C. (2010). *Manual de Producción Ovina.* Obtenido de Manual de Producción Ovina: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/270-manual.pdf

E.E.A. INTA, B. (2006). *CALIDAD DEL GRANO DEL MAÍZ.* Obtenido de CALIDAD DEL GRANO DEL MAÍZ: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/80-grano_maiz.pdf

Equipo Editorial INTAGRI. (julio de 2019). *Sistemas de Producción Procina.* Obtenido de Sistemas de Producción Procina: file:///C:/Users/hpichardo/Downloads/34.%20Ciclo%20Productivo%20y%20Razas%20de%20Porcinos.pdf

Espinosa Sánchez, M. (2013). *WordPress.com*. (M. A. Sánchez, Productor, & WordPress.com) Obtenido de Manuel Antonio Espinosa Sánchez: https://manuelantonioespinosa.wordpress.com/2013/07/24/la-agroecologia-como-disciplina-socioecologica/

Espinoza, J., & Urbina, E. (mayo de 2016). *Buenas Prácticas Pecuarias.* Obtenido de Buenas Prácticas Pecuarias: http://repositorio.unan.edu.ni/2826/7/17005.pdf

FAO - ALIMENTOS, F. (s.f.). *REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE LA YUCA SEGÚN SU USO FINAL.* Obtenido de REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE LA YUCA SEGÚN SU USO FINAL: https://1library.co/article/requerimientos-calidad-yuca-seg%C3%BAn-uso-final.qoolowjq

FAO - ODS, O. d. (2024). *La agroecología y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. (FAO, Productor) Obtenido de La agroecología y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): https://www.fao.org/agroecology/overview/la-agroecologia-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/es/

FAO - The State of food and agriculture. (2020). *THE SATE OF FOOD AND AGRICULTURE.* Obtenido de Overcoming water chalenges in agriculture: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e2d2772-5976-4671-9e2a-0b2ad87cb646/content

FAO. (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares.* Obtenido de MANUAL DE CAPACITACION PARA TRABAJADORES DE

CAMPO EN AMERICA LATINA Y CARIBE: https://www.fao.org/4/v5290s/v5290s00.htm#TopOfPage

FAO, & Bradbear, N. (2005). *Folleto de la FAO sobre diversificación 1.* Obtenido de La apicultura y los medios de vida sostenibles: https://www.fao.org/4/y5110s/y5110s00.htm#Contents

FAO, O. d. (2024). *Centro de conocimientos sobre agroecología*. (FAO, Productor) Obtenido de Agroecología: https://www.fao.org/agroecology/overview/es/

FAO, O. d. (2024). *Creación conjunta e intercambio de conocimientos*. (FAO, Productor) Obtenido de Creación conjunta e intercambio de conocimientos: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/co-creation-knowledge/es/

FAO, O. d. (2024). *Cultura y tradiciones alimentarias*. (FAO, Productor) Obtenido de Cultura y tradiciones alimentarias: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/culture-food-traditions/es/

FAO, O. d. (2024). *Diversidad*. (FAO, Productor) Obtenido de Diversidad: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/diversity/es/

FAO, O. d. (2024). *Economía circular y solidaria*. (FAO, Productor) Obtenido de Economía circular y solidaria: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/circular-economy/es/

FAO, O. d. (2024). *Eficiencia*. (FAO, Productor) Obtenido de Eficiencia: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/efficiency/es/

FAO, O. d. (2024). *Gobernanza responsable*. (FAO, Productor) Obtenido de Gobernanza responsable: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/land-natural-resources-governance/es/

FAO, O. d. (2024). *Los 10 elementos de la Agroecología*. (FAO, Productor) Obtenido de Los 10 elementos de la Agroecología: https://www.fao.org/agroecology/es/

FAO, O. d. (2024). *Reciclaje*. (FAO, Productor) Obtenido de Reciclaje: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/recycling/es/

FAO, O. d. (2024). *Resilencia*. (FAO, Productor) Obtenido de Resilencia: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/balance/es/

FAO, O. d. (2024). *Sinergias*. (FAO, Productor) Obtenido de Sinergias: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/synergies/es/

FAO, O. d. (2024). *Valores humanos y sociales*. (FAO, Editor) Obtenido de Valores humanos y sociales: https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/human-social-value/es/

Futurcrop.com. (2016). *Futurcrop.com*. Obtenido de Taxonomía de las plagas agrícolas y forestales: https://futurcrop.com/taxonomia-de-las-plagas/

Gliessman, S. (2002). *AGROECOLOGÍA: Procesos ecológicos en agricultura sostenible.* Turrialba, Costa Rica. Obtenido de https://biowit.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf

Guía de laboratoria de edafología - UNI. (s.f.). *Guía de laboratorio de edafología.* Práctico, Universidad Nacional de Ingenierías - UNI, Managua, Managua.

INATEC - Cultivos de Hortalizas. (2018). *Manual del Protagonista .* Obtenido de Cultivos de Hortalizas: https://www.tecnacional.edu.ni/media/Hortalizas_3X2OH2y.pdf

INATEC - Granos Básicos, M. (2017). *Manual Del Protagonista - Granos Básicos.* Obtenido de Manual Del Protagonista - Granos Básicos: https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Granos_B%C3%A1sicos_opt.pdf

INATEC - Manejo Productivo y Reproductivo en Bovinos - Ovinos, C. y. (s.f.). *Manual Bovino y Caprino.* Obtenido de Manual Bovino y Caprino: https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Bovino_y_Caprino_opt.pdf

INATEC - Manejo Productivo y Reproductivo en Porcinos y Aves. (2017). *Manual para protagonistas.* Obtenido de Manejo Productivo y Reproductivo en Porcinos y Aves: https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Porcino_y_Aves.pdf

InfoAgro El cultivo de los limones, -E. c. (2010). *El cultivo de los limones.* Obtenido de El cultivo de los limones: https://www.infoagro.com/citricos/limon2.htm

InfoAgro.com - Cultivo de la Yuca, C. (2008). *Cultivo de la yuca.* Obtenido de Cultivo de la yuca: https://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm

InfoAgro.com - Cultivo de naranjas, C. (2010). *El cultivo de las naranjas.* Obtenido de El cultivo de las naranjas: https://www.infoagro.com/citricos/naranja2.htm

InfoAgro.com - El cultvio del Calabacín. (s.f.). *El cultvio del Calabacín.* Obtenido de El cultvio del Calabacín: https://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm

InfoAgro.com. (2010). *El cultivo del Maíz*. Obtenido de El cultivo del Maíz: https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm

InfoAgro.com. (2010). *InfoAgro.com*. Obtenido de El cultivo del plátano: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp

InfoAgro.com Cultivo de naranja, N. (2010). *El cultivo de las naranjas.* Obtenido de El cultivo de las naranjas: https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm

Ing. Escoto, N. (2004). *EL CULTIVO DE FRIJOL.* Obtenido de Manual Técnico para uso de empresas privadas, consultadores individuales y productores: https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf

INTA - Recomendaciones para la producción de Ayote. (2018). *Recomendaciones para la producción de Ayote en el ciclo productivo.* Obtenido de Recomendaciones para la producción de Ayote en el ciclo productivo: https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Recomendaciones-produccion-Ayote-2018.pdf

INTA - Recomendaciones para la producción de Pipian. (2018). *Recomendaciones para la producción de Pipian en el ciclo productivo.* Obtenido de Recomendaciones para la producción de Pipian en el ciclo productivo: https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Recomendaciones-produccion-Pipian-2018-copia.pdf

Isan, A. (06 de 06 de 2024). *EcologíaVerde*. (I. Ana, Editor, & R. L. SL, Productor) Obtenido de EcologíaVerde: https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-agroecologia-y-su-importancia-452.html

Lugo, A. E. (1982). Los sistemas ecológicos y la humanidad. *Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.*, 81. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37280/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEFCCA - Cartilla Cultivo de Mamón, C. d. (s.f.). *Cultivo de mamón.* Obtenido de Cultivo de mamón: https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento3466635.pdf

MEFCCA - Guía Técnica del plátano, G. (s.f.). *Guía Técnica.* Obtenido de Establecimiento y manejo del cultivo del plátano: https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/guia/documento2078700.pdf

MEFCCA - Manual de Cultivo de Cucurbitáceas. (s.f.). *Manual de Cultivo de Cucurbitáceas,.* Obtenido de Manual de Cultivo de Cucurbitáceas,: https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento3132656.pdf

MEFCCA - Manual de Granos Básicos, C. (s.f.). *Manual de Granos Básicos.* Obtenido de Manual de Granos Básicos: https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento2984638.pdf

MEFCCA Manual de Granos Básicos, G. (2017). *Manual de Granos Básicos.* Obtenido de Manual de Granos Básicos.

Morton, J. F. (1987). *Mamoncillo.* Obtenido de Mamoncillo: https://web.archive.org/web/20140714213707/http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mamoncillo.html

Nicaragua, K., Pavón, F., & Chavarría, E. . (enero de 2004). *Guía MIP del Cultivo de la Yuca.* Obtenido de Guía MIP del Cultivo de la Yuca: https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf

Odum H. T. (1973). *Energy, Ecology, and Economics.* Obtenido de http://www.jstor.org/stable/4312030

Osorio Vega, N. W. (2009). *Cenicafé.* Obtenido de Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas: https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4203/1/cap3.pdf

PlantasyFlores.pro - Mamoncillo, M. O. (2024). *Mamoncillo. Origen, Taxonomía, Descripción y Usos.* Obtenido de Mamoncillo. Origen, Taxonomía, Descripción y Usos: https://plantasyflores.pro/mamoncillo/

Restrepo Gallego, D. (26 de agosto de 2010). *AGROECOLOGIA.* (F. Ruiz, Ed.) Obtenido de AGROECOLOGIA: https://uabcsruiz.blogspot.com/

Rodríguez Flores, O., & Jiménez Martínez, E. (2019). *Repositorio Universidad Nacional Agraria - UNA.* Obtenido de Órdenes de Insectos de Importancia Agrícola en Nicaragua - Identificación y Diagnóstico: https://repositorio.una.edu.ni/4035/1/NH10R696or.pdf

Sarandón, S. J. (2014). *El agroecosistema.* (S. J. Sarandón, Ed.) La plata, Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37280/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sarandón, S. j., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología: Bases Teóricas para el diseño y manejo de agroecossitemas sustentables.* (S. J. Sarandón, & C. C. Flores, Edits.) Buenos Aires, La plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37280/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Silva Flores, G., & Morales Olivares, D. (2017). *PROPUESTA DE ALTERNATIVAS AGROECOLOGICAS A TRAVES DE INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA FINCA SAN PEDRO, MUNICIPIO DE TICUANTEPE, DEPARTAMENTO DE MANAGUA 2017.* Investigativo, Universidad Nacional de Ingeníerias - UNI, Managua, Managua. Recuperado el 2023

Torres Verzagas, B., Galán, Á., & Rodríguez, P. (2019). Emergía: generalidades, apuntes y ejemplos de utilidad, como herramienta para evaluar la sostenibilidad. En *Cultivos Tropicales* (edición 10 ed.). Mayabeque, San José de la Lajas , Cuba. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n2/1819-4087-ctr-40-02-e10.pdf

Turrialba, A., Arce Achí, A., & (MAG). (2013). *Cultivo de Ayote.* Obtenido de Cultivo de Ayote: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-2028.pdf

Vázquez Moreno, L. (2013). DIAGNÓSTICO DE LA COMPLEJIDAD DE LOS DISEÑOS Y MANEJOS DE LA BIODIVERSIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD Y LA RESILIENCIA. En *Agroecología* (Vol. 8(1)). Murcia, España. doi:https://doi.org/10.6018/agroecologia

Vilaboa, J. A., Platas, D. R., & Campbell, W. B. (12 de 12 de 2016). UNA APROXIMACIÓN DIALÉCTICA A LOS AGROECOSISTEMAS. *Agro Productividad, Vol. 9*. Obtenido de UNA APROXIMACIÓN DIALÉCTICA A LOS AGROECOSISTEMAS: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiz-umfnM6IAxVjSTABHUztNxUQFnoECEUQAQ&url=https%3A%2F%2Frevista-agroproductividad.org%2Findex.php%2Fagroproductividad%2Farticle%2Fdownload%2F866%2F730%2F1605&usg=AOvVaw3N2w8s3w27_VIP

WIKIPEDIA.com - Citrus x aurantium, -C. x. (30 de julio de 2024). *Citrus x aurantium.* Obtenido de Citrus x aurantium: https://es.wikipedia.org/wiki/Citrus_%C3%97_aurantium

ZooVet. (2021). *ZooVet Es mi pasión.* Obtenido de Alimentación Bovina: https://zoovetesmipasion.com/ganaderia-bovina/alimentacion-bovina1#:~:text=La%20alimentaci%C3%B3n%20bovina%20es%20uno%20de%20los%20factores%20m%C3%A1s%20importantes

XI. ANEXOS

11.1. Resultados de laboratorio

Tabla 52. Capacidad de campo

CAPACIDAD DE CAMPO						
MUESTRA	**ID TARA**	**W TARA (gr)**	**PSH + TARA (gr)**	**PSS + TARA**	**%CC**	**EVALUACIÓN CC**
1	2	15.50	45.40	38.45	30%	MEDIA
2	4	15.80	48.00	36.95	52%	ALTA
3	6	15.70	49.40	39.05	44%	ALTA
4	11	15.70	56.20	43.15	48%	ALTA
5	13	15.80	51.30	37.95	60%	MUY ALTA
6	14	15.55	48.15	40.15	33%	MEDIA
7	14	15.70	52.25	41.1	44%	ALTA
8	20	15.75	55.40	38.25	76%	MUY ALTA
9	21	15.90	49.30	38.45	48%	ALTA
10	33	15.80	59.30	45.85	45%	ALTA

Fuente: Propia.

Tabla 53. Datos recopilados para textura de suelo

TEXTURA DE SUELO									
MUETSRA	TEMPERATURA (40 seg)	BOUYOUCUS (40 seg)	TEMPERATURA (4 hr)	BOUYOUCUS (4 hr)	PESO SUELO	FC 40 seg	LC 40 seg	FC 4 hr	LC 4 hr
1	22.1	25	20.6	10	50.02	0.63	25.63	0.18	10.18
2	22.2	29	20.4	13	50.05	0.66	29.66	0.12	13.12
3	22.5	21	20.3	11	50.04	0.75	21.75	0.09	11.09
4	21.4	28	20.7	13	50.02	0.42	28.42	0.21	13.21
5	22.2	15	20	9	50.02	0.66	15.66	0	9
6	22.1	20	20	9	50.02	0.63	20.63	0	9
7	22.1	19	20.1	10	50.01	0.63	19.63	0.03	10.03
8	22.5	18	20.3	8	50.01	0.75	18.75	0.09	8.09
9	21.9	18	20.1	8	50.02	0.57	18.57	0.03	8.03
10	21.7	18	19.5	9	50.07	0.51	18.51	-0.15	8.85
Blanco	22.8	0	21.1	0		0.84	0.84	0.33	0.33

Fuente: Propia.

Tabla 54. Resultados de textura de suelo

MUESTRA	%Limo + %Arcilla	%Arcilla	%Arena	%Limo	TEXTURA
1	51.2	20.4	48.8	30.9	FRANCO
2	59.3	26.2	40.7	33.0	FRANCO
3	43.5	22.2	56.5	21.3	FRANCO ARCILLO ARENOSO
4	56.8	26.4	43.2	30.4	FRANCO
5	31.3	18.0	68.7	13.3	FRANCO ARENOSO
6	41.2	18.0	58.8	23.3	FRANCO ARENOSO
7	39.3	20.1	60.7	19.2	FRANCO ARCILLO ARENOSO
8	37.5	16.2	62.5	21.3	FRANCO ARENOSO
9	37.1	16.1	62.9	21.1	FRANCO ARENOSO
10	37.0	17.7	63.0	19.3	FRANCO ARENOSO
Promedio		**20.1**	**56.6**	**23.3**	**FRANCO ARCILLOSO ARENOSO**

Fuente: Propia

Tabla 55. Densidad aparente y porosidad total

MUESTRA	ID BEAKER	W BEAKER (gr)	PSH + BEAKER (gr)	PSS + BEAKER (gr)	DA	EVALUACIÓN DA	PT	EVALUACIÓN PT
1	5	145.55	246.80	217.65	0.57	BAJA	74%	MUY ALTA
2	B8	147.25	270.05	233.15	0.68	BAJA	65%	MUY ALTA
3	B3	145.80	296.90	252.55	0.85	BAJA	56%	ALTA
4	B5	146.05	265.65	229.90	0.67	BAJA	67%	MUY ALTA
5	7	147.20	269.55	234.35	0.69	BAJA	68%	MUY ALTA
6	6	147.75	270.15	239.35	0.73	BAJA	66%	MUY ALTA
7	B4	147.50	284.00	245.45	0.78	BAJA	66%	MUY ALTA
8	SOFIA	149.30	291.00	249.20	0.80	BAJA	63%	ALTA
9	1	150.75	292.30	250.15	0.79	BAJA	61%	ALTA
10	4	145.90	285.85	248.30	0.81	BAJA	64%	ALTA

Fuente: Propia

Tabla 56. Densidad real

MUESTA	pH	CE	MO
1	7.0	0.19	Alta
2	7.2	0.20	Alta
3	7.2	0.12	Alta
4	7.1	0.12	Media
5	7.4	0.12	Nula
6	6.6	0.12	Muy Alta
7	7.5	0.16	Media
8	7.5	0.20	Muy Alta
9	7.7	0.20	Alta
10	7.2	0.10	Media
Muestra Unificada	7.24		Alta

Fuente: Propia

11.2. Infiltración

Tabla 57. Velocidad de infiltración

Hora	Lectura (cm)	Tiempo (min)	Tiempo	Lámina infiltrada parcial (cm)	Lámina infiltrada acumulada (cm)	Velocidad de infiltración parcial (cm/hr)	Velocidad de infiltración acumulada (cm/hr)
09:49	0	0	Acumulado				
09:50	1.4	1	1	1.4	1.4	84.00	84.00
09:52	3.6	2	3	0.8	2.2	24.00	44.00
09:54	5	2	5	0.6	2.8	18.00	33.60
09:56	6	2	7	0.4	3.2	12.00	27.43
10:01	6.6	5	12	0.2	3.4	2.40	17.00
10:06	7	5	17	0.2	3.6	2.40	12.71
10:12	7.3	6	23	0.1	3.7	1.00	9.65
10:20	7.5	8	31	0.1	3.8	0.75	7.35
10:28	7.7	8	39	0.1	3.9	0.75	6.00
10:38	8	10	49	0.2	4.1	1.20	5.02
10:48	8.3	10	59	0.1	4.2	0.60	4.27
11:00	8.5	12	71	0.1	4.3	0.50	3.63
11:12	8.7	12	83	0.1	4.4	0.50	3.18
10:24	8.9	15	98	0.1	4.5	0.40	2.76
10:27	9.1	15	113	0.1	4.6	0.40	2.44

Fuente. Propia

Tabla 58. Tabla 1. Ajuste de datos por el método de regresión lineal

Ajuste de datos por el método de regresión lineal							
N°	**Tacum**	**VACUM**	**LogT(x)**	**LogVACUM(Y)**	**x2**	**y2**	**xy**
1	1	84.00	0.0000	1.9243	0.0000	3.7028	0.0000
2	3	44.00	0.4771	1.6435	0.2276	2.7009	0.7841
3	5	33.60	0.6990	1.5263	0.4886	2.3297	1.0669
4	7	27.43	0.8451	1.4382	0.7142	2.0684	1.2154
5	12	17.00	1.0792	1.2304	1.1646	1.5140	1.3279
6	17	12.71	1.2304	1.1040	1.5140	1.2188	1.3584
7	23	9.65	1.3617	0.9846	1.8543	0.9695	1.3408
8	31	7.35	1.4914	0.8666	2.2242	0.7509	1.2924
9	39	6.00	1.5911	0.7782	2.5315	0.6055	1.2381
10	49	5.02	1.6902	0.7007	2.8568	0.4910	1.1844
11	59	4.27	1.7709	0.6305	3.1359	0.3976	1.1166
12	71	3.63	1.8513	0.5604	3.4272	0.3140	1.0374
13	83	3.18	1.9191	0.5025	3.6829	0.2525	0.9644

Ajuste de datos por el método de regresión lineal							
14	98	2.76	1.9912	0.4401	3.9650	0.1937	0.8764
15	113	2.44	2.0531	0.3878	4.2151	0.1504	0.7962
		TOTAL	**20.050**	**14.718**	**32.001**	**17.660**	**15.599**

Fuente: Propia

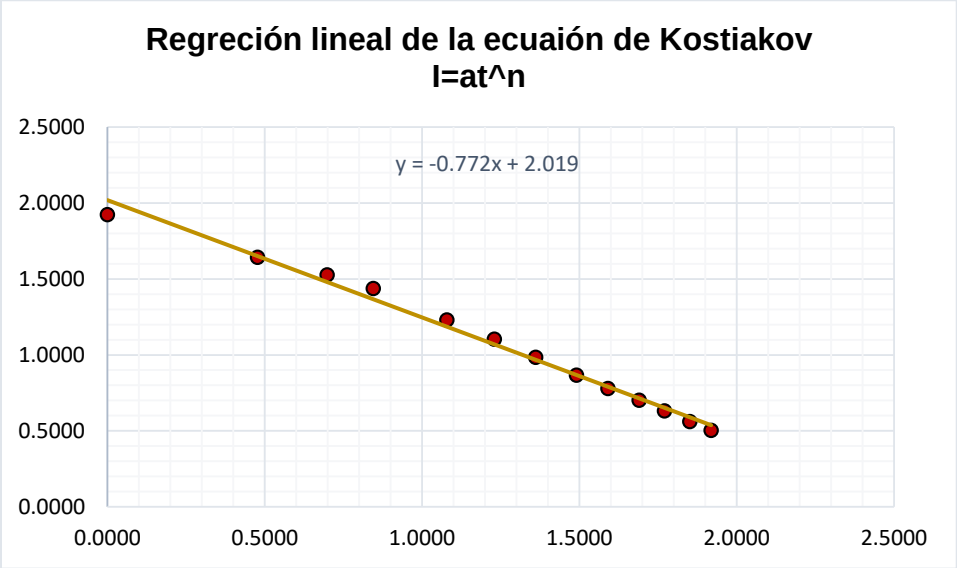
Tabla 59. Velocidad de infiltración ajustada

Velocidad de infiltración ajustada		
N°	**Tacum**	**Vacum ajustada**
1	1	106.82
2	3	45.16
3	5	30.27
4	7	23.25
5	12	15.24
6	17	11.60
7	23	9.15
8	31	7.24
9	39	6.05
10	49	5.06
11	59	4.38
12	71	3.78

	Velocidad de infiltración ajustada	
13	83	3.35
14	98	2.94
15	113	2.63

Fuente: Propia

Figura 48. **Ecuación de regresión lineal**



Fuente: Propia

11.3. Entrevista al productor

Tabla 60. Entrevista realizada al productor

Datos Generales	**Datos de la Finca**	Nombre de la Finca	El Rodeo
		Área de la Finca (mz)	11.21
		Ubicación	Barrio EL Rodeo, Managua
		Clima (T° máx, T° min, T° med)	
		Altitud (msnm)	
		Tipo de Suelo	Franco Arenoso
		Época de Lluvia	Mayo - Octubre
		No. Meses con Lluvia	Lluvias Irregulares
		mm lluvia al año	
		Año Gestión de la Finca	
		Mapa	NO
	Datos propietario/a	Nombre del Admin.	Javier Mondragón
		Núcleo Familiar	0
		No. Personas que viven en la Finca	1

Fuente: Propia

11.4. Entrevista HESOFI

Tabla 61. Entrevista de HESOFI

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
1. SOCIO-POLITICO-CULTURAL	**1.1. BIENESTAR (ALIMENTACIÓN, SALUD Y EDUCACIÓN)**	**S1**	¿Cuántos productos destina a la conservavión y como los conserva?	Conservación del producto	% productos alimenticios destinados a la conservación spobre el total de productos producidos en el año	Ninguno: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	2.50	4.167	1.04	25
		S2	¿Qué come usualmente la familia durante la semana (ejemplos de dieta semanal)	Diversificación de la dieta	Diversicificaión de la dieta de la familia tomando en consideración los carbohidratos, las proteinas y las vitaminas	Alimentación básica (carbohidratos 100%): 0 Alimentación poco diversificada (carbohidratos 80% y proteínas 20%): 5.0 Alimentación diversificada (carbohidratos 60%, proteinas 30%, vitaminas 10%): 10	5.00	4.167	2.08	50

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S3	¿Qué rubro cultiva para el autoconsumo? ¿Qué % de su producción destina al autoconsumo?	Autoconsumo	Capacidad de satifacer las necesidades alimentarias del productor y su familia (% de la cantidad de los productos necesarios al consumo de la familia que es producido en la finca)	Ninguno: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	2.50	4.167	1.04	25
		S4	¿La finca cuenta con acceso a energía electrica, agua potable, asistencia médica, escuela y medio de transporte?	Acceso a los servicios	Acceso de la familia a los servicios básicos: agua potable, energía eléctrica, asistencia médica, escuela y medio ed transporte (público o privado)	Ninguno: 0 Uno: 2 Dos: 4 Tres:6 Cuatro: 8 Cinco: 10	10.00	4.167	4.17	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S5	¿De qué material son el piso, las paraedes y el techo de la vivienda? ¿La vivienda cuenta con salida de humo y servicios higiénicos?	Condiciones de la vivienda	Presencia de las estructuras básicas para una vivienda saludable: piso (no de tierra), paredes (no de madera), techo (no de hojas), cocina con salida de humo, servicios higiénicos	Ninguno: 0 Uno: 2 Dos: 4 Tres:6 Cuatro: 8 Cinco: 10	8.00	4.167	3.33	80
		S6	¿Qué nivel de educación tienen los miembros de la familia y cuantos años tienen?	Oportunidades de educación	Logro del máximo nivel de educación posible (por rangos de edad) en la familia	Ninguno: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	5.00	4.167	2.08	50
	1.2. RELACIONES	**S7**	¿Cuántos jóvenenes están involucrados en las actividades de la finca?	Jóvenes involucrados	% jóvenes involucrados en el trabajo de la finca sobre el total de las personas involucradas	Ninguno: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	5.00	4.167	2.08	50

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S8	¿En cuántas y en cuáles actividades de la finca participan los jovenes involucrados?	Papel de los jóvenes	Papel activo/pasivo	Pasivo: 0 Activo: 10	10.00	4.167	4.17	100
		S9	¿Cuántas mujeres están involucradas en las actividades de la finca?	Mujeres involucradas	% de mujeres involucradas en el trabajo de la finca sobre el total de las personas involuvcradas	(0-10) %: 0 (10-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	0.00	4.167	0.00	0
		S10	¿En cuántas y en cuáles actividades de la finca participan las mujeres involucradas?	Papel de las mujeres	Papel activo/pasivo	Pasivo: 0 Activo: 10	0.00	4.167	0.00	0
		S11	¿El/la propietarias comparte con la familia las decisiones sobre la gestión de la finca?	Democracia de los procesos internos	Democracia (si/no) de los procesos internos y de la toma de deciciones	No: 0 Si: 10	10.00	4.167	4.17	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S12	¿Elabora registro? ¿Cuenta con registro de actividades, de insumos, egresos e ingresos?	Planificación de la finca	El productor tiene los registros necesarios: actividades, insumos, egresos e ingresos	Ningún registro: 0 Un registro: 3.33 Dos registros : 6.66 Tres registros: 10	10.00	4.167	4.17	100
	1.3. RELACIONES EXTERNAS (a la finca)	**S13**	¿Cuántas instituciones públicas, privadas o centros de investigación visitan su finca y como se llaman? (ejemplos: programa de gobierno, proyecto de alcaldía, comité de desarrollo comunal o investigación de universidades?	Relaciones con instituciones públicas y privadas	Capacidad de entablar relaciones con instituciones públicas, privadas y cntros de investigación	Ninguna relación: 0 Una tipología de actor: 3.33 Dos tipologías de actor: 6.66 Tres tipologías de actor: 10	0.00	3.571	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S14	¿Participa en organizaciones que traen beneficios a las actividades de la finca? (ejemplos: cooperativas, asociaciones, movimientos, uniones, ONG)	Relaciones con realidades colectivas locales	Relaciones con la red local de cooperativas, asociaciones, movimientos, uniones, organizaciones y ONG	Ninguna relación: 0 Una tipología de actor: 2.5 Dos tipologías de actor: 5 Tres tipologías de actor: 7.5 Cuatro tipologías de actor: 10	0.00	3.571	0.00	0
		S15	¿Qué responsabilidades asume en estas organizaciones?	Participación en las realidades colectivas locales	Participación (activa/pasiva) del productor y de su familia en las decisiones de las realidades colectivas locales	Pasiva: 0 Activa: 10	10.00	3.571	3.57	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S16	¿Tiene acceso a medios de comunicación y para que los usa?	Medios de comunicación	Acceso a medios de comunicación (tv, telefono, internet) y visible en el web (sitio, página Facebook, etc.)	Ningun acceso a medios de comunicación: 0 No acceso a internet pero acceso a los demas: 3.33 Acceso a todos los medios pero no visibilidad: 6.66 Acceso a todos los medios y visibilidad: 10	10.00	3.571	3.57	100
		S17	¿Habla ustes con los consumidores sobre las prácticas de producción que se usan en la finca?	Relaciones con los consumidores	Sensibilización (si/no) de los consumidores en las técnicas de producción	No: 0 Si: 10	10.00	3.571	3.57	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S18	¿Cuántas capacitaciones sobre pácticas agrícolas ha recibido en los últimos dos años? ¿En qué temas?	Opotunidades de formación para los productores	Número de capacitaciones para el productor y su familis en los ultimos dos añoas en relación al desarrollo agrícola	Ninguno: 0 1 - 3: 2.5 4 - 6: 5 7 - 10: 7.5 Más de 10: 10	0.00	3.571	0.00	0
		S19	¿El productor o su familia en cuantos eventos participa cada año? (ejemplo: religioso, recreativo, comunitario, cultural u otro)	Participación a eventos	Número de eventos a los cuales el productor o su familia participa en un año en relación a los temas recreativos, religiosos, comunitario, deportivo, cultural	Ninguno: 0 1 - 3: 2.5 4 - 6: 5 7 - 10: 7.5 Más de 10: 10	0.00	3.571	0.00	0
	1.4. CULTURA Y TERRITORIO	**S20**	¿Qué conoce de las tradiciones y la historia de su territorio? ¿Qué conoce de las técnicas agrícolas de su territorio?	Historia y territorio	Las técnicas agrícolas utilizadas permitieron (si/no) un fortalecimiento de la conciencia del ligamen de la finca con el territorio y la historia, es decir con las tradiciones y los conocimientos	No: 0 Si: 10	10.00	5.000	5.00	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S21	¿Cuál es la situación legal de su tierra? ¿Comparte con su esposa/o, compañera/o, o con otros la propiedad de la finca o parcela?	Propiedad de la tiera	Propiedad de la tierra en la que se encuentra la finca	Alquilada: 0 Sin escritura pública: 5 Propia con escritura o comunitaria (originaria): 10	10.00	5.000	5.00	100
		S22	¿Cuántos intercambios de experiencias entre productores ha realizado en los ultimos dos años? ¿En qué temas?	Transmición horizontal de conocimientos	Número de intercambios de experiencias entre productores	Ninguno: 0 1 - 3: 2.5 4 - 6: 5 7 - 10: 7.5 Más de 10: 10	0.00	5.000	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		S23	¿Qué relación tiene con los mayores u ancianos? ¿Le transmitieron los conocimientos de los antepasados? ¿Transmite estos conocimientos a los jovenes?	Transmición de conocimientos entre genereaciones	Se entiende en relación con los ancianos y jóvenes	Ninguna: 0 Con ancianos o jóvenes: 5 Con ancianos y jóvenes: 10	10.00	5.000	5.00	100
		S24	¿Cocina platos típicos locales? ¿Qué productos de la finca usa en su elaboración?	Uso de los productos	Uso (si/no) de los productos de la finca para la elaboración de platos típicos	No: 0 Si: 10	10.00	5.000	5.00	100
2. ECONOMICO	**2.1. DESARROLLO**	**E1**	¿Cuál es el area total de su finca o parcela? ¿Y cuánta superficie destina al manejo agroecológico u orgánico?	Área	% de área manejada con sistemas agrícolas diversificados, sobre el total de la propiedad	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	7.50	10.000	7.50	75

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		E2	¿Cuántos y cuáles productos agropecuarios y de otro tipo produce en su finca?	Diversificación de la finca	Número productos, agropecuarios y no agropecuarios	(1 - 4): 0 (5 - 8): 2.5 (9 - 12): 5 (13 - 17): 7.5 Más de 17 productos: 10	2.50	10.000	2.50	25
		E3	¿Qué porcentaje de su producción destina al consumo y cuanto se comercializa?	Cantidad producida para la venta	% de la producción destinada a la venta sobre el total de la producción	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	7.50	10.000	7.50	75
		E4	¿Ha hecho mejoras en infraestructura en su finca en los últimos cinco años?	Mejoramiento de la finca	Ampliación, mejoras o construcción de nuevas estructuras productivas (si/no)	No: 0 Si: 10	0.00	10.000	0.00	0
		E5	¿Tiene o está desarrollando proyectos de actividades turísticas en la finca?	Desarrollo turístico	Creación y desarrollo de actividades turísticas en la finca (si/no)	No: 0 Si: 10	0.00	10.000	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
	2.2. EFICIENCIA - DINAMISMO	**E6**	¿Cuántas personas de su familia trabajan en su finca y cuántas contratas desde afuera? (número de personas?	Empleo	Mano de obras (familiar o contratada)	100% contratada: 0 Familiar y contratada: 5 100% familiar: 10	0.00	6.250	0.00	0
		E7	¿En caso de vender la producción en cuales mercados la vende? (finca_, local_, departamental_, nacional_, internacional_)	Diversificación de los mercados	Númeroniveles de mercados (finca/local/departamental/nacional/internacional)	Un tipo de mercado: 0 Dos tipologías de mercados: 2.5 Tres tipologías de mercados: 5 Cuatro tipologías de mercados: 7.5 Cinco tipologías de mercado: 10	2.50	6.250	1.56	25
		E8	¿Cómo vende la mayoría de su producción? (Directamente_, intermediarios_, no la vende_)	Canales de comercio	Tipología de vente: directa, con intermediarios, no venta	No venta: 0 Intermediarios: 5 Directa: 10	5.00	6.250	3.13	50

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		E9	¿Cómo establece el precio de y las condiciones de venta?	Poder de negociación del productor	El productor tiene (si/no) poder de negociación	No: 0 Si: 10	10.00	6.250	6.25	100
		E10	¿Cuántos son los productos de la finca que usted destina a la transformación?	Transformación de productos	% de productos transformados en la finca sobre el total de los productos	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	0.00	6.250	0.00	0
		E11	¿Qué tipos de insumos agrícolas y pecuarios está utilizando? ¿Y cuál es el su origen (comprando o producido)?	Autosuficiencia en insumos	% de insumos utilizados en la finca generados en las finca misma sin necesidad de recurrir a la compra desde afuera	Compra todo: 0 Genera hasta el 25%: 2.5 Genera hasta el 50%: 5 Genera hasta el 75%: 7.5 Genera más del 75%: 10	0.00	6.250	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		E12	¿Cuenta con alguna certificación de la finca? ¿Y si la tiene cuál es?	Certificaciones de la finca	Certificación biológica, orgánica, comercio justo, agroecológica, sostenible, biodinámica, pequeños productores, BPA, BPAE y otras que cumpla con requisitos de protección ambiental para valor agregado relacionado a mercados especiales	No: 0 Si: 10	0.00	6.250	0.00	0
		E13	¿Trabaja con plan de negocios en algún rubro? ¿Recibe beneficios de alguna organización? ¿Tiene relaciones económicas con otros productores?	Alianzas economicas	Beneficios por tener relaciones con otras fincas, cooperativas, abastecedores, cooperación internacional	Alianzas económicas establecidas: Ninguna: 0 Una alianza: 2.5 Dos alianzas: 5 Tres alianzas: 7.5 Cuatro alianzas: 10	0.00	6.250	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
3. AGROAMBIENTAL	**3.1 BIODIVERSIDAD**	**G1**	¿Cuántos cultivos tiene en su finca (se incluye madera, sombra y bosque solo si es una plantación)?	Número especies	N° de especies vegetales agrícolas	Menos de 3 especies: 0 (4 - 6): 2.5 (7 - 10): 5 (11 - 14): 7.5 Más de 14 especies: 10	5.00	3.333	1.67	50
		G2	¿Cuántas variedades criollas o acriolladas cultiva en su finca?	Variedades locales	% variedades locales cultivadas sobre el total de los rubros (criollas y acriolladas)	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	2.50	3.333	0.83	25

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G3	¿De qué material o especies son hechas las cercas de su finca?	Diversidad estructural de la cerca	Constitución de las cercas	Cerca muerta (madera y alambre): 0 Una o dos especies arbóreas: 2.5 Una o dos especies arbustivas: 5 Una o dos especies herbáceas: 7.5 Más de tres especies arbustivas, arbóreas o herbáceas: 10	2.50	3.333	0.83	25

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G4	¿Cuántas semillas compra de afuera y cuánta se produce en la finca? (Cuando planta árboles: ¿Hace vivero o los compra? Cuando siembra cultivos: ¿Usa semillas propias o las compra?	Semillas (autoproducción)	% de autoproducción de semillas y de plantas arbóreas y forestales sobre el total de las semillas y plantas usadas. (materia de propagación)	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 Más de 75%: 10	7.50	3.333	2.50	75
		G5	¿Qué cultivo integra en el asocio? (no hay asocio_ entre especies herbáceas_ entre especies hebáceas y arbóreas_ entre especies arbóreas_ las tres tipologías_)	Asocio	Tipología de asocio	Entre herbáceas, entre arbóreas, entre herbaceas y arbóreas Ninguna: 0 Un tipo: 3.33 Dos tipos: 6.33 Tres tipos: 10	0.00	3.333	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
	3.2. TERRITORIO	G6	¿En su finca mantiene áreas naturales no manejadas? ¿Su finca tiene ambientes de regeneración	Ambiente de regeneración natural	Presencia /ausencia de ambientes destinados a la regeneración natural	No: 0 Si: 10	10.00	8.333	8.33	100
		G7	¿Utiliza algunas prácticas para proteger el medio ambiente? (ejemplo: prácticas de conservación de suelo y agua, plantaciones forestales, no laboreo del suelo, otras)	Acciones de recuperación y protección del territorio	Actuación de prácticas tradicionales para mejorar la gestión del suelo, del agua, del aire y de las plantaciones forestales	No: 0 Si: 10	10.00	8.333	8.33	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
	3.3. SUELO Y AGUA	G8	¿En cuántas áreas practica rotación? ¿Qué cultivo rota cada año?	Rotaciones	% de rotaciones implementadas sobre el total del área cultivada. Ejemplos.	Monocultivo: 0 Rota hasata el 25% de los cultivos temporales y anuales: 2.5 Rota entre 26 - 50%: 5 Rota entre 51 - 75%: 7.5 Rota más de 75%: 10	7.50	2.381	1.79	75
		G9	¿Qué tipon de sistema de riego usa en su finca? (no hay, gravedad, aspersión, micro-aspersión, goteo)?	Uso eficiente del agua	Tipología sistema de riegon	Ninguno: 0 Gravedad: 2.5 Aspersión: 5 Micro asperción: 7.5 Goteo: 10	10.00	2.381	2.38	100
		G10	¿Emplea cosecha de agua (ejemplo: reservorios, acequias)?	Cosecha de agua	Presencia/ausencia insfraestructuras para la captación de agua (acequias, reservorios, etc.)	No: 0 Si: 10	0.00	2.381	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G11	¿Qué tipo de fertilizante químico sintético emplea? Y ¿Cada cuánto lo usa? (Usualmente, a veces, nunca)	Fertilización química de síntesis	Uso de fertilizantes químicos sintéticos	Usualmente: 0 A veces o si es proporcionado por programas de gobierno: 5 Nunca: 10	5.00	2.381	1.19	50
		G12	¿En cuánta área de su finca practica la incorporación de biomasa orgánica (ejemplo: abono orgánico, hojarasca, desechos de los cultivos y de la cocina)?	Fertilización orgánica	Superficie con incorporación de biomasa orgánica	Superficie con incorporación de biomasa 0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	10.00	2.381	2.38	100
		G13	¿En su finca hace abono verde? ¿En cuánta superficie?	Abono verde	Presencia/ausencia de la práctica	No: 0 Si: 10	0.00	2.381	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G14	¿Recicla los desechos orgánicos de su finca? ¿Cómo lo hace? (Abono orgánico, mulch, recolección de hojarasca, etc.)?	Reciclaje de desechos orgánicos de la finca	Presencia/ausencia de valoración de residuos	No: 0 Si: 10	10.00	2.381	2.38	100
	3.4. DEFENSA DE LOS CULTIVOS	**G15**	¿Usa productos químicos para el control de plagas y enfermedades? ¿Cuántas intervenciones hace cada año? (un promedio)	Productos químicos de defensa	Uso de productos químicos de defensa	Si, usualmente: 0 Extrema necesidad: 5 No, nunca: 10	5.00	2.778	1.39	50
		G16	¿Cuántas técnicas naturales usa en su finca para el control de plagas y enfermedades?	Técnicas de defensas natural	% de técnicas de defensa natural utilizadas sobre el total de intervenciones implementadas	Técnicas naturales de defensa sobre el total de las intervenciones: 0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0	0.00	2.778	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
						(51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10				
		G17	¿Usa herbicidas sintéticos para el control de maleza? ¿Y cuántas intervenciones hace? (un promedio)	Uso de herbicidas sintéticos	Uso de herbicidas químicos	Si: 0 Extrema necesidad: 5 No: 10	0.00	2.778	0.00	0
		G18	¿Cuántas técnicas naturales usa para el control de malezas?	Control de malezas alternativo	% de técnicas de control de maleza natural empleadas sobre el total de intervenciones implementadas. (Eventuales recetas tradicionales)	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	5.00	2.778	1.39	50

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G19	¿Usa productos químicos para el tratamiento post cosecha? ¿Cuántas intervenciones hace? (un promedio)	Tratamientos químicos post cosecha	Uso de productos químicos para el tratamiendo post cosecha	Si: 0 Extrema necesidad: 5 No: 10	5.00	2.778	1.39	50
		G20	¿Cuántas técnicas o productos naturales emplean para tratamiento post cosecha?	Técnicas de post cosecha alternativas	N° de productos o técnicas naturales/aalternativas empleadas para el tratamiento post cosecha sobre el total de tratamientos	Técnicas naturales implementadas: 0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	2.50	2.778	0.69	25
	3.5. ENERGÍA	**G21**	¿Sabe sobre energía renovable, y si aplica alguna de ellas?	Energías renovables	% de uso de fuentes de energías renovables sobre el total de fuentes de energía usadas	0%: 0 (1-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	0.00	8.333	0.00	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G22	¿Qué tipo de empaque usa por su producto? ¿En cuál contenedor saca la cosecha desde el campo al punto de venta?	Material y tipolpgías de empaque	Uso de empaque mínima y/o de materiales de reciclaje o reciclables	Empaque plástico: 0 Mezcla (mínima con plástico): 5 Empaque mínimo y natural: 10	0.00	8.333	0.00	0
	3.6. PARTE ANIMAL	**G23**	¿Cuántas razas animales tiene en su finca?	Razas	Número de animales	Ninguna raza: 0 (1 - 3): 2.5 (4 - 7): 5 (8 - 11): 10	2.50	1.667	0.42	25
		G24	¿Cuántas razas criollas o acriolladas?	Razas locales	Número de razas locales (criolla o acriolladas) sobre el total de las razas	(0 - 10) % razas locales: 0 (10-25) %: 2.5 (26-50) %: 5.0 (51-75) %:7.5 (76 - 100) %: 10	7.50	1.667	1.25	75

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G25	¿Cúal es el origen de las crías? ¿Cuántas crías se compran y cuántas son reproducidas en la finca?	Reproducción	Tipología de reproducción implementada en la finca	Se compran las crías: 0 Mezcla comprada y reproducción en la finca: 5 Reproducción en la finca: 10	5.00	1.667	0.83	50
		G26	¿Se hacen pastorear los animales? ¿Se pastorean, cuánta área se dedica al pastoreo?	Pastoreo	Precensia/ausencia de la práctica	No: 0 Si: 10	0.00	1.667	0.00	0
		G27	¿Qué tipo de estructura de estabulación usa para el manejos de los animales? (cerradas, lugares abiertos, semi-abiertos)	Estructuras de estabulación	Tipología de las estructuras	Cerradas: 0 Lugares abiertos (sin techo): 5 Semi abierta (duermes y se ordenan bajo techo): 10	10.00	1.667	1.67	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G28	¿Produce usted el alimento en la finca para las crías? ¿Cuánto alimento se produce?	Alimentación 1	Procedencia de los alimentos de la ración (comprado/producido)	Todo comprado: 0 Hasta 50% de la finca: 5 Más del 50% de la finca: 10	5.00	1.667	0.83	50
		G29	¿Utiliza usted en la ración alimentos industriales?	Alimentación 2	Tipología de los alimentos de la ración (industriales/naturales)	Alimentos industriales: 0 Mezcla industriales y naturales: 5 Alimentos naturales: 10	5.00	1.667	0.83	50
		G30	¿Se emplean algún tipo de mutilación en los animales? Ejemplos: Amarrar cintas elásticas a las colas, el corte de rabo, el corte de dientes, el corte de picos, el	Mutilación	Presencia/ausencia de la práctica	No: 0 Si: 10	10.00	1.667	1.67	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
			descornado, castración							
		G31	¿Cómo maneja las excretas? Elegir uno de las siguientes opciones: No hace (cielo abierto) Se hace (bajo techo con manejo de drenaje del agua, recolección diaria, estructura de almacenamiento)	Manejo de las excretas	Implementación de medidas y/o estructuras de mitigación para la contaminación ambiental	No hace (cielo abierto): 0 Se hace (bajo techo con manejo de drenaje del agua, recolección diaria, estructura de almacenamiento): 10	10.00	1.667	1.67	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	PREGUNTAS	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RANGOS	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO	VALOR MEDIO	GRADO DE SOSTENIBILIDAD
		G32	¿Dónde se realizó el sacrificio? 1. Matadero 2. Rastro 3. Finca/cooperativa	Sacrificio	Lugar donde se realiza el sacrificio del animal	Matadero: 0 Rastro: 5 Finca/cooperativa: 10	10.00	1.667	1.67	100

Fuente: Propia.

11.5. Interpretación del coeficiente y manejo de la biodiversidad

Tabla 62. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr).

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Tipos de rubros productivos (Pr_1)	1: ha integrado 1-2 tipos de rubros productivos; 2: ha integrado tres tipos de rubros productivos; 3: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos; 4: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales y animales.	
Diversidad de especies de cultivos herbáceos y arbustivos (Pr_2)	1: 1-3 cultivos; 2: 3-6 cultivos; 3: 7-10 cultivos; 4: más de 10 cultivos	
Aprovechamiento de los sistemas de cultivos temporales (Pr_3)	1: menos del 25 % de la superficie con 2-3 siembras; 2: 25-50 % de la superficie con 2-3 siembras; 3: más del 50 % de la superficie con dos siembras; 4: más del 50 % de la superficie con tres siembras	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Superficie con diseños en policultivos (Pr_4).	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	
Complejidad de diseños en policultivos (Pr_5)	1: dos especies asociadas o intercaladas; 2: tres especies asociadas o intercaladas; 3: cuatro especies asociadas e intercaladas; 4: más de cuatro especies asociadas e intercaladas	
Diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos (Pr_6)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies	
Superficie con diseños agroforestales (Pr_7)	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	
Complejidad de diseños	1: dos especies integradas;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
agroforestales (Pr_8)	2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas	
Diversidad de animales en sistemas de crianza (Pr_9)	1: 1-2 especies; 2: 3-4 especies; 3: 5-6 especies; 4: más de 6 especies	
Superficie con diseños silvopastoriles (Pr_{10})	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	
Complejidad vegetal de diseños silvopastoriles (Pr_{11})	1: dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas	
Complejidad de sistema con diseño mixto (Pr12)	1: integran en la misma superficie diversidad de especies de 1-2 rubros productivos; 2: integran en la misma superficie diversidad de especies de 3-4 rubros productivos;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	3: integran diversidad de especies de 5-6 rubros productivos; 4: integran diversidad de especies de más de seis rubros productivos.	
Superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr_{13}). (Pr_4 + Pr_7 + PR_{10} + Pr_{12}).	1: menos 26 %; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: más del 75 %	
Procedencia del material de siembra (Pr_{14})	1: 100 % nacional; 2: 50-50% (nacional-provincia); 3: Mas 50-70 % forma productivapropia; 4: Mas 70 % propia	
Origen de variedades (Pr_{15})	1: 100 % importado; 2: entre 40-60 % nacional-importado; 3: Mas 60 % obtenido en la forma productiva y propia; 4: Mas 70 % propia (incluye autóctonas)	
Procedencia de pie de crías de animales (Pr16)	1: 100 % nacional; 2: 50-50% (nacional-provincia); 3: Mas 50-70 % forma productivapropia;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	4: Mas 70 % propia	
Origen de razas (Pr_{17})	1: 100 % importado; 2: entre 40-60 % nacional-importado; 3: Mas 60 % obtenido en la forma productiva y propia; 4: Mas 70 % propia (incluye autóctonas)	
Autosuficiencia en alimento para animales de crianza (Pr_{18})	1: genera hasta el 25 %; 2: genera hasta el 50 %; 3: genera hasta el 75 %; 4: genera más del 75 %.	
DMBPr		

Fuente: Propia.

Tabla 63. Manejo y conservación de suelos (MCS)

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Sistema de rotación de cultivos (S_1)	1: rota, pero sin estar planificado o diseñado; 2: tiene un sistema de rotación concebido según demandas del suelo (propiedades); 3: el sistema de rotación planificado considera además de 2, la reducción de incidencia de arvenses;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	4: el sistema de rotación es holístico; es decir, considera diferentes propósitos (suelo, arvenses, plagas, enfermedades).	
Superficie en rotación de cultivos (S_2)	1: rota hasta el 25 % de los campos de cultivos temporales y anuales; 2: rota entre 26-50 %; 3: rota entre 51-75 %; 4: rota más del 75 %	
Diversidad de fuentes de biomasa orgánica (S_3)	1: cuando incorpora un tipo de fuente de materia orgánica; 2: cuando incorpora dos tipos; 3: cuando incorpora tres tipos; 4: cuando incorpora más de tres tipos	
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S_4)	1: menos del 25 %; 2: entre el 26 y 50 %; 3: entre el 50-75 %; 4: más del 75 %	
Superficie de siembras con laboreo mínimo o sin laboreo (S_5)	1: menos del 20 %; 2: entre el 20 y 30 %; 3: entre el 30-50 %; 4: más del 50 %	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Superficie con prácticas antierosivas (S6)	1: menos del 25 % superficie sistema; 2: entre el 26 y 50 % superficie sistema; 3: entre el 50-75 % superficie sistema; 4: más del 75 % superficie sistema	
Conservación en la preparación del suelo (S_7)	1: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en 25 %; 2: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en 50 %; 3: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en más 50 %; 4: Solamente utiliza implementos de conservación del suelo.	
	MCS	

Fuente: Propia.

Tabla 64. Manejo y conservación de agua (MCA)

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Superficie bajo sistemas de riego (A_1)	1: menos 25 % de la superficie; 2: 26-50 % de la superficie 3: 51-75 % de la superficie; 4: más del 75 % de la superficie	
Sistemas de riego (A_2)	1: gravedad o aniego; 2: aspersores; 3: microaspersores; 4: goteo (localizado)	
Fuentes de abasto de agua para uso agrícola (A_3)	1: Acueducto; 2: Pozo; 3: Natural: 4: Colecta de lluvia	
Manejo del drenaje (A_4)	1: menos 25 % de la superficie; 2: 26-50 % de la superficie; 3: 51-75 % de la superficie; 4: más del 75 % de la superficie	
Sistema de drenaje (A_5)	1: creado naturalmente; 2: elaborado según observación de corrientes de agua;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	3: elaborado según curvas de nivel; 4: elaborado según (2) + (3)	
	MCA	

Fuente: Propia.

Tabla 65. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales (I_1)	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones; 2: cuando se ha reducido entre un 20-40 % el número de intervenciones; 3: cuando se han reducido entre un 41-60 %; 4: cuando se han reducido en más de un 60 %.	
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I_2)	1: menos del 20 % de insumos biológicos; 2: 21-40 % de insumos biológicos; 3: 41-60 % biológicos; 4: más del 60 % de insumos biológicos.	
Decisiones de intervenciones	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
en rubros productivos animales (I_3)	2: cuando se ha reducido entre un 20-40 % el número de intervenciones; 3: cuando se han reducido entre un 41-60 %; 4: cuando se han reducido en más de un 60 %.	
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos animales (I_4)	1: menos del 20 % de insumos biológicos; 2: 21-40 % de insumos biológicos; 3: 41-60 % biológicos; 4: más del 60 % de insumos biológicos.	
Nivel de autosuficiencia de insumos para intervenciones en rubros vegetales y animales (I_5)	1: genera hasta el 25 % de los insumos utilizados; 2: genera hasta el 50 % 3: genera hasta el 75 %; 4: genera más del 75 %.	
MISRPr		

Fuente: Propia.

Tabla 66. Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Superficie con barreras vivas laterales (Au_1)	1: Menos 25 % campos; 2: 26-50 % campos; 3: 51-75 % campos; 4: mas 75 % campos	
Diversidad de especies en barreras vivas laterales (Au_2)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies.	
Superficie con barreras vivas intercaladas (Au_3)	1: Menos 25 % campos; 2: 26-50 % campos; 3: 51-75 % campos; 4: mas 75 % campos	
Diversidad de especies en barreras vivas intercaladas (Au_4)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies.	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Corredores ecológicos internos (Au_5)	1: existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan según diseño; 4: (2) o (3) + se conectan con barreras vivas y cerca viva perimetral.	
Diversidad de especies en corredores ecológicos internos (Au_6)	1: una especie predominante (mayor 30 %); 2: dos especies predominantes; 3: tres especies predominantes; 4: más de tres especies predominantes	
Diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (Au_7)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + 1-2 especies arbustivas 3: (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; 4: Mas de tres especies arbustivas o arbóreas	
Manejo de ambientes seminaturales (Au_8)	1: existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias	
Diversidad estructural de los ambientes seminaturales (Au_9)	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	
Manejo de arboledas (Au_{10})	1: existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan; 4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias	
Diversidad estructural de las arboledas (Au11)	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas	
Manejo de cerca perimetral (Au_{12})	1: Menos 25 % de la periferia; 2: 26-50 %; 3: 51-75 %; 4: Mas 75 %	
Diversidad estructural de la cerca viva perimetral (Au_{13})	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; 4: Mas de tres especies arbustivas o arbóreas	
Tolerancia de arvenses (Au_{14})	1: solo en la etapa final del cultivo; 2: desde que pasa el periodo crítico del cultivo; 3: según grado de incidencia; 4: durante todo el cultivo, de acuerdo a la incidencia de especies más competitivas.	
Diversidad de animales para labores (Au15)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies.	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
DMBAu		

Fuente: Propia.

Tabla 67. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Incidencia de arvenses (As_1)	1: más de 75 % grado de enmalezamiento; 2: entre 51 y 75 % grado de enmalezamiento; 3: entre 26-50 % grado de enmalezamiento; 4: menos 25 % grado de enmalezamiento	
Diversidad de arvenses (As_2)	1: se observan tres especies; 2: se observan 3-7 especies; 3: se observan 8-11 especies; 4: se observan más de 11 especies.	
Incidencia de nematodos de las agallas (As_3)	1: más del 75 % plantas afectadas; 2: entre 51-75 %; 3: entre 26-50 %; 4: menos 25 %.	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
Incidencia de organismos nocivos en los cultivos (As_4)	1: más del 75 % superficie afectada; 2: entre 51-75 %; 3: entre 26-50 %; 4: menos 25 %.	
Diversidad de organismos nocivos fitófagos (As_5)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	
Diversidad de organismos nocivos fitopatógenos (As_6)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	
Incidencia de organismos nocivos en los animales de cría (As_7)	1: más del 75 % individuos afectados; 2: entre 51-75 %; 3: entre 26-50 %; 4: menos 25 %.	
Diversidad de parásitos en	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
animales de cría (As_8)	3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	
Diversidad de enfermedades de animales de cría (As_9)	1: se observa una enfermedad; 2: se observan dos enfermedades; 3: se observan tres enfermedades; 4: se observan más de tres enfermedades	
Diversidad de polinizadores (As_{10})	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.	
Diversidad de grupos de reguladores naturales (As_{11})	1: Se observa uno o dos grupos; 2: Se observa de uno a tres; 3: Se observa de uno a cinco; 4: Se observan más de cinco	
Población de reguladores naturales (As12)	1: Se observa de 1-5 individuos; 2: Más de 5 individuos; 3: Más de 10 individuos;	

Indicadores	Complejidad	Finca El rodeo
	4: Inmediatamente se observan altas poblaciones	
Diversidad de macrofauna del suelo (As13)	1: 0,1-2,0 especies; 2: 2,1-3,0 especies; 3: 3,1-4,4 especies; 4: más de 4,5 especies	
Población de macrofauna del suelo (As14)	1: 1-5 individuos/m^2; 2: 5-9 individuos/m^2; 3: más de 10 individuos/m^2; 4: (2) o (3) individuos/m^2 inmediatamente	
EBAs		

Fuente: Propia.

Tabla 68. Coeficiente y manejo de biodiversidad (CMB)

Componentes	Indicadores	Fórmula	CMB
Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productive (DBMPr)	18	$DMBPr = \sum [2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18]/23.$	Coeficiente de manejo de la biodiversidad **(CMB)**
Manejo y conservación de suelos (MCS)	7	$MCS = \sum [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7]/9.$	
Manejo y conservación de agua (MCA)	5	$MCA = \sum [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5]/7$	

Componentes	Indicadores	Fórmula	CMB
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	5	$MISRPr = \sum [I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5]/7.$	
Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	15	$DMBAu = \sum [2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]/22.$	
Elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	14	$EBAs = \sum [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16.$	

Componentes	Indicadores	Fórmula	CMB
6	64		1

Fuente: Propia.

11.6. Fotos de evidencia

Figura 49. Recoleccion de muestra alterada.

Fuente: Propia

Figura 50. Procedimientos de laboratorio

Fuente: Propia