

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA
UNAN FAREM-MATAGALPA



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales sostenibles de productores de tres microcuencas de Ciudad Darío, Matagalpa I Semestre 2015.

Autores:

Br. Enmanuel de Jesús Pérez Palacios

Br. Melvin Enrique Blandón Laguna

Tutor:

MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz

Asesor (a):

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Matagalpa, Agosto, 2015

DEDICATORIA

A Dios padre quien me dio el regalo más valioso "la vida", quien me ha acompañado en todo el transcurso de mi camino guiándome, protegiéndome, llenándome de sabiduría y dándome fuerzas para superar los obstáculos que se me han presentado por muy difíciles que sean.

A mi madre y amiga Aura Marina Palacios Talavera quien nunca dejo de apoyarme económica, mental y espiritualmente siempre estuvo a mi lado en los mejores y más aún en los peores momentos de mi vida, así como a mi padre Raúl Rojas Pérez quien a pesar de algunas diferencias que tuvimos, me apoyo.

A mis hermanos y hermanas Karen Luvy, Aura Catalina y Edward Raúl Pérez Palacios que de una u otra forma me apoyaron en lo que pudieron.

A mis sobrinos Karen Lisseth Pérez Palacios, Alberto Leonel Úbeda, Edward Raúl y Cristofer Eliu Pérez Aráuz.

A mis amigos de universidad Claudia Adaluz Parajón Márquez, Enrique Ulises Arceda Delgado, Guillermo Martín Salmerón Chavarría y Midzar Vidal Moreno Palma quienes me apoyaron en todo mi transcurso universitario con su amistad y sabiduría.

A mi tutor, maestro y amigo MSc Francisco Javier Chavarría Aráuz por toda la ayuda que me brindó desde el inicio hasta el final de mi investigación monográfica sin importar las condiciones que se presentaran.

A los productores de Moyúa Noel Moreno y Narciso Moreno por permitirme desarrollar mi trabajo investigativo en sus áreas de producción así como a su familia Esmelda Ruiz y Gladys Moreno quienes me brindaron su hospitalidad, paciencia, cariño y amistad.

A mi compañero y amigo de monografía y estudios desde la secundaria Melvin Enrique Blandón Laguna.

A mis maestros de universidad por toda la sabiduría que me brindaron en mi trayecto universitario.

A mis maestros de educación primaria quienes me ayudaron a formar la base de mi desarrollo educativo.

A quienes no creyeron que tenía capacidad para lograr mi meta porque fueron quienes me inspiraron más.

Br. Enmanuel de Jesús Pérez Palacios

DEDICATORIA

La presente monografía es dedicada primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de regalarme su amor y su infinita bondad en todo este transcurso de mi vida.

A mi madre María Benita Laguna por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y estar ahí en buenos y malos momentos en la que la necesite.

A mi padre Félix Enrique Blandón por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis abuelitos el Sr. Benigno Laguna, la Sra. Francisca Aráuz e Irma Blandón; por ser ejemplo de perseverancia, y consejos que me han servido para llegar a lograr uno de mis objetivos.

A mi tutor MSc. Francisco Javier Chavarría por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

A mi novia Sofía Aráuz por siempre darme su apoyo y estar conmigo en los momentos que más la necesitaba siendo un pilar de apoyo y con la que siempre pude contar.

A mis amigos, Isaac, María Delia, Kerin, Jenny, Elim, Leonel, Kerin, Nathalia, Any, por siempre estar en buenos y malos momentos.

A mi compañero de monografía Enmanuel de Jesús Pérez Palacios, por siempre ser un amigo en este largo tiempo de ser compañeros de clases.

Br. Melvin Enrique Blandón Laguna.

AGRADECIMIENTO

A Dios padre por darnos y permitirnos culminar con esta meta.

A nuestros padres madres y familias por apoyarnos en todo nuestro transcurso educativo.

Al MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz por permitirnos ser sus tutorados y confiarnos el tema de investigación.

A los productores de Moyúa por permitirnos realizar nuestra investigación en sus áreas productivas.

A nuestros nuevos y viejos amigos que nos brindaron su amistad en muchas etapas de nuestras vidas.

Br. Enmanuel de Jesús Pérez Palacios.

Br. Melvin Enrique Blandón Laguna.

OPINIÓN DEL TUTOR

Luego de revisar informe de tesis monográfica presentada por los egresados Enmanuel de Jesús Pérez Palacios, Número de Carnet 09060324 y Melvin Enrique Blandón Laguna, con Número de Carnet 08062635, bajo el título **“Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo practicas agronómicas y culturales sostenibles de productores de tres microcuencas de Ciudad Darío, Matagalpa, I semestre 2015”**. De la cual soy tutor y considerando que el mismo cumple con la coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones. Por este medio Avalo la entrega del mismo para su debida defensa ante Tribunal Examinador que se designe para ello.

El estudio realizado por los compañeros Pérez Palacios y Blandón Laguna, contó con la colaboración de los pobladores del sitio Ramsar Moyúa pero especialmente de los productores Narciso Moreno y Noel Moreno, de los sectores 1 y 2, a quienes agradecemos su inestimable colaboración.

Los resultados de investigación de los compañeros Pérez y Blandón, es un valioso aporte al estudio del capital natural, la forma de aprovechamiento de los ecosistemas pero sobre todo de los sistemas productivos en condiciones secas.

Éxitos a los colegas Pérez y Blandón. Bendiciones

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

RESUMEN

El estudio "Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales sostenibles de productores de tres microcuencas, se realizó en Ciudad Darío, Matagalpa, durante el año 2015". Las variables medidas fueron: capital natural, prácticas agronómicas y culturales así como el impacto ambiental. Como objetivo principal se pretendía evaluar el impacto que tiene los sistemas de producción agrícola bajo prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores, de tal forma que los resultados obtenidos sirvan como herramienta base para el manejo conservacionista. La población del estudio estaba constituida por 25 productores donde la muestra fue de 2 productores de las microcuencas, esta muestra es no probabilística ya que existieron criterios de selección específicos. Entre los principales resultados se encontró: los sistemas productivos agrícolas bajo algunas prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores son beneficiosas para los suelos, la producción rentable de sus rubros y el medio ambiente. El estado del capital natural que poseen las unidades de producción agrícola se encuentran en estado de degradación como es el caso de los suelos que poseen una profundidad desfavorable a causa de procesos erosivos, materia orgánica muy desfavorable, bajos niveles de fertilidad, en el caso del agua algunas fuentes solo se presentan en época de invierno y otras ya han desaparecido, además la contaminación de las aguas de la laguna impidiendo su uso para consumo humano. Clima con temperaturas más altas, menos meses de precipitaciones, menor humedad relativa, velocidades de vientos fuertes. Las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos son curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, uso de abono orgánico y drenaje a excepción del sistema de riego el cual no es eficiente y el manejo brindado por los productores ocasiona degradación ambiental en las unidades productivas agrícolas.

Palabras Claves: Manejo Conservacionista, rentabilidad, Impacto en los sistemas, Evaluación, Unidades Productivas, Productivas, criterios de selección, Procesos Erosivos, Degradación ambiental.

ÍNDICE

Contenidos	Páginas
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	iii
Br. Melvin Enrique Blandón Laguna.	iii
AGRADECIMIENTO	iv
OPINIÓN DEL TUTOR	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. JUSTIFICACIÓN	9
IV. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	10
4.1 Pregunta General.....	11
4.2 Preguntas específicas	11
V. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo General.....	12
5.2 Objetivos específicos	12
VI. HIPOTESIS	13
6.1 Hipótesis General.....	13
6.2 Hipótesis específicas.....	13
VII. MARCO TEÓRICO	14
7.1. Capital natural.....	14
7.1.1. Estado de los suelos agrícolas.....	14
7.1.1.1. Suelo	14
7.1.1.2. Calidad de suelo.....	14
7.1.1.3. Propiedades físicas del suelo.....	14

7.1.1.3.1. Textura del suelo.....	15
7.1.1.3.2. Estructura del suelo.....	17
7.1.1.3.3. Densidad del suelo	18
7.1.1.3.4. Porosidad del suelo	20
7.1.1.3.5. Profundidad del suelo.....	21
7.1.1.3.6. Pedregosidad del suelo.....	22
7.1.1.3.7. Velocidad de infiltración del suelo (Permeabilidad del suelo)	23
7.1.1.3.8. Capacidad de campo del suelo (CC).....	26
7.1.1.3.9. Punto de marchitez permanente del suelo	26
7.1.1.3.10. Capacidad de retención de agua disponible del suelo	27
7.1.1.3.11. Pendiente del suelo.....	27
7.1.1.4. Propiedades químicas del suelo	29
7.1.1.4.1. Materia orgánica del suelo	29
7.1.1.4.2. Potencial de Iones de Hidrógeno del suelo (pH).....	31
7.1.1.4.3. Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo	32
7.1.1.4.4. Fertilidad del suelo.....	33
7.1.1.5. Propiedades biológicas del suelo	34
7.1.1.5.1. Vida en el suelo.....	34
7.1.1.6. Pérdidas de suelo.....	35
7.1.1.6.1. Métodos de estimación de pérdidas de suelo por erosión	38
7.1.1.6.2. Suelo retenido	39
7.1.2. Situación de recursos hídricos.....	39
7.1.2.1. Agua.....	40
7.1.2.2. Diversidad de recursos hídricos	41
7.1.2.2.1. Humedal.....	41
7.1.2.2.2. Lago	41
7.1.2.2.3. Laguna.....	42
7.1.2.2.4. Ríos	42
7.1.2.2.5. Cuencas Hidrográficas	42
7.1.2.2.6. Pantanos	42
7.1.2.2.7. Ojo de agua	42
7.1.2.2.8. Pozos	43

7.1.2.3. Incremento y/o mantenimiento de caudales	43
7.1.2.3.1. Métodos de aforación.....	43
7.1.2.4. Calidad de agua.....	47
7.1.3. Situación climatológica.....	48
7.1.3.1. Clima.....	48
7.1.3.1.1. Temperatura	48
7.1.3.1.2. Altitud	49
7.1.3.1.3. Precipitación.....	49
7.1.3.1.4. Evapotranspiración.....	50
7.1.3.1.5. Humedad relativa	51
7.1.3.1.6. Velocidad de viento	51
7.1.3.1.7. Horas luz	52
7.1.3.1.8. Capacidad de recarga hídrica	52
7.2. Prácticas agronómicas y culturales	53
7.2.1. Prácticas conservacionistas	53
7.2.1.1. Prácticas agronómicas.....	54
7.2.1.1.1. Sistemas agroforestales	54
7.2.1.1.2. Reforestación	55
7.2.1.1.3. Riego eficiente	55
7.2.1.1.4. Drenaje agrícola	56
7.2.1.1.5. Zanjas a desnivel.....	56
7.2.1.1.6. Diques	57
7.2.1.1.7. Barreras vivas.....	57
7.2.1.1.8. Barreras muertas	58
7.2.1.1.9. Surcos al contorno o en Curvas a Nivel.	59
7.2.1.1.10. Cultivos en callejones o franjas.....	60
7.2.1.1.11. Cultivos de cobertura o abonos verdes.....	60
7.2.1.1.12. Cortinas rompevientos	61
7.2.1.1.13. Terrazas individuales	62
7.2.1.1.14. Terrazas continuas angostas.....	63
7.2.1.1.15. Terrazas continuas anchas (terrazas de banco)	63
7.2.1.1.16. Abonamiento orgánico.....	64

7.2.1.1.17. Uso racional de fertilizantes.....	65
7.2.1.1.18. Acequias.....	65
7.2.1.1.19. Asociación de cultivos	66
7.2.1.1.20. Rotación de cultivos.....	66
7.2.1.1.21. Zanjas a nivel	66
7.2.1.1.22. Reservorios para captar agua	67
7.2.1.3. Prácticas culturales.....	67
7.2.1.3.1. Cero labranzas.....	67
7.2.1.3.2. Labranza mínima.....	68
7.2.1.3.3. Uso de rastrojos.....	68
7.2.1.3.4. Uso de estiércoles.....	69
7.2.1.3.5. Época de siembra	69
7.2.1.3.6. Fases lunares	70
7.3. Impactos ambientales.....	71
7.3.1. Servicios ecosistémicos.....	73
7.3.1.1. Biodiversidad	74
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	75
8.1. Ubicación del estudio.....	75
8.2. Tipo de investigación	76
8.3. Diseño experimental	76
8.4. Descripción de los tratamientos	77
8.5. Población y Muestra	78
8.6. Técnicas de investigación	78
8.7. Operacionalización de variables	79
8.8. Procesamiento de datos.....	81
IX. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
9.1. Capital natural.....	82
9.1.1. Suelo	82

9.1.1.1. Propiedades físicas del suelo.....	82
9.1.1.1.1. Textura del suelo.....	82
9.1.1.1.2. Estructura del suelo.....	83
9.1.1.1.3. Densidad del suelo.....	85
9.1.1.1.4. Porosidad del suelo.....	86
9.1.1.1.5. Profundidad del suelo.....	86
9.1.1.1.6. Pedregosidad del suelo.....	88
9.1.1.1.7. Velocidad de infiltración del suelo.....	89
9.1.1.1.8. Capacidad de campo del suelo.....	90
9.1.1.1.9. Punto de marchitez permanente del suelo.....	91
9.1.1.1.10. Capacidad de retención de agua disponible del suelo.....	92
9.1.1.1.11. Pendiente del suelo.....	92
9.1.1.2. Propiedades químicas del suelo.....	94
9.1.1.2.1. Materia orgánica del suelo.....	94
9.1.1.2.2. Potencial de iones de hidrogeno (pH) del suelo.....	95
9.1.1.2.3. Capacidad de intercambio catiónico del suelo.....	96
9.1.1.2.4. Fertilidad de suelo.....	98
9.1.1.3. Propiedades biológicas del suelo.....	102
9.1.1.3.1. Vida del suelo.....	102
9.1.1.4. Pérdidas o retención de suelo.....	103
9.1.2. Situación de recursos hídricos.....	107
9.1.2.1. Diversidad de recursos hídricos.....	107
9.1.2.2. Incremento de caudales.....	109
9.1.2.3. Calidad de agua.....	109
9.1.3. Situación climatológica.....	110
9.1.3.1. Clima.....	110
9.1.3.1.1. Temperatura.....	110
9.1.3.1.2. Altitud.....	111
9.1.3.1.3. Precipitación.....	112
9.1.3.1.4. Evapotranspiración.....	113
9.1.3.1.5. Humedad relativa.....	114

9.1.3.1.6. Velocidad de viento	114
9.1.3.1.7. Horas luz	115
9.1.3.1.8. Capacidad de carga hídrica	116
9.2. Prácticas agronómicas y culturales	116
9.2.1. Prácticas agronómicas.....	116
9.2.2. Prácticas culturales.....	120
9.3. Impacto ambiental.....	121
9.3.1. Bienes y Servicios ecosistémicos.....	123
9.3.2. Biodiversidad	123
X. CONCLUSIONES	127
XI. RECOMENDACIONES.....	129
XII. BIBLIOGRAFIA	130
Anexos	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de texturas del suelo.....	16
Tabla 2: Clasificación textural del suelo.....	17
Tabla 3: Tipo de estructura y estabilidad del suelo.....	18
Tabla 4: Clasificación de la porosidad del suelo.....	21
Tabla 5: Clasificación de la profundidad del suelo.....	22
Tabla 6: Clasificación del contenido en fragmentos gruesos.....	22
Tabla 7: Medición de la capacidad de infiltración del suelo.....	25
Tabla 8: Relación entre textura y velocidad de infiltración del suelo.....	25
Tabla 9: Clasificación para la infiltración de agua en el suelo.....	26
Tabla 10: Clasificación para la pendiente del suelo	28
Tabla 11: Distanciamiento entre las obras físicas de conservación de suelos según pendiente...28	
Tabla 12: Clasificación de los niveles de materia orgánica del suelo.....	31
Tabla 13: Clasificación del pH del suelo.....	32
Tabla 14: Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo.....	33
Tabla 15: Clasificación de la erosión del suelo.....	39
Tabla 16: Medición del área de la sección.....	45
Tabla 17: Distribución de los tratamientos en las áreas de estudio.....	77
Tabla 18: Textura del suelo.....	82
Tabla 19: Estructura del suelo.....	84
Tabla 20: Profundidad del suelo.....	87
Tabla 21: Pedregosidad del suelo.....	88
Tabla 22: Velocidad de infiltración del suelo.....	89
Tabla 23: Pendiente del suelo.....	93
Tabla 24: Materia orgánica del suelo.....	94
Tabla 25: Potencial de iones de hidrogeno del suelo.....	95
Tabla 26: Capacidad de intercambio catiónico del suelo.....	97
Tabla 27: Macronutrientes primarios del suelo.....	98
Tabla 28: Macronutrientes secundarios del suelo.....	99
Tabla 29: Micronutrientes del suelo.....	100

Tabla 30: Vida en el suelo.....	102
Tabla 31: Prueba de los efectos inter-sujetos (altura de suelo-tratamientos)	104
Tabla 32: Prueba de Tukey.....	104
Tabla 33: Retención del suelo Ton/ha.....	106
Tabla 34: Diversidad de recursos hídricos según productor.....	107
Tabla 35: Calidad de agua.....	109
Tabla 36: Temperatura media mensual en °C.....	111
Tabla 37: Precipitación anual mensual.....	112
Tabla 38: Velocidad de viento media mensual.....	114
Tabla 39: Horas luz media mensual.....	115
Tabla 40: Prácticas agronómicas según productor.....	116
Tabla 41: Prácticas culturales según productor.....	120
Tabla 42: Flora presente en las áreas de estudio de los productores.....	123
Tabla 43: Fauna presente en las áreas de estudio de los productores.....	125

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Pérdidas o retención de suelo Narciso Moreno.....	106
Gráfico 2: Pérdidas o retención de suelo Noel Moreno.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del área de estudio.....	85
Figura 2: Balance de precipitación y evapotranspiración de las áreas de estudio.....	113

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura desde su aparición se basa en la explotación del suelo. En muchos lugares por el mal uso que se le ha dado a los suelos, se ha perdido su fertilidad o bien lo han contaminado de manera que ahora atraviesan serios problemas de pobreza y hambre. Situación que los hace propensos a enfermedades, a la pérdida de autoestima, a la violencia, a la dependencia de otros, entre tantas consecuencias (Chavarría, 2011).

Para Apollin y Eberhart, (1999: página 32), el sistema de producción es:

"El conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias, establecido por un productor y su familia para garantizar la reproducción de su explotación; resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponibles en un entorno socioeconómico y ecológico determinado"

El suelo es un recurso natural no renovable a una escala temporal humana y el soporte básico imprescindible para la existencia de ecosistemas terrestres, ya sean naturales o modificados por las actividades humanas. Su naturaleza como recurso no renovable hace que cualquier proceso de degradación que sufra tenga consecuencias irreversibles en la mayor parte de los casos (Alonso, Alcázar, Cermeño y Barbero, 2011).

El suelo sufre un proceso de erosión conocida como degradación y el traslado de material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como son: el agua, el viento, el hielo o clima (Betanco, 2011).

Chavarría (2011) citando a Chavarría (2009), afirma que los suelos tienden a degradarse según el manejo que reciban. En la mayoría de casos, los bajos rendimientos productivos se deben a que los suelos a medida que se van usando van perdiendo sus contenidos de nutrientes o bien se

modifican sus propiedades físicas, con lo cual se limita el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Los ecosistemas agrícolas son particularmente sensibles ante la degradación del suelo dado que su productividad depende en última instancia de las cualidades y del estado de conservación de este (Alonso, *et al* 2011).

En las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas, Ciudad Darío, Matagalpa los sistemas productivos agropecuarios no son muy eficientes debido a que los productores no implementan buenas prácticas que permitan la conservación de suelos y agua para evitar problemas erosivos en sus áreas productivas, estos problemas erosivos tienen como consecuencia terrenos con menor cantidad de suelos, menos fertilidad y poca presencia de fauna de suelos, contaminación del recurso hídrico, menores rendimientos productivos en sus cosechas y utilización de insumos externos perjudicando su economía así como un impacto negativo al medio ambiente afectando de esta forma su calidad de vida

A causa de las consideraciones mencionadas anteriormente el propósito del estudio fue de evaluar el impacto que tienen los sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales de productores de tres microcuencas de Ciudad Darío, Matagalpa I Semestre 2015, el cual consiste primeramente en la valoración del estado del capital natural que poseen las unidades de producción agrícola, también en la determinación de las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos así como la evaluación del comportamiento agronómico y productivo en las unidades de producción agrícola en base a tipo de prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores y finalmente en la identificación de los principales impactos ambientales que tiene la degradación del capital natural como consecuencia del manejo de sistemas productivos.

El estudio se realizó con una población universo compuesta por 25 productores (14 de Moyúa, 3 de Tecomapa y 8 de Las Playitas), donde la muestra comprendida consiste en 3 productores (1 de cada zona), la muestra fue seleccionada por conveniencia, para lo cual, se cumplieron los

siguientes criterios de selección: Poseer tierras propias, disponibilidad del productor, establecimiento de uno o más cultivos para la experimentación, grado de diversidad de 3 a más rubros en la finca, rendimientos anteriores por rubro, participación en procesos de transferencia de tecnologías agropecuarias, porcentaje de pendiente de leve a moderada y utilización del suelo para uso animal o vegetal en los últimos 10 años.

Posteriormente en la investigación se realizaron visitas de campo con el propósito de facilitar la selección de los sitios, el establecimiento de las parcelas de estudio, el seguimiento y asesoría a los productores mediante un enfoque de Acción-Participativa involucrando a los protagonistas en el estudio donde la recolección de datos se obtuvo a través de encuestas y hojas de campo, además el presente estudio también tuvo como finalidad servir como apoyo básico a estudiantes, agricultores e investigadores que deseen investigar un poco más sobre el tema abordado.

II. ANTECEDENTES

La erosión en los suelos natural y sucesiva se ha venido desarrollando desde hace varios años como algo natural en nuestros países. Se le puede denominar erosión geológica. Este tipo de erosión tiene un proceso lento y se prolonga por miles de años, en el suelo intervienen la lluvia, nieve, frío, calor y viento (Betanco, 2011).

El problema de la erosión del suelo en forma natural data desde hace más de 70 millones de años, el hombre acelera este fenómeno ahí realiza actividades de agricultura, ganadería y también cuando crecen los núcleos de población (PASOLAC, 2005).

El desequilibrio de las relaciones entre humanidad y medio ambiente estuvo potencialmente determinado por la falta de alimentos, provocada, por el cambio del clima y por las migraciones de las faunas de norte a sur y de sur a norte. Ello, conllevó a que la población humana comenzará entonces a ver la naturaleza de manera diferente (Betanco, 2011).

Con la agricultura y la cría de ganado comenzó la Era Neolítica, la naturaleza recibe los embates del humano. Las prácticas agrícolas y de la cría provocaron alteraciones en la estructura de las comunidades vegetales, animales y del paisaje. Por otro lado el uso permanente del fuego como instrumento elegido para aumentar la extensión del suelo disponible para el cultivo, profundizando aún más la extinción de especies, de asociaciones vegetales y animales, causándose una severa incidencia negativa sobre la diversidad biológica (Betanco, 2011).

A nivel mundial se han realizado estudios como: Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza; Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante en África, Asia, Europa, América Latina y El Caribe (Dixon, Gulliver y Gibbon, 2001), en donde se reconoce la heterogeneidad que inevitablemente se presenta al establecer sistemas tan amplios, considerando que el enfoque de los sistemas de producción agropecuaria aquí expuesto ofrece un marco adecuado para comprender las necesidades de los habitantes de un sistema, sus posibles retos y las oportunidades que enfrentarán en el futuro a mediano y largo

plazo, además de la importancia relativa que tiene la aplicación de diferentes estrategias empleadas para escapar del hambre y la pobreza.

Dixon, *et. al.*; (2001), a fin de ofrecer una base para el análisis comparativo, en el estudio analizaron en detalle alrededor de 20 sistemas de producción en agropecuaria África, Asia, Europa, América Latina y El Caribe, que se considera, presentan el mayor potencial tanto para la reducción de la pobreza y el hambre como para el crecimiento económico. Los sistemas de producción se analizan a la luz de cinco posibles estrategias generales que los hogares agropecuarios podrían emplear para escapar de la pobreza y el hambre: (a) la intensificación de la producción; (b) la diversificación de las actividades agrícolas que permitan incrementar el valor de la producción; (c) el incremento del área del predio; (d) el incremento del ingreso obtenido de actividades extra-prediales; y (e) el abandono total del sistema agropecuario. Los resultados se sustentan con más de 20 estudios de caso que se llevaron a cabo en todo el mundo con el fin de analizar enfoques innovadores para el desarrollo de la pequeña agricultura y pastoreo.

A nivel centroamericano en Guatemala se encontró el tema: Caracterización del sistema de producción agrícola de las comunidades de Llano Grande, Agua Zarca y Tamarindo, Pachalum, El Quichè (Velásquez, 2008).

Según Velásquez (2008), estudiar los recursos naturales disponibles y su relación con la vida actual de las poblaciones humanas, permite conocer los distintos niveles de administración de los recursos, su disponibilidad, la capacidad de inversión de los productores, la introducción a nuevas técnicas y métodos. Las aldeas Llano Grande, Agua Zarca y Tamarindo, del municipio de Pachalum, del departamento del Quiché, Guatemala poseen cierto potencial productivo, que puede ser aprovechado por sus habitantes, pero se hace visible la deficiente aplicación de técnicas adecuadas para el manejo de la producción agrícola y de los recursos naturales, dando como resultado que sus rendimientos sean bajos e impacten en la economía de las familias. Esta problemática generó la necesidad de identificar las características socioeconómicas y tecnológicas que el agricultor poseía en sus procesos productivos. Esta información obtenida

mediante un proceso investigativo puede ser la guía para el manejo, conservación y uso racional de los recursos con que cuenta cada comunidad en la ejecución de proyectos productivos en la región, donde determinó dos grupos de agricultores, tomándose como base los cultivos a los cuales se dedican. El tipo I, se caracteriza porque el agricultor siembra en asocio maíz, frijol y también vende su mano de obra durante el año. En el tipo II, el agricultor siembra maíz, frijol, tamarindo, aguacate, rosa de jamaica, pasto, café y caña de azúcar, por lo que existe un proceso de diversificación agrícola incipiente.

La erosión se considera la forma más importante de degradación de los suelos en Nicaragua, al igual que en muchos países. Aproximadamente 7.7 millones de hectáreas del territorio nicaragüense presentan grados variables de erosión, 3.6 millones de hectáreas presentan un grado de erosión catalogada de fuerte a severo según PAA-NIC (1994), citado por PASOLAC (2005).

Según CONADES (1998) citado por PASOLAC (2005) los efectos del huracán Mitch pusieron de manifiesto el alto grado de vulnerabilidad ambiental de gran parte del territorio nacional, evidenciado por los procesos geodinámicas producidos, tales como deslaves, aluviones, procesos erosivos generalizados y otros asociados a los ecosistemas costeros, así como la infraestructura económica que se vio seriamente dañada, sin mencionar las irreparables pérdidas de vidas humanas.

En estudios realizados a nivel nacional, se encontró el tema de Evaluación de la potencialidad de suelos en sistemas productivos agrícolas, en dos fincas, comunidad El Bálsamo, Matagalpa (Parajón y Martínez, 2013). En el estudio la población universo estuvo constituida por 5 fincas. Parajón y Martínez (2013) tomando una muestra de 2 productores que se dedican a la producción de Maracuyá (*Passiflora edulis*), Pepino (*Cucumis sativus*) y Chayote (*Sechium edules*), donde se midieron las variables: propiedades intrínsecas del suelo divididas en físicas, químicas y biológicas, propiedades extrínsecas (relieve y climatológica), situación socio económico (producción y financiamiento) y situación ambiental. Entre los principales resultados se encontró: el suelo respecto a sus propiedades físicas se encuentra en estado favorable, excepto la profundidad de suelo y el drenaje interno, las propiedades químicas están en condiciones

apropiadas, pero con bajos niveles de potasio, calcio y magnesio. Las condiciones climatológicas son propicias para la explotación de cultivos agrícolas a diferencia de las temperatura y humedad relativa para el cultivo de maracuyá (*Passiflora edullis*). Los rendimientos productivos en la mayoría de los cultivos son bajos con respecto a los rendimientos óptimos. Los resultados obtenidos sirvieron como herramienta base para elaborar la propuesta de plan de manejo conservacionista.

En estudios realizados a nivel local (Moyúa, Tecomapa y Las Playitas), se encontró los siguientes temas de investigación: Plan de gestión y desarrollo integral en subcuenca Las Playitas, Moyúa y Tecomapa, de la cuenca del río grande de Matagalpa, municipio de Ciudad Darío, Nicaragua (Salvatierra, 2003). Según la autora, las riquezas naturales contenidas en el territorio de la subcuenca se encontraban en franco proceso de degradación ambiental, situación que afectaba (y lo continúa haciendo), a la población asentada en el área de estudio y que dependen de los recursos naturales para su subsistencia. No se registró ningún esfuerzo concreto organizado del gobierno central, ni municipal, ni de organizaciones no gubernamentales para detener este proceso de destrucción. Lo anterior conllevó a la elaboración del Plan de Gestión y Desarrollo Integral de la subcuenca, el cual se convierte en el documento técnico de referencia para la administración municipal y que supone la coordinación e integración de todos los actores en el territorio, ya que se busca alcanzar el desarrollo económico, social y ambiental sostenible en la subcuenca, mediante el impulso de actividades productivas primaria diversificadas, acorde a los potenciales naturales, la preservación de los recursos naturales y del medio ambiente, el establecimiento del turismo ecológico y el impulso económico resultante a los centros poblados.

Las propuestas que buscan la solución de los problemas actuales, a través del aprovechamiento máximo de los recursos potenciales del territorio se recogen en un mapa que constituye la imagen objetivo (zonificación del territorio), entendido ésta como una referencia para el uso óptimo del territorio y sus recursos. La protección de los humedales (lagunas) existentes en la zona y la declaración futura como sitios RAMSAR, constituye otro esfuerzo de este trabajo investigativo (Salvatierra, 2003).

Otro de los estudios más recientes en la zona, lo constituye la “Caracterización agrosocioeconómica de las unidades de producción de la Microcuenca de Moyúa, Ciudad Darío, Matagalpa, Nicaragua”, realizada por Balmaceda y Fargas, (2013). El estudio se realizó con siete productores de Moyúa, donde fueron medidas las variables: a) características sociales y económicas; b) condiciones agroecológicas; c) parámetros físicos y químicos del suelo y d) manejo agronómico y zootécnico. Entre los principales resultados del estudio se encontró: que a través del manejo y explotación, no se mejora la calidad de vida de sus habitantes, por no obtener los ingresos económicos suficientes para el desarrollo de las familias. Por otro lado se encontró que los recursos naturales están siendo afectados por malas prácticas productivas como la quema de rastrojos y malezas, utilización de productos químicos, y eliminación de árboles.

Según Balmaceda y Fargas, (2013), las condiciones agroecológicas climatológicas como temperatura, horas luz y altura sobre el nivel del mar son las óptimas para el desarrollo de los cultivos que están establecidos. El factor limitante son las precipitaciones, ocasionando en muchos casos pérdidas de cosecha por eventos de sequías. La textura, pH, pedregosidad, profundidad, se encuentran en niveles adecuados, algunos macro y micro nutrientes están bajos para algunos casos. Se concluyó que el manejo de las unidades de producción no es el indicado.

III. JUSTIFICACIÓN

Los productores no brindan el manejo adecuado a sus áreas productivas a causa del poco conocimiento que ellos poseen para la implementación de prácticas lo cual conlleva a tener problemas de erosión eólica e hídrica lo que trae como consecuencias perdidas de suelos, baja fertilidad y fauna en sus terrenos conllevando a tener poco rendimiento productivo en sus cosechas así como un efecto nocivo en la calidad de las mismas.

Mediante este estudio se evaluaron los sistemas productivos agrícolas sostenibles en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas de Ciudad Darío, Matagalpa durante el I Semestre 2015, a través de visitas a campo y aplicación de encuestas a productores en sus áreas de producción, abordando las variables; capital natural, prácticas agronómicas y culturales, e impacto ambiental.

Uno de los fines de la presente investigación fue de incidir en la aplicación de prácticas que coadyuven en el incremento de los rendimientos en la producción, dispensar uso adecuado a los suelos para mejorar su calidad, diseño participativo de obras de conservación de suelo y agua para reducir las pérdida de estos recursos no renovables en las zonas donde estarán establecidos los diferentes cultivos con los que se estará trabajando en conjunto con los productores de la zona para mejorar de esta forma la calidad de vida de sus familias.

En lo académico y científico, los datos generados servirán de apoyo básico a docentes y estudiantes, productores e investigadores que deseen indagar un poco más acerca de cómo evaluar los sistemas productivos agropecuarios sostenibles.

En lo personal la presente investigación, permitirá aportar de forma práctica a la solución de la problemática de degradación de suelos, la afectación a los recursos hídricos y rendimientos productivos agropecuarios pero además permitirá obtener el título de Ingenieros Agrónomos.

IV. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

La diversidad de problemas que existe en la producción agropecuaria demanda de nuevas alternativas situadas en el contexto donde se desarrollan las actividades agropecuarias con los recursos locales existentes, con tecnología propia tratando de utilizar al máximo los recursos humanos y en menor dependencia de recursos externos, con la finalidad de ofertar alimentos a una población creciente que demanda que los mismos sean accesibles, sanos, de calidad, además de permitir una mejor calidad de vida para los productores generándoles ingresos suficientes para el sustento familiar que a su vez permita generar recursos para una adecuada alimentación, vivienda, vestimenta y una mejor educación cumpliendo el derecho humano a un buen vivir (Villacorta, 2011).

Villacorta (2011), afirma que los actuales sistemas de producción agrícola y ganadero basado en monocultivo ha permitido una producción con base a un requerimiento de insumos externos, uso de energía fósil, agroquímicos, que ha deteriorado los agroecosistemas debilitando sus componentes esenciales para la producción como el suelo, agua y clima, haciendo que muchas áreas se hagan insostenibles ocasionando consecuencias nocivas para el medio ambiente y para los productores que se ven en la necesidad de abandonar el área rural, migrando a las ciudades donde se incorporan en diferentes actividades, muchas de ellas que solo les permite sobrevivir que genera problemas sociales de diferente índole.

En las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas, los productores se dedican a actividades agropecuarias. Siendo una característica fundamental, que el relieve es ondulado, teniendo pendientes en rangos que van de leves a severas. Las áreas productivas son destinadas a la explotación pecuaria como para la producción de granos básicos y de algunas hortalizas. Los productores no implementan buenas prácticas, que permitan la conservación de suelos y aguas para evitar problemas erosivos en sus áreas productivas. El uso de riego por inundación provoca el arrastre de las fracciones más finas de los suelos a las partes bajas de la unidad productiva.

El uso de labranza semitecnificada y quemas de rastrojos, se expone a los suelos a la labor erosiva del viento. Al erosionarse los suelos, poseen menos fertilidad y poca presencia de fauna de suelo, lo que impacta en menores rendimientos productivos, así como un efecto nocivo sobre la calidad de los mismos al momento de realizar sus cosechas.

4.1 Pregunta General

¿Cuál es el impacto de los sistemas productivos agrícolas bajo diferentes prácticas agronómicas y culturales sostenibles implementadas por los productores en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas, Ciudad Darío, Matagalpa I semestre 2015?

4.2 Preguntas específicas

¿Cuál es el estado del capital natural en las unidades de producción agrícola?

¿Cuáles son las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos?

¿Cuáles son los principales impactos ambientales en las unidades productivas agrícolas en consecuencia del manejo brindado por los productores?

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Evaluar impacto que tienen los sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas, Ciudad Darío, Matagalpa I semestre 2015.

5.2 Objetivos específicos

Determinar el estado del capital natural que poseen las unidades de producción agrícola.

Determinar las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos.

Identificar los principales impactos ambientales en las unidades productivas agrícolas en consecuencia del manejo brindado por los productores.

VI. HIPOTESIS

6.1 Hipótesis General

Ha: Los sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores, son beneficiosos para los suelos agrícolas y pecuarios, la producción rentable de sus rubros y el medio ambiente en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Playitas, Ciudad Darío, Matagalpa I semestre 2015.

6.2 Hipótesis específicas

H1: El estado del capital natural que poseen las unidades de producción agrícola se encuentra en avanzado estado de degradación.

H2: Las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos son curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, uso de abono orgánico y sistemas de riego y drenaje.

H3: El manejo brindado por los productores ocasiona degradación ambiental en las unidades productivas agrícolas.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Capital natural

7.1.1. Estado de los suelos agrícolas

7.1.1.1. Suelo

Según Weii (2000), citado por Chavarría (2011), el suelo constituye la esencia del estudio de la edafología. Se le considera al suelo como un ser natural estructurado, que se encuentra en constante cambio y que para su formación y evolución depende de factores bióticos como abióticos. Entre estos factores está el clima, organismos, el relieve y el tiempo; todos ellos actuando sobre el material parental, la roca madre.

7.1.1.2. Calidad de suelo

La calidad es considerada como la capacidad del suelo para funcionar de acuerdo a las demandas de uso, tal como la producción de biomasa, manteniendo su capacidad de resistir a la degradación y de minimizar los impactos ambientales; lo cual abarca no solamente la productividad del suelo sino también la calidad ambiental, seguridad alimentaria, salud animal y humana, degradación de contaminantes y uso de la tierra según Parr *et al.* (1992), citado por López (2002).

7.1.1.3. Propiedades físicas del suelo

Por el desconocimiento de las propiedades físicas que posee un suelo muchas veces se le expone a su degradación y con ello la pérdida de sus principales funciones ecosistémicas y su capacidad productiva. Con ello se expone a sus propietarios como a las poblaciones que dependen de la agricultura a escasez de alimentos, inundaciones, sequías, deslizamientos de suelos, licuefacción y otros daños que ponen en peligro la existencia de la vida humana y propiedades. Por lo antes

expuesto es que se hace imprescindible conocer los suelos y aprovecharlos según sus capacidades (Chavarría, 2011).

Chavarría (2007), siendo citado por Chavarría (2011), señala al suelo como un medio complejo, en constante cambio y en intrínseca relación con el aire, las rocas, el relieve, la flora, la fauna y el agua y otros factores climáticos. Todo esto tiende a que en los suelos se den características específicas tales como la textura, la estructura, la densidad, porosidad, la profundidad, pedregosidad, drenaje, el color, entre tantas otras. Las que a partir de ahora llamaremos propiedades físicas.

7.1.1.3.1. Textura del suelo

El tamaño relativo de las partículas de suelo se expresa en términos de la textura, que se refiere a la finura mayor o menor del mismo. En términos generales, la textura se refiere a la cantidad relativa de arcilla, limo y arena presentes en el suelo (PROMIPAC, 2009).

PROMIPAC (2012), afirma que para determinar la textura de un suelo de forma manual se toma una porción del suelo y se hace una pelota humedeciéndola hasta llegar al punto pegajoso. El punto pegajoso se logra cuando la pelota de suelo no está tan húmeda y se quiebra pegada en la mano, ni tan seca que no se sienta pegajosa. Cuando el suelo esté en su punto, presiónelo entre el dedo pulgar y el índice y trate de formar una plasta lo más larga posible donde se determina la categoría del suelo en: Categoría textural arcillosa, franco-arcillosa o franca. Esto se logrará observando si al humedecer el suelo puede formar con sus dedos cintas largas, medianas o cortas, a continuación se describen cada una de ellas:

- Categoría textural arcillosa (arcillo-arenosa, arcillosa y limo-arcillosa) forman cintas largas (8-10 cm).
- Categoría textural franco-arcillosa (franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa) hacen cintas medianas (3-8 cm).
- Categoría textural franca (franco-arenosa, franca, y franco-limosa) forman cintas muy cortas (menos de 3 cm) o no forman cintas.

- Categoría textural arenosa no forman cintas.

La textura de un suelo puede darnos la estimación de diferentes datos del suelo como son velocidad de infiltración, capacidad para retener agua, densidad aparente, e incluso su capacidad de uso entre otros.

Tabla 1. Tipos de texturas del suelo

Tipo	Características
Arenosa	El suelo permanece suelto y separado y puede ser acumulado solo en forma de pirámide.
Arenosa franca	El suelo contiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajoso y se le puede dar forma de bola que fácilmente se deshace.
Franco limosa	Parecido a arena franca, pero se le puede dar forma enrollando como un pequeño y corto cilindro.
Franca	Contiene casi la misma porción de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de 15cm de largo aproximadamente, que se quiebra cuando se dobla.
Franco arcillosa	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de "U" sin excederse y no se quiebra.
Arcillosa fina	El suelo puede tomar forma de círculo, pero mostrando grietas.
Arcillosa pesada	El suelo puede tomar forma de círculo sin mostrar alguna grieta.

Fuente: PROMIPAC (2009)

En la tabla 2 Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), refleja que una textura franco o una franco limosa es muy favorable para un suelo porque tiene una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla proporcionando un equilibrio entre permeabilidad al agua, retención de agua y de nutrientes.

Tabla 2. Clasificación textural del suelo

Rango	Textura
Muy favorable	Equilibradas (franca y franco limosa)
Favorable	Francas algo desequilibradas (franco arcillosa, franco arenosa, franco arcillo arenosa, franco arcillo limosa, limosa y arcillo limosa)
Desfavorable	Desequilibradas gruesas (arena y arenosa franca)
Muy desfavorable	Desequilibradas finas (arcillosa y arcillo limosa)

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.3.2. Estructura del suelo

PROMIPAC (2009) la define como el tipo o la forma en que se agregan las partículas de suelo y según el tipo de estructura, los suelos pueden ser:

- Laminar.
- Prismático.
- En bloque.
- Esferoidales.

PROMIPAC (2009), indica que en las capas de suelo, sólo una parte de la masa total del mismo está agregada. En donde no se presenta una agregación observable, ni un arreglo definido y ordenado de los agregados, se clasifica como un suelo sin estructura, además hay dos tipos de suelo sin estructura, los cuales son:

- Los suelos de granos individuales están conformados de partículas o granos finos que no se adhieren entre sí. Estos suelos son llamados suelos arenosos.

- Si los suelos tienen cantidades considerables de arcilla labrada o pisoteada por animales, cuando están muy húmedos forman un suelo masivo, debido a que los espacios porosos se llenan de arcilla.

Dorronsoró (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), refleja en la tabla 3 que una estructura fina y mediana es muy favorable para un suelo donde se evita que los agregados se desintegren volviéndolo más estable y resistente a procesos erosivos.

Tabla 3. Tipo de estructura y estabilidad del suelo

Rango	Estructura
Muy favorable	Fina y mediana, grado desarrollo moderado fuerte
Favorable	Gruesa, grado moderado
Desfavorable	Particular (de granos simples), suelta
Muy desfavorable	Masiva y/o dura

Fuente: Dorronsoró (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.3.3. Densidad del suelo

Según Chavarría (2011), es la masa por unidad de volumen (M / V). Se puede distinguir dos tipos de densidades de acuerdo a la densidad de sus componentes sólidos y la del conjunto del suelo, incluyendo los espacios intersticiales entre los poros de los agregados del suelo. Los tipos de densidades por lo tanto serán:

- Densidad real: Constituye la densidad de la fase sólida del suelo. Es un valor muy permanente pues la mayor parte de los minerales arcillosos presentan una densidad que está alrededor de 2.65 gramos por centímetro cúbico.
- Densidad aparente: Refleja la masa de una unidad de volumen de suelo seco y no perturbado, para que incluya tanto a la fase sólida como a la gaseosa englobada en ella. Para establecerla debemos tomar un volumen suficiente para que la heterogeneidad del suelo quede suficientemente representada y su efecto atenuado.

Para la medición de la densidad aparente según Blanco (2000) los materiales necesarios son:

- Estufa.
- Balanza.
- Equipo de toma de muestras inalteradas. Se trata de una sonda en la que se coloca un cilindro hueco que se va llenando al introducirla en el suelo. Se obtiene así, un volumen conocido de suelo en su estado natural.
- Cilindros de acero inoxidable de 100 cm³ de 5 cm. de diámetro por 5,1 cm. de altura con extremidad biselada y con paredes de reducido espesor.

Según Henin *et al* (1972), citado por Blanco (2000), los cilindros se introducen hasta el nivel del suelo utilizando la sonda de extracción de muestras de suelos inalteradas. Es necesario insertar bien el cilindro en sentido vertical o bien horizontal, cuidando de que la muestra preserve su estructura natural.

Para recuperar el cilindro del suelo se hace un corte con mucho cuidado en el suelo por debajo y se eleva el cilindro en conjunto al suelo para cortar la tierra al ras del cilindro con un cuchillo y se introducen en bolsas plásticas o de papel etiquetadas.

Blanco (2000) citando a Henin *et al* (1972), citado, afirma que la masa del suelo se determina en el laboratorio, secando la muestra a 105-110 °C hasta peso constante, obteniéndose la masa de suelo (M) y como se conoce el volumen total del suelo, es decir el volumen de poros más el volumen de sólidos, lo cual equivale al volumen del cilindro (V) se obtiene la densidad aparente (ρ_a) mediante la siguiente relación:

$$\rho_a = M / V$$

Donde:

ρ_a : Densidad aparente (gr / cm³). Que también se representa como Dap

M: Masa de suelo seco a 105-110 °C hasta peso constante (gr).

V: Volumen total del suelo (cm³): 100 cm³.

7.1.1.3.4. Porosidad del suelo

Según Jaramillo (2002), la porosidad total del suelo es el volumen de éste que no está ocupado por sólidos; es el volumen que hay disponible en el suelo para los líquidos y los gases. La distribución del espacio poroso depende de la composición y arreglo de la fracción sólida, es decir, de la textura, del contenido de materia orgánica y de la estructura, definiéndose dos tipos de espacios porosos:

- Microporosidad o Porosidad textural, está compuesta por el volumen de los poros más finos que tiene el suelo y que, en su mayor cantidad se encuentran en el interior de los peds.
- Macroporosidad o Porosidad estructural, es el volumen de poros grandes del suelo, los cuales se encuentran, en mayor proporción, ubicados entre los peds.

La importancia la porosidad en un suelo es que ella nos permite conocer si este suelo puede retener o no agua, debido a que suelos entre mayor porosidad posean menor será su retención de agua y en el caso contrario a menor porosidad mayor retención de agua tendrá el suelo; incluso si este tipo de porosidad es excesiva el suelo tendrá problemas de anegamiento.

Jaramillo (2002), afirma que debido a que la porosidad del suelo depende de las características de su fracción sólida, ella se estima con base en las densidades real y aparente, según la relación:

$$P = 1 - Da / Dr * 100$$

Donde:

P: Porosidad total: %.

Da: Densidad aparente: mg / m³.

Dr: Densidad real: Mg / m³

La presencia de porosidad permite el almacenamiento de agua y aire en los suelos de las áreas productivas donde ambos son indispensables tanto para las plantas como para la vida del suelo.

Tabla 4. Clasificación de la porosidad del suelo

Clase	% ocupado por poros
Muy débilmente poroso	<5,0
Débilmente poroso	5,0 - 9,9
Moderadamente poroso	10,0 - 14,9
Muy poroso	15,0 - 20,0
Extremadamente poroso	>20,0

Fuente: Chavarría (2011), citando a Hogson (1985)

7.1.1.3.5. Profundidad del suelo

Es la longitud o distancia entre la superficie del suelo y la capa de roca madre, donde la raíz de la planta puede crecer y desarrollarse fisiológicamente (PROMIPAC, 2009).

La profundidad es un factor determinante del desarrollo y productividad de los cultivos, al condicionar el desarrollo radicular y el volumen de agua disponible para las plantas (Chavarría, 2011).

Según PROMIPAC (2009), la profundidad del suelo influye en la selección de especies y variedades que puedan adaptarse en las parcelas de producción. Muchas especies no sobreviven largas épocas secas en suelos superficiales. En el caso de los cultivos en callejones con suelos superficiales, se observa una fuerte competencia entre raíces de árboles y raíces del cultivo.

En la tabla 5 Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), indica que para que un suelo posea una profundidad muy favorable debe ser mayor a los 120 cm para que las plantas logren un buen desarrollo en su área radicular permitiéndole mayor absorción de agua y nutrientes así como un excelente sostén para la planta.

Tabla 5. Clasificación de la profundidad del suelo

Rango	Profundidad
Muy favorable	>120 cm
Favorable	120-70 cm
Desfavorable	70- 30 cm
Muy desfavorable	<30 cm

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.3.6. Pedregosidad del suelo

Se refiere a la abundancia de piedras y rocas en la superficie o en el interior del suelo. Influye de cierta forma en la infiltración, evaporación y disponibilidad del agua en el suelo. Puede impedir el crecimiento de las plantas o el laboreo mecánico del suelo (Cock, Álvarez y Estrada, 2010).

En la tabla 6 Dorronsoro (2007) citado por Parajon y Martínez (2013), muestra que un suelo que tiene una pedregosidad menor a 10 % es muy favorable para el desarrollo de las plantas, labores agrícolas, uso de maquinaria así como para el establecimiento del ganado.

Tabla 6. Clasificación del Contenido en fragmentos gruesos en el suelo

Rango	Pedregosidad
Muy favorable	<10 %
Favorable	10-30 %
Desfavorable	30-60 %
Muy desfavorable	>60 %

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajon y Martínez (2013)

Chavarría (2011), indica que la proporción de afloramientos rocosos se refiere a la proporción relativa de la superficie del suelo cubierto por roca firme en forma continua.

La presencia de afloramientos rocosos, junto con ciertos obstáculos mecánicos en el interior del perfil como los fragmentos gruesos en los horizontes subsuperficiales, pueden constituir factores de restricción de la capacidad de retención de agua por parte del suelo, lo que reduce la capacidad de asentamiento de la vegetación (Blanco, 2000).

Clasificación de la proporción de afloramientos rocosos, según Chavarría (2011):

Clase 0: Porcentaje de afloramientos rocosos superficiales inferior al 2% del área. No dificulta el laboreo del suelo.

Clase 1: 2-10% de recubrimiento superficial. Interfiere, pero no impide el cultivo a escarda.

Clase 2: Impracticable el cultivo a escarda; 10-25% de recubrimiento de los afloramientos rocosos.

Clase 3: Impide el uso de maquinaria, excepto la muy liviana; 25-50% de recubrimiento superficial.

Clase 4: Hace imposible el uso de maquinaria. Recubrimiento superficial del 50- 90%.

Clase 5: Suelos en los que más del 90% de la superficie está cubierta por afloramientos rocosos.

Determinación de la pedregosidad según (Cock *et al*, 2010):

Si encuentra pedregosidad en su terreno, se debe de identificar si se trata de piedras o rocas utilizando la regla adjunta y luego se determina cuál predomina. Para determinar si se trata de piedras o rocas basta con medirlas (Utilice la regla adjunta). Si tienen menos de 8 cm de ancho, se trata de piedras o grava, pero si su ancho es mayor de 8 cm, se habla de rocas.

7.1.1.3.7. Velocidad de infiltración del suelo (Permeabilidad del suelo)

Es la capacidad que tiene el suelo de permitir la entrada y la percolación del agua de lluvia (PROMIPAC, 2009).

La permeabilidad se mide en términos de la velocidad del paso de agua a través de una unidad de sección transversal de suelo saturado de humedad en una unidad de tiempo (Chavarría, 2011).

Según PROMIPAC (2009), el agua que no se puede infiltrar en el suelo forma parte de la escorrentía superficial. Un suelo con alta capacidad de infiltración se caracteriza por una buena estabilidad de las partículas del suelo (de la estructura) en la superficie, por una baja tendencia de sellarse y una estructura no compactada dentro del suelo. El método para calcular la velocidad de infiltración es el siguiente:

Materiales:

- Infiltrador de doble aro
- Cinta métrica
- Balde con agua
- Reloj con cronómetro
- Libreta y lápiz

Donde las actividades son las siguientes:

- 1) Introducir los cilindros metálicos a una pulgada de profundidad.
- 2) Agregar agua en el cilindro externo hasta un nivel conocido (5 cm).
- 3) Colocar la cinta métrica en la parte interna del cilindro central.
- 4) Llenar el aro interno hasta el mismo nivel.
- 5) Apuntar cuántos milímetros baja el agua en 3 minutos y agregar agua hasta el mismo nivel inicial.
- 6) Repetir el proceso cada 3 minutos.
- 7) Si después de unas 10-15 mediciones se detecta que no hay variaciones significativas, es porque han encontrado la tasa de infiltración del suelo a saturación (infiltración básica); en caso contrario, continuar hasta obtener cinco datos constantes.
- 8) Transforman los datos de infiltración básica a cm/hora.

PROMIPAC, (2009), indica en la tabla 7 que la forma de tomar los datos al momento de medir la velocidad de infiltración en el suelo donde el cambio de nivel de agua se mide en mm a través de intervalos de tiempo de 3 min cada uno durante 45 minutos.

Tabla 7. Medición de la capacidad de infiltración del suelo

Tiempo (min)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
Cambio en el nivel de agua (mm)																

Fuente: (PROMIPAC, 2009)

En la tabla 8 Chavarría (2011), refleja la relación que hay entre la textura de un suelo y su velocidad de infiltración las cuales son recíprocas entre ellas, donde al poseer textura podemos encontrar el valor de la velocidad de infiltración o viceversa.

Tabla 8. Relación entre textura y velocidad de infiltración del suelo

Textura	Velocidad de infiltración
Arcilloso	< 5 mm/hr
Franco-arcilloso	5-10 mm/hr
Franco	10-20 mm/hr
Franco-arenoso	20-30 mm/hr
Arenoso	>30 mm/hr

Fuente: Chavarría (2011)

Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), indica en la tabla 9 que el valor de velocidad de infiltración más favorable para un suelo es de > 2 cm / hora debido a que retienen la cantidad de agua necesaria que exige un suelo evitando de esta manera sequías o anegamiento en el terreno.

Tabla 9. Clasificación para la infiltración del agua en el suelo

Rango	Infiltración
Muy favorable	> 2 cm / hora
Favorable	2-0,5 cm / hora
Desfavorable	0,5-0,1 cm / hora
Muy desfavorable	<0,1 cm / hora

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.3.8. Capacidad de campo del suelo (CC)

Es el contenido de agua que tiene un suelo después que se saturó y drenó libremente por espacio de 24 a 72 horas (cuanto más pesado el suelo, más demora en llegar a CC), además es el límite máximo de agua utilizable por las plantas, y representa el máximo nivel de confort hídrico para los cultivos (García, Puppo, Hayashi y Morales, 2012).

En un suelo saturado todos los poros están ocupados por agua. En un suelo a CC los macroporos perdieron el agua y están llenos de aire, y los microporos están llenos de agua, la que es retenida contra la fuerza de la gravedad (García, *et al*, 2012).

Cálculo del contenido de agua a Capacidad de Campo (CC) según García, *et al* (2012):

El contenido de agua en peso (HP%) a Capacidad de Campo es el peso de agua dividido el peso del suelo seco.

$$HP \% CC = (\text{Peso Fresco a CC} - \text{Peso Suelo Seco}) / \text{Peso Suelo Seco} * 100$$

7.1.1.3.9. Punto de marchitez permanente del suelo

Es el contenido de agua que tiene un suelo cuando el cultivo extrajo toda el agua utilizable. En el suelo queda un cierto contenido de agua, pero tan fuertemente retenida que no es extraíble por el cultivo (García, *et al*, 2012).

Ecuación utilizada para la determinación del PMP (Punto de Marchitez Permanente) según Silva, Ponce, García, & Durán (1988), citado por Arceda y Salmerón (2013):

$$\text{PMP} = \text{CC} * 0.595$$

7.1.1.3.10. Capacidad de retención de agua disponible del suelo

Según Salcedo, Galvis, Hernández, Rodríguez, Zamora, Bugarin y Carrillo (2007), afirman que la humedad aprovechable es una de las variables más significativas del suelo, ya que presenta una relación directa con la productividad de los sistemas agrícolas y forestales. La humedad aprovechable es inherente al tipo de suelo y se modifica por las prácticas agrícolas, por lo que su valor es sitio-específico.

La importancia de este parámetro es que los suelos tienen distintas capacidades para la retención del agua según su textura, cuando en un suelo existe abundante agua y no se drena, las raíces de las plantas pueden morir por la carencia del oxígeno pero si es poca el agua presente, el crecimiento de las plantas se detiene y finalmente provoca el marchitamiento de estas.

7.1.1.3.11. Pendiente del suelo

Se caracteriza por la desviación de la inclinación de la ladera de la horizontal en porcentaje (%) o en grados (°) (PASOLAC, 2000).

A medida que aumente la inclinación, aumenta el peligro de la erosión porque el agua fluye a mayor velocidad por la superficie y disminuye el tiempo para infiltrarse. La longitud de la pendiente influye en la velocidad, energía y volumen de agua de escorrentía, aumentando el poder erosivo (CATIE, 1985).

La topografía es un importante factor para determinar la erosión del suelo, las prácticas de control de la erosión y las posibilidades de labranza mecanizada del suelo, y tiene una influencia primaria sobre la aptitud agrícola de la tierra (FAO, 2000).

Según FAO (2000), cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión del suelo. Un aumento del ángulo de la pendiente causa un aumento de la velocidad de escorrentía y con ello la energía cinética del agua causa una mayor erosión. Las pendientes largas llevan a una intensificación de la escorrentía, aumentando su volumen y causando así una erosión más seria.

Según PASOLAC (2000), la pendiente influye en la efectividad de las prácticas de CSA y la construcción misma de las prácticas. Para conocer la pendiente de un terreno haciendo uso de aparato “A” se aplica la ecuación:

$$P (\%) = (DV / DH) * 100$$

Donde:

DV: es la distancia entre el nivel de terreno y uno de los extremos del aparato sobre la pendiente.

DH: Corresponde a la distancia entre ambas reglas que componen el aparato “A”.

Esa pendiente resulta en porcentaje pero podría convertirse a grados mediante la ecuación:

$$P (^\circ) = \text{Cot} (\text{Pendiente } \% / 100)$$

En la tabla 10 Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), muestra que un suelo de pendiente menor al 4 % es la más favorable para un sistema de producción influyendo en el uso potencial de los suelos debido a que en terrenos de pendientes severas es dificultosa la actividad tanto agrícola como pecuaria así como el uso de maquinaria agrícola.

Tabla 10. Clasificación para la pendiente del suelo

Rango	Pendiente
Muy favorable	<4 %
Favorable	4-10 %
Desfavorable	12-25 %
Muy desfavorable	> 25 %

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

En la tabla 11 PROMIPAC (2009), indica la distancia que deben tener las obras conservacionistas de suelo en relación a la pendiente dando como resultado que en pendientes suaves el distanciamiento en obras será mayor mientras que pendientes más fuertes la distancia será menor entre obras.

Tabla 11. Distanciamiento entre las obras físicas de conservación de suelos según pendiente del suelo

Distancia entre obras de CSA según la pendiente	Pendiente suave hasta 15%	Pendiente moderada 15-30%	Pendiente fuerte 30-50%
Barreras vivas	15-30 m	10-15 m	4-10 m
Barreras muertas	10-20 m	6-10 m	4-6 m
Acequias	10-20 m	8-10 m	6-8 m
Diques de 1 m	4-12 m	2-4 m	1.3-2 m

Fuente: PROMIPAC (2009)

7.1.1.4. Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas de los suelos, están determinadas principalmente por la materia orgánica y las arcillas, por ser éstos las fuentes principales aportadoras de nutrientes (Chavarría, 2011).

7.1.1.4.1. Materia orgánica del suelo

Núñez (1998), define como materia orgánica a “la fracción orgánica del suelo que incluye los residuos provenientes de plantas y animales que se encuentran en el suelo en diferentes etapas de descomposición”, conteniendo residuos frescos, parcialmente descompuestos y totalmente descompuestos (humus), llamándose a todo, en forma genérica, materia orgánica.

Clasificación morfogenética del humus según Núñez (1998):

- Mull: Es cuando la materia orgánica se descompone e incorpora al suelo en forma de pH neutro o alcalino o vegetación de bosques de hojas caducifolias (hayas, encinos) o gramíneas, los residuos se descomponen totalmente y el humus resultante se distribuye en forma uniforme sobre la superficie del suelo y en el suelo, gracias a la actividad de macroorganismos, especialmente lombrices.
- Moder: Conforme el pH del suelo se hace más ácido, la acción de los microorganismos que promueven la descomposición activa de la materia orgánica disminuye, formándose una pequeña capa de mantillo "materiales frescos" (litter), sobre otra de materiales parcialmente descompuestos a descompuestos.
- Mor: Es cuando las condiciones del suelo son de alta acidez, pH menor de 5.5, baja saturación de bases, vegetación de coníferas y material parental alto en sílice (cuarzo), la población de microorganismos y macroorganismos del suelo se reduce abruptamente. Como resultado hay un incremento de espesor de los residuos orgánicos, con una clara estratificación en capas que son morfológicamente diferentes entre sí.

Según Núñez (1998), el humus por su composición química se clasifica en:

- Ácidos húmicos: Son polímeros complejos de alto peso molecular con núcleos periféricos (grupos radicales) que permiten capturar iones del medio circundante o una mayor polimeración. Hay dos tipos: pardos y grises.
 - a) Ácidos húmicos pardos: Proviene de la oxidación de la lignina. Son poco estables, pobres en nitrógeno en forma amónica ($-NH_2$) y flocculan poco en presencia de calcio.
 - b) Ácidos húmicos grises: Se forman por acción de microorganismos del suelo. Tienen mayor contenido de nitrógeno, flocculan rápidamente en presencia de calcio y forman complejos organo-minerales (arcillas-humus) muy estables.
- Ácidos himatomelánicos: Corresponde a la fracción de los ácidos húmicos solubles en alcohol. Es color marrón o pardo rojizo.
- Ácidos fúlvicos: Se llaman ácidos fúlvicos "libres" o F_1 a los formados por ácidos orgánicos y compuestos fenólicos. Los que están formados por compuestos urónicos y cadenas de polisacáridos se llaman ácidos fúlvicos "asociados". Estos ácidos fúlvicos se

encuentran unidos (asociados) a ácidos húmicos. En general los ácidos fúlvicos se forman bajo condiciones diferentes a los húmicos, con pH ácido y mínima participación “de síntesis producto de la acción de microorganismos”.

- Huminas: Son componentes de la fracción humus del suelo. Están formadas por polímeros de alto peso molecular y uniones orgánicas de color oscuro. Muy resistentes al ataque microbiano, por lo que son de gran estabilidad y se acumulan en los suelos. Son las que confieren el color oscuro a los suelos especialmente a los horizontes superiores.

Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), refleja en la tabla 12 que un suelo es muy favorable en materia orgánica cuando posee un contenido mayor al 5 % donde la alta presencia de materia orgánica es de vital importancia para los cultivos debido a que ella le provee diferentes nutrientes los que resultan ser necesarios para el desarrollo y mantenimiento de las plantas.

Tabla 12. Clasificación de los niveles de materia orgánica del suelo

Rango	Materia orgánica
Muy favorable	>5 %
Favorable	5-2 %
Desfavorable	2-1 %
Muy desfavorable	<1 %

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.4.2. Potencial de Iones de Hidrógeno del suelo (pH)

El pH indica el grado de acidez de la solución del suelo, pero no la acidez total del suelo (Chavarría, 2011).

Según Chavarría (2011), el pH de un suelo influye en la mayoría de las reacciones de los suelos. Entre otras influencias se puede mencionar:

- ✓ Incide sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.

- ✓ Un pH neutro es el mejor para las propiedades físicas de los suelos.
- ✓ A pH muy ácido se da intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable.
- ✓ A pH alcalino, la arcilla se dispersa, destruyéndose la estructura, dando origen a malas condiciones físicas.
- ✓ El pH influye la asimilación de nutrientes del suelo pudiendo bloquear cuando el pH es ácido o bien cuando es alcalino según el tipo de nutriente.
- ✓ El pH entre 6 y 7,5 resulta ser el mejor rango para el buen desarrollo de las plantas.

Chavarría (2011), señala que el pH del suelo se determina en agua, en una relación 1:2,5 suelo: agua de acuerdo a la metodología convencional.

En la tabla 13 Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), refleja que un pH muy favorable para un suelo según Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013) debe ser de 7,3-6,7 para que las plantas puedan crecer y desarrollarse adecuadamente además es necesario conocer el nivel de pH que posee el suelo debido a que este nos indica el tipo de cultivo que puede establecerse en él.

Tabla 13. Clasificación del pH del suelo

Rango	pH
Muy favorable	7,3-6,7
Favorable	6,7-5,5 ó 7,3-8,0
Desfavorable	5,5-4,5 ó 8,0-9,0
Muy desfavorable	<4,5 ó >9,0

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.4.3. Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo

Son los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases (Chavarría, 2011).

Según Chavarría (2011), la importancia de la capacidad de intercambio catiónico es la siguiente:

- Controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas: K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , entre otros.
- Interviene en los procesos de floculación - dispersión de arcilla y por consiguiente en el desarrollo de la estructura y estabilidad de los agregados.
- Determina el papel del suelo como depurador natural al permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo.

Como las arcillas poseen cargas negativas y los nutrientes cargas positivas esto hace que ambos se atraigan y se enlacen o combinen quedando disponibles en el suelo para las plantas, cuando un suelo posee poca o no posee arcilla (aniones) los nutrientes (cationes) no pueden enlazarse y tiende a perderse a causa de la lixiviación quedando el suelo con poca o ninguna disponibilidad de nutrientes presentes.

Tabla 14. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC)

Rango	CIC
Muy favorable	$>40 \text{ Cmol (+) / kg}$
Favorable	$40-20 \text{ Cmol (+) / kg}$
Desfavorable	$20-10 \text{ Cmol (+) / kg}$
Muy desfavorable	$<10 \text{ Cmol (+) / kg}$

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.4.4. Fertilidad del suelo

Es una cualidad que depende de la interacción entre las diferentes características de un suelo. Es decir de sus características, químicas y biológicas. La fertilidad consiste en la capacidad que posee el suelo de suministrar condiciones necesarias para el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas (Chavarría, 2011).

La fertilidad de un suelo depende de la manera en que se relacionan sus características físicas, químicas y biológicas (Chavarría, 2011).

Son muchos los factores que se involucran en la fertilidad de un suelo. Estos factores se agrupan en las características físicas, las características químicas y las características biológicas (Chavarría, 2011).

7.1.1.5. Propiedades biológicas del suelo

7.1.1.5.1. Vida en el suelo

La biota del suelo la compone el conjunto de la fauna y la flora que viven en él; la gran mayoría de los organismos del suelo vive en las capas superficiales del litter (residuos vegetales frescos), donde las condiciones de humedad, temperatura, ventilación y luminosidad, así como el espacio disponible, satisfacen sus necesidades (Jaramillo, 2002).

La importancia de tener vida en el suelo es un buen indicador debido a la presencia de estos organismos, los cuales son los encargados de la descomposición de restos vegetales y animales con el fin de transformarlos en materia orgánica para el enriquecimiento del suelo.

Según Jaramillo (2002), los organismos del suelo se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios como puede verse a continuación:

a) Según el tamaño. Que es el sistema de clasificación más común. Porta *et al* (1994), citado por Jaramillo (2002) definen las siguientes categorías:

- Microorganismos, aquellos que presentan tamaño menor a 200 μm .
- Meso organismos, los que presentan tamaños entre 200 μm y 6 mm.
- Macroorganismos, los que poseen tamaños mayores a 6 mm.

b) Según su hábitat en el suelo: Parisi (1979), citado por Jaramillo (2002) considera dos grupos de organismos: Hidrobios, aquellos que viven en el agua del suelo, como bacterias, algas, protozoarios, nematodos y buena parte de los oligoquetos, y Atmobios, aquellos que se han adaptado a vivir en la atmósfera hipogea del suelo como hongos, artrópodos, moluscos y vertebrados.

c) Según el tiempo de permanencia en el suelo: A este respecto Parisi (1979), citado por Jaramillo (2002) agrupa los organismos en tres categorías:

- Edafobios: Aquellos que cumplen todo su ciclo en el suelo.
- Edafófilos: Aquellos que no tienen que cumplir obligatoriamente todo su ciclo biológico en el suelo, pero que prefieren el ambiente de este para vivir.
- Edafójenos: Organismos que se pueden encontrar casualmente en el suelo, pero que no presentan ninguna adaptación especial para vivir en él.

7.1.1.6. Pérdidas de suelo

Por el mal manejo de los bosques se erosionan los suelos, y se convierten en lugares deforestados, los suelos descubiertos se van erosionando cada vez más y hasta llegan a producir deslizamiento rápido del agua ocasionando desbordes e inundaciones y muchas veces los deslaves que provocan catástrofes naturales (Betanco, 2011).

La erosión es el arrastre o desprendimiento de las diferentes partículas del suelo, puede ser causado por acción de fenómenos naturales como lluvia, viento y temblores. Las acciones del hombre pueden favorecer y acelerar enormemente la erosión (ICPROC, 1998).

Según ICPROC (1998), los factores más importantes que pueden producir erosión son:

1- Factores naturales:

- Viento: Produce arrastre de partículas pequeñas que al introducirse en grietas ya formadas, pueden ocasionar desprendimientos.
- Agua: Provoca lavado o arrastre tanto de pequeñas partículas como de grandes cantidades de tierra.

2- Factores físicos: Hay varios factores físicos que pueden influir en la presencia de la erosión tales como la textura, la estructura, el drenaje y en si todas las propiedades físicas de los suelos. Principalmente se destacan la textura y la estructura.

3- Factores antrópicos: El hombre en su afán de producir pasa a ser uno de los mayores causantes de erosión. Dentro de las practicas más comunes utilizadas por el agricultor y que se destacan

por el daño que causan al suelo y a la naturaleza en general están la tala, la quema y la siembra inadecuada a favor de la pendiente.

PROMIPAC (2009), indica que los tipos de erosiones son:

- Geológica o natural: Es un proceso que se produce por la dinámica del medio ambiente, como el agua de las lluvias, la corriente de los ríos, el viento, el clima, la topografía. Esta erosión es imperceptible y tiende a buscar estabilidad en la superficie del suelo y equilibrio entre el proceso de desgaste de la costra terrestre y la formación nueva del suelo.
- Acelerada: es un proceso propiciado por el hombre al romper el equilibrio entre los suelos, la vegetación, el agua y los animales. Esta erosión se da cuando el ecosistema natural es transformado por la práctica productiva del hombre en un agroecosistema, en este proceso se altera el ciclo básico del ecosistema natural, es decir, de los diferentes flujos de la relación suelo-planta-agua. En consecuencia, se produce un empobrecimiento químico del suelo, se reducen las poblaciones de microorganismos y empeoran las características físicas del suelo.

PROMIPAC (2009), plasma las siguientes formas de erosión:

La erosión hídrica resulta ser el proceso producido principalmente por efecto de la lluvia o riegos intensos. El impacto de las gotas de agua en el suelo descubierto ocasiona el desprendimiento de sus partículas y su remoción por el agua de escorrentía. Los factores que intervienen en este proceso son:

- ✓ La intensidad y frecuencia de las lluvias.
- ✓ El relieve del terreno.
- ✓ La longitud de la pendiente.
- ✓ La cobertura vegetal.
- ✓ El tipo de suelo.
- ✓ El manejo de suelo.

Según PROMIPAC (2009), hay tres formas de erosión hídrica: la erosión:

- La erosión laminar, consiste en el arrastre uniforme y casi imperceptible de las delgadas capas del suelo por el agua de escurrimiento. Es la forma de erosión menos notable. Bajo este proceso erosivo, la capa superficial del suelo comienza a mostrar manchas claras en las pendientes debido a la pérdida de nutrientes minerales y materia orgánica.
- La erosión en surcos, se presenta como consecuencia de una fuerte erosión laminar y el mal uso de herramientas de labranza. Se manifiesta como la acentuación de depresiones naturales ocasionadas por la escorrentía superficial.
- La erosión en cárcavas se produce después de la erosión laminar y en surcos. Se forma cuando el agua de escurrimiento es mayor, produciendo surcos que se unen y forman zanjas de gran tamaño, conocidas como cárcavas generalmente ramificadas.

PROMIPAC (2009), indica que la erosión que es provocada por los vientos, se conoce como erosión eólica. El viento actúa con mayor facilidad en terrenos sueltos, localizados en regiones con variaciones altas de temperaturas, poca precipitación y predominancia de vientos fuertes.

Al igual que la erosión hídrica, remueve grandes cantidades de elementos nutritivos, llevándose las partículas más livianas y fértiles del suelo.

Según PASOLAC (1993), citado por PASOLAC (2005), las principales causas del deterioro de los recursos productivos en laderas en América Central son:

- Uso de las tierras de alto riesgo para la agricultura.
- Uso de prácticas inadecuadas.
- Descapitalización de los sistemas de producción en laderas.
- Aspectos influenciados directa o indirectamente por otros entornos socio-económicos, como la tenencia de la tierra.

7.1.1.6.1. Métodos de estimación de pérdidas de suelo por erosión

1-Método de roldana

PASOLAC (2005), indica que puede considerarse uno de los más sencillos y fáciles de aplicar para cuantificar las pérdidas de suelo ocasionadas por la erosión hídrica. Su efectividad ha sido validada en la Cuenca Sur del Lago de Managua, en terrenos con diferentes grados de pendientes y con cultivos diversos. El término roldana se toma como sinónimo de arandela, palabra más común en este país. Se utilizará la primera por estar reconocida desde el origen del método.

La importancia del método de roldana es que permite obtener una estimación de la cantidad de suelo que se pierde a causa de los diferentes procesos erosivos en las áreas productivas.

El Colegio Postgraduados Chapingo (1982), citado por PASOLAC (2005), indica que el método consiste en utilizar clavos con rondanas, colocados a lo largo de un transepto a intervalos regulares. La rondana se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, tocando ligeramente la cabeza del clavo donde la cuantificación de los resultados se hace a través de la siguiente fórmula:

$$P = H * A * Dap$$

Donde:

P= pérdida de suelo.

H= altura de la lámina pérdida.

A= área medida.

Dap = Densidad aparente.

Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013), en la tabla 15 nos refleja que la erosión de suelo permitida en las áreas productivas debe ser de 10 t / ha /año, la cual sería la más favorable, evitando de esta manera pérdidas de suelo de forma hídrica o eólica así como la pérdida nutrientes por lixiviación.

Tabla 15. Clasificación de la erosión del suelo

Rango	Erosión
Muy favorable	< 10 t / ha / año
Favorable	10-20 t / ha / año
Desfavorable	20-60 t / ha / año
Muy desfavorable	>60 t / ha / año

Fuente: Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013)

7.1.1.6.2. Suelo retenido

Se plantea como hipótesis que el impacto socioeconómico que se tendría al reducir la pérdida de suelos y aumentando sus niveles de fertilidad natural, sería significativo. Los costos de producción se reducirían al utilizar cantidades menores de fertilizantes sean químicos u orgánicos, la disponibilidad de alimentos y productos para el mercado se incrementaría y las fincas entrarían en una etapa dinámica hacia la capitalización (PASOLAC, 2005).

Es de gran importancia conocer la retención de suelos donde se puede llevar a cabo mediante un buen manejo en el sistema de producción a través de obras de conservación de suelos y agua, las que tienen por objetivo prevenir las pérdidas de suelo por factores tales como la erosión hídrica y eólica.

7.1.2. Situación de recursos hídricos

Según IBALPE (2002), los recursos hídricos se concentran en la atmosfera (precipitación, vapor de agua), en la superficie terrestre (aguas superficiales), en el sub suelo (aguas subterráneas) y en los mares y océanos (aguas marinas).

7.1.2.1. Agua

Según Chavarría (2011), citando a Faustino (2005), identifica al agua como uno de los principales recursos naturales en las cuencas, y como tal es un elemento básico para la vida y elemento integrador de todas las acciones a realizar por los seres humanos.

El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5 % del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74 %, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72 % y el restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos (PROMIPAC, 2012).

González (2011) nombra los siguientes usos para el agua:

- ✓ Consumo doméstico: comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal.
- ✓ Consumo público: en la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc.
- ✓ Uso en la agricultura y ganadería: en agricultura, para el riego de los campos. En ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.
- ✓ En la industria: en las fábricas, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción.
- ✓ Como fuente de energía: aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua). En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos...)

- ✓ Como vía de comunicación: desde muy antiguo, el hombre aprendió a construir embarcaciones que le permitieron navegar por las aguas de mares, ríos y lagos. En nuestro tiempo, utilizamos enormes barcos para transportar las cargas más pesadas que no pueden ser transportadas por otros medios.
- ✓ En el deporte y esparcimiento: en los ríos, en el mar, en las piscinas y lagos, en la montaña, practicamos un gran número de deportes: vela, submarinismo, winsurf, natación, esquí acuático, waterpolo, piragüismo, ráfting, esquí, patinaje sobre hielo, jockey.

González (2011) señala que a nivel mundial, el sector agrícola es el mayor consumidor de este recurso (69%). La agricultura de regadío, que representa el 17 % de las tierras agrícolas en el mundo, produce casi el 40% de la producción alimentaria mundial.

7.1.2.2. Diversidad de recursos hídricos

7.1.2.2.1. Humedal

Según MARENA (2005), con arreglo a la Convención sobre los Humedales, puede tratarse de superficies:

- Con aguas estáticas, como un lago, o corrientes, como un río.
- Situadas en la costa o tierra adentro, en montañas o en llanos.
- Naturales o construidas (como represa).
- Con agua dulce, salobre o salada, acídula o alcalina.

7.1.2.2.2. Lago

Es una masa grande de agua, dulce o salada, acumulada de forma natural en el interior de los continentes (Larousse, 2006).

7.1.2.2.3. Laguna

Según Larousse (2006), es una extensión natural de agua acumulada, dulce o salada, más pequeña que un lago.

7.1.2.2.4. Ríos

Nacen en manantiales, de donde salen hacia la superficie las aguas subterráneas, o en lugares donde se funden los glaciares, desde su nacimiento siguen la pendiente del terreno hasta llegar al mar (IBALPE, 2002).

7.1.2.2.5. Cuencas Hidrográficas

Son áreas naturales donde se depositan y corren tanto las aguas de lluvias como las aguas procedentes de nevados, que van hacia un desagüe principal, el cual funciona como ejes de la región (IBALPE, 2002).

Según IBALPE (2002), el conjunto de cuencas se denomina hoyo o cuenca principal y el conjunto de cuencas principales se denomina vertiente.

7.1.2.2.6. Pantanos

Se caracterizan por ser una saturación de humedad, estancamientos y escasa fluidez; aún no ha sido posible determinar con precisión el volumen de agua almacenada en estas zonas (IBALPE, 2002).

7.1.2.2.7. Ojo de agua

Es una porción de las aguas de lluvias (flujo subsuperficial) que se infiltra en las primeras capas del suelo (horizontes) por donde circula a través de los intersticios hasta encontrar un sitio donde

fluir, dando origen a los manantiales o también conocidos como “ojos de agua” (Chavarría, 2011).

7.1.2.2.8. Pozos

El pozo ordinario consiste en un hueco cilíndrico, excavado en el terreno, con diámetro y profundidad variable, que al atravesar un lecho permeable, permite la afluencia de agua hacia el mismo (Chavarría, 2011).

7.1.2.3. Incremento y/o mantenimiento de caudales

El caudal de la fuente se refiere a la cantidad de agua en galones que proporciona esta fuente en la unidad de tiempo. Se puede obtener en galones por minuto (GPM) o bien en litros por segundo (l / seg) y se determina mediante aforos que no es más que medir la cantidad de agua que pasa en un tiempo determinado (PROMIPAC, 2012).

Es de merita importancia realizar aforaciones en las fuentes hídricas que se encuentran en las áreas productivas para saber la cantidad de agua que poseen y su disponibilidad tanto en el consumo humano, animal y vegetal.

Según PROMIPAC (2012), el aforo consiste en medir el caudal que tiene la fuente o la bomba, existen distintos métodos para diferentes situaciones.

7.1.2.3.1. Métodos de aforación

1-Método volumétrico según Villavicencio y Villablanca (2010):

Permite medir pequeños caudales, como los que escurren en surcos de riego, pequeñas acequias o tuberías. El método requiere de:

- Depósito (balde o tambor) de volumen conocido en el cual se colecta el agua.

- Cronómetro para medir el tiempo de llenado del depósito.
- Repetir 2 o 3 veces el procedimiento y promediar para asegurar mayor exactitud.

El procedimiento de cálculo consiste en dividir el volumen de agua recogido en el depósito por el tiempo (en segundos) que demoró en llenarse. El resultado expresa el caudal medido en litros por segundo, a través de la fórmula:

$$Q = \text{Volumen (l)} / \text{Tiempo (s)}$$

2-Método del flotador

Según Villavicencio y Villablanca (2010), este método relaciona el área de la sección que conduce agua y la velocidad de escurrimiento. Se utiliza en canales y acequias y da sólo una medida aproximada de los caudales, siendo necesario el uso de otros métodos cuando se requiere mayor precisión.

Villavicencio y Villablanca (2010), afirman que la metodología consiste en elegir un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, entre 10 y 30 metros de largo, donde el agua escurra libremente. Para determinar la velocidad que lleva el agua en esa sección, se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador en recorrerla. Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, corcho u otro material similar, que no ofrezca gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua donde la determinación de velocidad se divide la longitud del tramo por el tiempo que tarda el flotador en recorrerla:

$$V = \text{Longitud (m)} / \text{Tiempo (s)}$$

Un segundo aspecto de este método considera la determinación de la sección o área de escurrimiento del canal o acequia. Para ello se usa un listón marcado cada 5 cm (d), (esta distancia depende del ancho de la acequia) y una varilla con la cual se mide la profundidad del agua (h) cada 5 cm a lo ancho del cauce. La sección se determina mediante la semisuma de dos

profundidades contiguas, (descontando la distancia entre el listón y el espejo de agua) y multiplicadas por el ancho o separación entre cada medición, en este caso un valor fijo (d) (Villavicencio y Villablanca, 2010).

En la tabla 16 Villavicencio y Villablanca (2010), se refieren a la forma de tomar los datos para realizar la medición del área de la sección a utilizar en una fuente hídrica.

Tabla 16. Medición del área de la sección

Punto	Distancia entre listón y fondo de acequia (cm)	Distancia entre listón y superficie del agua (cm)	Profundidad efectiva (cm)	Promedio de profundidades (h0 + h1) / 2 (cm)	Promedio de profundidades multiplicado por d * (h0 + h1) / 2 (cm)
			Superficie total (cm²)		

Fuente: Villavicencio y Villablanca (2010)

Luego se procede a determinar el caudal según Villavicencio y Villablanca (2010), mediante la multiplicación del área de la sección, la velocidad de escurrimiento y un factor de corrección que incluye ajustes en la velocidad del agua y cambio de unidades de medida. El resultado es expresado en l/s, como se indica en la siguiente expresión:

$$Q = A * V * 0,08$$

Dónde:

Q= caudal (l/s).

A= área de sección (cm²).

V= velocidad del flujo (m/s).

3-Métodos de vertedero según Básan (2008):

Los vertederos son aparatos de diferentes formas y tamaños utilizados para aforar corrientes de agua. Particularmente, veremos los más utilizados para riego. Son uno de los dispositivos de aforo más estudiados, estando en la actualidad siendo relegados por los aforadores de resalto.

Dentro de los vertederos trapeciales se destaca el vertedero de Cipoletti:

En este caso el talud es: $z = 1: 4$, mientras que el coeficiente de gasto μ es 0,42 (constante en el aforador Cipoletti, debido a su forma).

En la fórmula general de cálculo de caudal:

$$Q = \mu * B * H * \sqrt{2 * g * H}$$

Donde:

Q = Caudal.

μ = Coeficiente de gasto (0.42).

B = Base.

H = Tirante hidráulico.

g = Gravedad (9.8 m /s²).

Reemplazando los anteriores valores nos queda:

$$Q = 1,86 * B * \sqrt{H^3}$$

Donde:

Q = Caudal.

B = Base.

H = Tirante hidráulico.

La distancia del borde del canal al pelo de agua en el vertedero debe ser $> 2,7 H$.

Otro caso especial de vertederos es el vertedero triangular, el cual se caracteriza por el ángulo de abertura donde el caudal se calcula con la fórmula:

$$Q = 1,37 * \text{tg} (a / 2) * H^{2,47}$$

Donde:

Q = Caudal.

a = Ángulo.

H = Tirante hidráulico.

t = Tiempo.

g = Gravedad (9.8 m /s²).

7.1.2.4. Calidad de agua

Es la relación de parámetros físicos, químicos y biológicos que define su composición, grado de alteración, y la utilidad del cuerpo hídrico (Secretaria de Estado de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2001).

Barrios, Torres, Lampoglia y Agüero (2009), definen como agua potable aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.
- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

IBALPE (2002), señala los siguientes tipos de contaminantes del agua:

- a) Contaminantes físicos: Son aquellos que producen alteraciones de las propiedades físicas del agua, como el color, el olor, el sabor, la temperatura, la turbidez o (turbiedad).
- b) Contaminantes químicos: Son todas las sustancias que se combinan con el agua y alteran, por consiguiente, su composición química original.
- c) Contaminantes biológicos: Son microorganismos vegetales, animal, bacterias, virus y protozoos, que se convierten en vehículos de enfermedades.

La calidad del agua es un aspecto de suma importancia tanto para el medio ambiente, los sistemas de producción y la sociedad ya que de ella depende la salud y el buen funcionamiento de todos ellos

7.1.3. Situación climatológica

7.1.3.1. Clima

Es el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado; mientras que el tiempo, desde el punto de vista climático es la suma total de las propiedades físicas de la atmósfera en un periodo cronológico corto, es el estado momentáneo de la atmósfera según García (1983), citado por González (2011).

7.1.3.1.1. Temperatura

La temperatura es una propiedad física de un sistema, que gobierna la transferencia de energía térmica, o calor, entre ese sistema y otros. Es una medida de la energía cinética de las partículas que componen el sistema (Garreaud y Meruane, 2005).

Según PROMIPAC (2012), es necesario conocer los factores externos que afectan el consumo de agua de la planta, la temperatura es uno de ellos, cuando las temperaturas son altas o calientes las plantas absorberán más agua del suelo, ya que la transpiración en su interior se incrementa.

Las temperaturas bajas del suelo disminuye la descomposición de la materia orgánica. Esto afecta la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes, los nutrientes son menos solubles en suelos fríos y esto aumenta el potencial de deficiencia. La actividad radicular disminuye (González, 1996), citado por Parajón y Martínez (2013).

Montenegro (2012), indica que las lagunas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas presentan una temperatura promedio anual de 26⁰C.

La temperatura predominante en las lagunas de Moyúa, Tecomapa y Las Playitas hace que el ambiente sea cálido y aún más en la época de verano, lo que provoca pérdidas del recurso hídrico por evaporación y transpiración traduciéndose en marchitez y muerte de los cultivos, deshidratación del ganado y pérdida de los niveles de agua en las lagunas.

7.1.3.1.2. Altitud

Según PASOLAC (2000), indica que es la altura en metros sobre el nivel del mar (msnm).

Parajón y Martínez (2013), afirman que la temperatura de un lugar depende de su altura sobre el nivel del mar en general la temperatura desciende un grado cada 160 m que aumenta la altitud por ello la zonas montañosa tienen climas fríos y las zonas costeras climas cálidos.

La altura es un dato muy importante al momento de establecer cualquier tipo de cultivo ya que esta nos indica la elevación en metros a la que se encuentra el terreno y de este modo se puede saber si un cultivo es apto o no para determinado lugar mediante la exigencia de altitud que presenta dicho cultivo.

7.1.3.1.3. Precipitación

Es la parte del ciclo hidrológico que describe el paso del agua desde la atmósfera hasta la superficie terrestre, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo, etc... Sin embargo, no toda el agua cae directamente al suelo, pues parte queda atrapada y retenida en el follaje, las ramitas y ramas de la vegetación en forma de pequeñas gotas, lo que evita el impacto directo sobre el suelo desnudo; este fenómeno se denomina intersección (IBALPE, 2002).

IBALPE (2002), afirma que otra parte del agua de las precipitaciones fluye libremente sobre la superficie de la tierra en forma de surcos, arroyuelos, quebradas, ríos, etc., y es conocida como escorrentía; esta agua aumenta el caudal de los ríos, los cuales van a desembocar en el mar, en donde el agua vuelve nuevamente por la evaporación.

Según AQUASTAT FAO (2011), citado por Montenegro (2012), Nicaragua recibe en promedio 2391 mm/año de lluvia anualmente, equivalentes a 311.7 km³/año. El agua subterránea infiltrada se calcula en 59 km³/año, y el total de agua superficial producida es de 185.7 km³/año.

Además Montenegro (2012), afirma que la precipitación promedio anual de las lagunas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas es de 956.27 mm, las cuales van de mayo a octubre.

Medición de la precipitación según Garreaud y Meruane (2005):

En las mediciones de precipitación se mide la tasa de acumulación de lluvia o nieve por unidad de área horizontal. Una acumulación de 1 mm corresponde a un volumen de 1 litro por metro cuadrado de superficie.

El pluviómetro sirve para medir la cantidad de lluvia caída en un intervalo de tiempo determinado. Para ello se dispone de una probeta graduada donde se efectúan las lecturas directamente en milímetros o en litros por metro cuadrado. Está formado por un vaso cilíndrico que recoge el agua que le aporta el embudo o probeta graduada.

7.1.3.1.4. Evapotranspiración

Se denomina así a las cantidades combinadas de agua que se pierden en un sitio debido a la combinación de la evaporación y la transpiración (Chavarría, 2011).

PROMIPAC (2012), afirma que la evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no existe un método sencillo para distinguir entre ambos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en las capas superiores de suelo, la evaporación de un suelo cultivado depende mayormente de la fracción de radiación solar que llega a la superficie. Esta fracción desciende a lo largo del período a medida que el cultivo se va desarrollando y que el follaje sombrea, cada vez más, la superficie de suelo.

Cuando el cultivo está en sus estados primarios, la mayor pérdida es por evaporación directa, pero una vez que el cultivo se ha desarrollado, la mayor pérdida del agua del suelo es por la

transpiración. Al momento de la siembra, casi el 100% de la evapotranspiración es por el proceso de evaporación, mientras que en un cultivo desarrollado completamente, cerca del 90% de la evapotranspiración es por transpiración. La tasa de evapotranspiración generalmente se expresa en milímetros (mm) por la unidad de tiempo que puede ser una hora, día, década, mes o un ciclo de cultivo completo (PROMIPAC, 2012).

La evapotranspiración está muy ligada a temperatura ya que entre mayor sea la temperatura de un lugar mayor será la evapotranspiración que sufrirán los cultivos llevándolos a un estrés hídrico lo cual podría suceder en las lagunas de Moyúa, Tecomapa y Las Playitas a causa del clima cálido que poseen.

7.1.3.1.5. Humedad relativa

PROMIPAC (2012), denomina humedad relativa o humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.

Es importante conocer acerca de la humedad relativa que posee el área de producción ya que ella influye la producción tanto vegetal como animal. Cuando la humedad relativa no es la adecuada en el área de producción esta puede conllevar a obtener bajos rendimientos productivos e incluso la pérdida total de la producción la cual se provoca por enfermedades fungosas y bacterianas así como baja producción láctea cuando la humedad relativa es baja; y estrés hídrico en plantas y animales a causa de una humedad relativa alta.

7.1.3.1.6. Velocidad de viento

Golberg (2010) indica que el diccionario de la Real Academia Española en su vigésimo segunda edición lo define al viento como "corriente de aire producida en la atmósfera por causas

naturales". De acuerdo con Boldes et al. (2003), el viento puede considerarse como una corriente de aire con una velocidad media V_m que arrastra consigo estructuras turbulentas (remolinos) de diferentes tamaños e intensidad, cuyas velocidades se corresponden con los componentes fluctuantes.

Conocer acerca del viento es de vital importancia al traer beneficios como el transporte de polen y la diseminación de semillas y perjuicios como aumentar el estrés hídrico de las plantas y daños mecánicos como la abscisión de hojas y de frutos, u originar el vuelco de especies herbáceas.

7.1.3.1.7. Horas luz

La radiación luminosa no falta en ningún ecosistema terrestre. Puede variar la cantidad. Las causas de la variación de cantidad pueden estar relacionadas con la latitud, la exposición o la nubosidad, pero donde siempre se produce una reducción es bajo la cubierta del dosel de copas de formaciones arbóreas (Serrada, 2008).

La presencia de horas luz para la planta es vital debido a que las plantas absorben la energía lumínica para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis y de este modo formar azúcares los cuales serán utilizados para el crecimiento y desarrollo de la planta, además que en algunos lugares la cantidad de horas luz puede aumentar o disminuir y esto nos indica si el cultivo puede establecerse o no en una zona.

7.1.3.1.8. Capacidad de recarga hídrica

Es el proceso de incorporación de agua a los acuíferos. El área o zona donde ocurre la recarga se llama zona de recarga (Matus, Faustino y Jiménez, 2007).

La lluvia en las zonas de recarga de los acuíferos es la principal y más importante fuente de abastecimiento de agua para los diferentes cursos, manantiales y cuerpos de agua subterráneos. Las áreas de mayor recarga son las que más nos interesa conservar y manejar, a fin de mantener

bajo control sus características físicas de permeabilidad e infiltración, ya que estas afectan la magnitud de la recarga, así como la generación de contaminantes que se puedan infiltrar al acuífero dañar la calidad de sus aguas (Matus *et al*, 2007).

Las lagunas de Moyúa, Tecomapa y Las Playitas mantienen sus niveles de agua a través de las precipitaciones que les brinda la época lluviosa, donde las aguas de escorrentía de los diferentes afluentes son la principal fuente de recarga de la zona que son la fuente hídrica que abastece a sus comunidades aledañas, donde los productores la utilizan para actividades agrícolas y pecuarias. Estas lagunas pertenecen a las principales lagunas de Nicaragua, es por ello que los productores de la zona han tomado en cuenta el uso racional de productos químicos y la reforestación alrededor de la laguna para mejorar su capacidad de recarga y protegerla de contaminantes químicos.

7.2. Prácticas agronómicas y culturales

7.2.1. Prácticas conservacionistas

Es aplicar técnicas o prácticas que contribuyen a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para mantener su capacidad productiva (FHIA. 2011).

Para lograr la conservación de los suelos se deben de implementar un sinnúmero de prácticas tanto culturales como agronómicas (Chavarría, 2011).

Según Chavarría (2011), el tipo de práctica que se vaya a implementar dependerá de varios factores a tomar en cuenta, siendo los principales: la pendiente del terreno, capacidad de infiltración de los suelos, la pedregosidad, fertilidad del suelo, acidez del suelo, acceso a insumos, capacidad de los productores de implementar las prácticas, los objetivos del productor y de la finca, entre otros factores.

Es importante establecer prácticas conservacionistas en las parcelas agrícolas con la finalidad de reducir los procesos erosivos tanto por el viento como por el agua, son de gran importancia

debido a que ellas mantienen un buen estado de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo así como mejoramiento de su capacidad de uso.

7.2.1.1. Prácticas agronómicas

Es el grado de tecnología agrícola que se aplica en los terrenos donde se utilizan sistemas de conservación. Generalmente involucra el uso de semillas mejoradas, uso de fertilizantes, fungicidas e insecticidas, para mantener una adecuada producción (Núñez, 1998).

7.2.1.1.1. Sistemas agroforestales

La agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacialmente y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas. En esta estrategia se combina elementos de agricultura con elementos de ingeniería forestal en sistemas de producción sustentables en la misma unidad de tierra (Villacorta, 2011).

Clasificación de los sistemas agroforestales, según Villacorta (2011):

- Agrosilvicultura: Es el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.
- Sistemas silvopastoriles: Son sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas agrosilvopastoriles: Son sistemas donde la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
- Sistema de producción forestal de multipropósito: Es donde las especies forestales se regeneran y manejan para producir no solo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

Los sistemas agroforestales son de vital importancia en las áreas de producción agropecuaria debido a que constituyen nuevas alternativas productivas frente a los sistemas convencionales de producción agropecuaria que utiliza la población actual.

7.2.1.1.2. Reforestación

Según la Comisión Nacional Forestal (2010), la define como un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles.

Es de suma importancia la práctica de reforestación en cualquier área de producción agropecuaria debido a los beneficios que esta aporta como oposición al cambio climático, protección del suelo ante la erosión, transformación del dióxido de carbono en oxígeno, aumento de la carga de agua, hogar de especies animales entre otras.

Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación (Comisión Nacional Forestal, 2010).

7.2.1.1.3. Riego eficiente

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en la jardinería (PROMIPAC, 2012).

Según Jaramillo (2002), los efectos nocivos que puede tener el riego sobre algunas de las propiedades del suelo y/o sobre el rendimiento de los cultivos, pueden ser ocasionados por

errores de diseño del sistema (incluyendo el drenaje inadecuado) o por el uso de aguas inadecuadas para llevar a cabo esta práctica.

El riego en las áreas productivas agropecuarias es de vital importancia para mantener los cultivos con la suficiente cantidad de agua para su crecimiento y desarrollo evitando problemas de pérdidas por sequías y de este modo mejorando sus rendimientos productivos.

7.2.1.1.4. Drenaje agrícola

Gavande (1987), citado por Jaramillo (2002), define el drenaje como aquel conjunto de técnicas que permiten eliminar en forma rápida y segura el agua libre de la superficie del suelo y/o de la zona radicular del mismo, para evitar daños a la planta y mantener unas condiciones adecuadas en el suelo.

Cuando se elimina el exceso de agua que se aplicó en un riego o que cayó en un aguacero y que quedó estancada en la superficie del terreno, se está haciendo drenaje superficial; cuando se quiere controlar el nivel freático del suelo, se hace drenaje subterráneo (Jaramillo, 2002).

El uso de drenaje en las áreas productivas evita el anegamiento del suelo eliminando el exceso de agua en el terreno, facilita las actividades laborales realizadas tanto al suelo como a los cultivos así como evita presencia de enfermedades en los cultivos.

7.2.1.1.5. Zanjas a desnivel

PASOLAC (2000). Establece como zanjas a desnivel a zanjas o canales de forma trapezoidal construidas a desnivel en dirección transversal a la pendiente

Las zanjas a desnivel requieren de desagües al lado del campo para evitar la formación de cárcavas. En segundo lugar, la acequia contribuye a la conservación de suelo en combinación

con camellones, barreras vivas y otras prácticas dividiendo la parcela en pendientes cortas (PASOLAC, 2000).

Este tipo de práctica tiene la finalidad de eliminar el exceso de agua en áreas productivas aplicándose en lugares donde las precipitaciones son elevadas e incontrolables.

7.2.1.1.6. Diques

Los diques juegan un papel importante ya que esto reduce el curso de las escorrentías de agua producida por las fuertes lluvias que a su paso arrastran lo que encuentran formando o dando origen a las cárcavas que con el tiempo estas alcanzan mayores proporciones de daños poniendo en riesgo los terrenos destinados a la agricultura y a la producción en sí. (FENACOOOP, 2013).

La importancia de esta práctica consiste en la disminución de la velocidad del agua de escorrentía para evitar el arrastre de las partículas del suelo, además si el agua de escorrentía no se controla esta pasara a nivel de cárcava causando efectos nocivos en el suelo.

Según PASOLAC (2000), se construyen perpendicularmente y en forma de media luna a la cárcava. Las dimensiones y distancia entre los diques dependen de la profundidad y pendiente de la cárcava donde tipos de diques que se destacan son los siguientes:

- Diques de piedras: Son muros (cercas) de piedras de base ancha para retener el agua y la tierra erosionada con una vertedera y un delantal frontal
- Diques de postes: Son estructuras de postes para contener el agua y la tierra erosionada. Se construyen con estacas gruesas perpendicularmente y en forma de media luna a la cárcava.

7.2.1.1.7. Barreras vivas

Son hileras de plantas perennes o de larga vida, densas, sembradas en dirección perpendicular, transversal a la pendiente (inclinación del terreno), a la dirección del viento, o en contorno. Esta

práctica tiene como finalidad disminuir el poder erosivo del escurrimiento o contener partículas desprendidas por erosión eólica (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2008).

El uso de barreras vivas en las áreas productivas aporta muchas ventajas como la disminución del agua de escorrentía, utilización de diversas especies para obtener diferentes beneficios además se puede combinar con otros tipos de obras de conservación de suelo y agua para evitar la erosión del suelo,

Características deseables en una especie para ser utilizada como barrera viva según Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2008):

- Rápido crecimiento.
- Conformación densa y forme hileras continuas o casi continuas.
- Porte bajo.
- Larga vida o sea perenne.
- Reproducción asexual (macollas, rizomas, esquejes o bulbos) para prevenir invasión de malezas en campos de cultivo.

7.2.1.1.8. Barreras muertas

Es el tipo de material que se emplea para construir estas barreras: material inerte (sin vida), tales como piedras, tierra, troncos o ramas de plantas, etc. (Proyecto Jalda, 2002).

La construcción de barreras muertas en las áreas productivas es de suma importancia para evitar problemas de erosión hídrica donde las partículas de suelo se acumulan en la parte superior de la barrera la cual es aprovechada para la siembra de cultivos.

Tipos de barreras muertas según Proyecto Jalda, (2002):

- Barreras muertas de piedra: Son una especie de “muretes bajos” construidos con piedras de diferentes dimensiones (de acuerdo a la disponibilidad de piedras en el lugar) en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

- Barreras muertas de tierra: Consisten en “bordos” contruidos con tierra extraída del mismo lugar, que se ubican linealmente en sentido perpendicular a la pendiente, de manera que se acorten los espacios a lo largo de la pendiente del terreno. En otras palabras se segmenta la superficie a lo largo de la pendiente.

Además están las barreras muertas de rastrojo las cuales consiste en el acomodamiento de rastrojos en curvas a nivel para evitar el arrastre del suelo (PASOLAC, 2000).

Las barreras muertas se construyen sobre una especie de zanja superficial de unos 10 cm de profundidad y 40 cm de ancho, de manera que puedan soportar sin problemas la fuerza de empuje de las aguas de escurrimiento Las dimensiones finales de las barreras muertas de piedras deben ser mínimamente las siguientes según Proyecto Jalda (2002):

Ancho: 0.40 m.

Altura: 0.30 m sobre la superficie del suelo.

7.2.1.1.9. Surcos al contorno o en Curvas a Nivel.

FHIA (2011), señala que esta práctica consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. También se le llama siembra en contra de la pendiente o siembra atravesada a la pendiente.

La importancia de esta práctica es que al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, las demás labores del cultivo como limpieza y aporques, se hacen de la misma manera. Además, cada surco o hilera del cultivo se oponen al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y así hay menos arrastre del suelo y nutrientes, (FHIA, 2011).

7.2.1.1.10. Cultivos en callejones o franjas

Esta práctica consiste en alternar fajas o franjas de cultivos limpios con otras de cultivos densos, siguiendo un programa de rotación (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

El cultivo en fajas es una práctica agronómica que se puede llevar a cabo en terrenos mecanizables. Se adaptan bien a terrenos planos a casi planos, protegiéndolos contra la erosión, ya que las fajas donde se desarrollan los cultivos densos disminuyen el impacto de la lluvia, aumentan la infiltración y reducen la escorrentía que afectaría la faja de cultivo limpio ubicado inmediatamente debajo (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

7.2.1.1.11. Cultivos de cobertura o abonos verdes

Consiste en sembrar una determinada especie vegetal en un terreno, con la única finalidad de incorporarla al suelo para mejorar sus condiciones físicas y químicas (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

Los abonos verdes son importantes para el productor debido a los aportes que este tipo de práctica brinda como evitar procesos erosivos, aporte de materia orgánica al suelo, fijación de nitrógeno ahorrando de este modo gastos en urea así como la cobertura del suelo que inhibe el crecimiento de la maleza.

Según FHIA (2011), las plantas para abono verde se pueden sembrar de tres maneras diferentes:

- En la misma parcela, en el período que está entre la cosecha de primera y la siembra de postrera, pudiéndose usar en este caso la canavalia y la crotalaria (*Crotalaria juncae*).
- En la misma parcela intercalados con el cultivo principal. Generalmente, el abono verde se siembra de 30 a 45 días después de haberse sembrado el cultivo principal, para que no haya competencia con el cultivo por luz y humedad. Otro ejemplo es cuando se usan sistemas de cultivo en callejones o el uso de cultivos con barreras vivas de árboles.
- En una parcela separada, de donde se traen las hojas y/o ramas a las parcelas que se pretenden abonar. Pueden ser cortadas de árboles silvestres o de las cercas vivas.

7.2.1.1.12. Cortinas rompe vientos

Representan una práctica agroforestal muy conveniente y efectiva en áreas planas, áridas o semiáridas, donde los fuertes vientos afectan la producción agrícola (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

La importancia de este tipo de práctica radica en la utilización de riego por aspersión, evita la entrada de plagas en áreas cultivadas, actúa en la transformación del dióxido de carbono, aporta leña o frutos según la especie utilizada además sirve de hábitat a muchas especies de animales.

Criterios para el diseño de cortinas rompe vientos según Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2008):

- Deben orientarse en dirección perpendicular a los vientos dominantes.
- Se debe mantener una cortina permeable, que permita el paso del 50 a 60 % del viento.
- Deben tener varias hileras de árboles, normalmente cinco, de diferentes densidades y alturas para darle una conformación transversal adecuada, preferiblemente triangular o rectangular.
- Los caminos y aberturas para atravesar una cortina deben construirse en diagonal. Las aberturas rectas pueden aumentar la velocidad hasta en 140 %.
- El distanciamiento entre cortinas debe ser de aproximadamente 20 veces su altura, viento abajo. Se ha demostrado que una cortina ofrece protección 7 veces su altura viento arriba y 20 veces viento abajo.

La velocidad mínima del viento para iniciar el movimiento del suelo (erosionable) está entre 19 y 24 km/h. una cortina transversal al viento, reduce la velocidad cerca de la barrera, entre un 60 y 80% y a 20 veces su altura se reduce la velocidad en un 20 %. La reducción máxima de la velocidad ocurre a cuatro veces la altura de la cortina y es precisamente donde se deposita la mayor parte del material transportado (Fernández, Martínez y Ramírez, 2009).

Según Fernández *et al* (2009), para un buen funcionamiento de la cortina, se deberá buscar el establecimiento de árboles y arbustos que permitan un ascenso aerodinámico del aire. Para una distancia de protección de 10 a 14 veces la altura, la separación entre plantas serán de 0.6 a 2 m para arbustos y de 2 a 4 m para arboles altos; se preocupara que los árboles se localicen a más de 6m de línea de transmisión y conducción. La distancia entre las hileras serán de 1.5 a 3 m para arbustos y de 2.4 a 3 m para arboles altos como el ciprés (*Cupresus lusitanica*) o la casuarina (*Casuarina spp*).

7.2.1.1.13. Terrazas individuales

Son pequeñas estructuras niveladas que se construyen en los terrenos de ladera y se emplean normalmente para la plantación de especies frutales y forestales. Están dotadas de un “bordo” de contención que se construye con la tierra retirada al momento de la nivelación, el cual permite el almacenamiento de agua en el interior de la terraza individual. A veces este bordo es reforzado con piedras para que tenga mayor consistencia (Proyecto Jalda, 2002).

Según FHIA (2011), la estructura es en forma circular con diámetro de 1 a 2 m que se usa para el manejo de árboles frutales en terrenos con pendientes de 12 a 60%. El banco o terraplén de la terraza debe tener una pequeña inclinación hacia adentro, o pendiente inversa, de 5-10%. Debe llevar a un lado un pequeño canal de desagüe que evita que el agua almacenada vaya a desbordarse por el talud inferior o de relleno. Se recomienda hacer la construcción de las terrazas individuales antes de establecer la plantación de los árboles frutales, ya que así se evita destruir hasta más del 70% del sistema radicular y también causar otros problemas a los árboles.

Cada terraza individual sirve para una planta. El diseño en tresbolillo se hace tomando muy en cuenta la dirección de la pendiente del terreno. Con la construcción de terrazas individuales también se incorporan al sistema productivo campesino áreas de terrenos abandonados o marginales donde no es posible realizar actividades agrícolas (Proyecto Jalda, 2002).

La importancia de las terrazas individuales es que el productor puede aprovechar su sector agrícola en terrenos de pendientes inclinadas donde estas capturan el agua que escurre a través de la pendiente aportando en la conservación de suelo y evitando la erosión.

7.2.1.1.14. Terrazas continuas angostas

Son plataformas continuas y de base estrecha, trazadas de manera transversal a la pendiente para interceptar el agua de la escorrentía (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

El agua captada se almacena en la plataforma para que se infiltre, si está trazada a nivel, o para que se evacue lentamente a lugares debidamente protegidos, cuando la terraza se traza con desnivel. La plataforma o banco está formado por un corte y un relleno, y tiene una pendiente inversa (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

7.2.1.1.15. Terrazas continuas anchas (terrazas de banco)

Según PASOLAC (2000), son una serie de plataformas continuas a nivel en forma escalonada con un terraplén cultivable y un talud conformado por el corte y el relleno. Las medidas (tamaño, talud) de las terrazas dependen de la pendiente y tipo de suelo. Son las obras más efectivas en controlar la erosión en laderas.

Este tipo de práctica beneficia a los productores en sus áreas productivas debido a que además de controlar la erosión sirve como un área cultivable para hortalizas o granos básicos como maíz, frijol o sorgo y estas se pueden utilizar tanto en invierno como en verano mediante un sistema de riego.

Diseño de las terrazas de banco según PASOLAC (2000):

1. Con el aparato A se marcan las curvas a nivel (a 1 % desnivel en zonas húmedas y suelos mal drenados).

2. Paralelamente con la curvas a nivel se marcan los límites de la terraza a la distancia que corresponde a la mitad del ancho total hacia arriba y abajo de la curva a nivel.
3. Especialmente en suelos pobres se debe excavar primero la capa fértil superior del suelo colocándola a un lado.
4. En seguida se escarba removiendo la tierra arriba de la línea central colocándola por debajo formando el relleno.
5. Después de cada nueva capa de tierra suelta sobre el relleno se compacta el relleno. Al terminar se revisa que la terraza tenga una inclinación inversa de 3-5 %.
6. Se corta el talud superior con una pequeña inclinación.
7. La capa fértil se deposita nuevamente sobre la plataforma. Se puede reforzar con barreras vivas o muertas.

7.2.1.1.16. Abonamiento orgánico

Éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (FONAG, 2010).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (FONAG, 2010).

Según el (IPADE, 2009) existen diferentes tipos de abonos orgánicos, los que se diferencian por su forma de preparación, tipos de productos utilizados en su elaboración, tiempo de fermentación y forma de usos:

- Abonos Orgánicos Sólidos: Aboneras simples, Bocashi, Lombricompost.
- Abonos líquidos orgánicos o Biofertilizantes: de producción aeróbica (con presencia de aire) y anaeróbicos (elaborados sin presencia de aire). Como purines de estiércol y

plantas o mezcla de ambos, microorganismos eficientes y microorganismos de montaña.

- Abonos Verdes: Canavalia, gandul, frijol terciopelo, kudzu, dolichos, caupi, maní forrajero, etc.

Beneficios de los abonos orgánicos Según Ministerio de Agricultura (2011):

- Mejora las propiedades físicas, aumentando la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Mantiene y mejora la fertilidad de los suelos.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la velocidad de escurrimiento superficial.
- Disminuye los costos por concepto de fertilización química.

7.2.1.1.17. Uso racional de fertilizantes

Los fertilizantes inorgánicos constituyen una parte importante del fundamento de la producción agrícola moderna, ya que son muy pocos los suelos capaces de proporcionar a las plantas una cantidad adecuada de todos los nutrientes necesarios para obtener altos rendimientos y buena calidad en los productos (Halley, 1990).

En una área productiva es necesario hacer un uso racional de los fertilizantes, de este modo los productores economizan su dinero al aplicar de una manera más eficiente los nutrientes que tanto las plantas como el suelo requieren evitando de esta manera una aplicación innecesaria de elementos que ellos ya poseen.

7.2.1.1.18. Acequias

FENACOOOP (2013), plantea que las acequias son canales o zanjas trazadas sobre curvas a nivel a distancias determinadas con el objetivo de impedir que las lluvias arrastren y erosionen la capa superficial del suelo y que se produzca mayor infiltración de agua producto de la retención de las

escorrentías y evitar daños graves de los cultivos. Las acequias se pueden construir de forma manual y mediante la utilización de animales de tiro (tracción animal).

Las acequias son necesarias en los sistemas de producción protegiendo a los suelos de procesos erosivos y proveyendo de un sistema de drenaje al suelo que se encarga de eliminar el excedente de agua presente.

7.2.1.1.19. Asociación de cultivos

Se basa en plantar especies que se benefician mutuamente, de modo que conociendo los efectos positivos de una, podamos ayudar a las otras (Ortega, 2012).

Esta es una importante práctica que sirve para combinar diferentes tipos de plantas en el área cultivable con el fin de obtener beneficios entre el asocio de plantas como diversificación de la producción, beneficio mutuo entre los cultivos además de la poca presencia de plagas.

7.2.1.1.20. Rotación de cultivos

Es la sucesión de cultivos diferentes, en ciclos continuos, sobre un área de terreno determinado (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2008).

Esta práctica tiene como objetivo ocupar el máximo espacio del suelo en menor tiempo, poseer cobertura permanente para disminuir riesgos de erosión, así como prevenir la incidencia de plagas y enfermedades.

7.2.1.1.21. Zanjas a nivel

Zanjas o canales de forma trapezoidal construidas a nivel en dirección transversal a la pendiente (PASOLAC, 2000).

La finalidad de la acequia es en primer lugar la conservación de agua sirviendo como acumulador de agua que mejora la infiltración del agua en la zanja. En segundo lugar, la acequia contribuye a la conservación de suelo en combinación con camellones, barreras vivas, barreras muertas y otras prácticas dividiendo la parcela en pendientes cortas (PASOLAC, 2000).

7.2.1.1.22. Reservorios para captar agua

El CEMEDE (2010), señala que los reservorios se pueden construir para almacenar aguas de escorrentía provenientes de quebradas y ríos, o para capturar aguas llovidas, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia. En ese sentido, Nasr (1999), citado por CEMEDE (2010), define la cosecha de agua como “la recolección del agua de escorrentía para su uso productivo”, mientras que, Por su parte la FAO (2000), siendo citada por CEMEDE (2010), plantea que la captación de agua de lluvia está definida como “la recolección de escorrentía superficial para su uso productivo, y que puede lograrse de las superficies de tejados, así como de corrientes de agua intermitentes o efímeras”.

Mediante el uso de reservorios el productor logra obtener agua la cual tendrá disponible en la época de verano, permitiéndole proveer del vital líquido tanto a sus plantas como animales evitando pérdidas productivas o muertes a causa de la sequía.

7.2.1.3. Prácticas culturales

Consiste en decidir el tipo de cultivo, la localización y el sistema de manejo apropiado dependiendo de las características de los suelos (Núñez, 1998).

7.2.1.3.1. Cero labranzas

La siembra se hace directamente en el suelo sin labranza previa por lo también se conoce como siembra directa (PASOLAC, 2000).

Esta práctica es de mucha importancia para los suelos donde se establecen cultivos debido a que al no ser labrados no son expuestos a un mayor grado de erosión hídrica y eólica y por ende se evitan pérdidas de este recurso.

PASOLAC (2000), indica que esta siembra se puede hacer con maquinaria especializada o con el método tradicional de siembra al espeque. Se debe combinar en laderas con otras técnicas: siembra al contorno, no-quema y manejo de rastrojos como mulch.

7.2.1.3.2. Labranza mínima

La labranza mínima es la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta (PASOLAC, 2000).

La labranza mínima permite la incorporación de materia orgánica al suelo sea de origen vegetal o animal mejorando de esta manera sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

7.2.1.3.3. Uso de rastrojos

Consiste en el corte y picado del material vegetal y su dispersión en el campo para cubrir el suelo “mulching” sin ser incorporado (PASOLAC, 2000).

Esta técnica se utiliza conjuntamente con la labranza cero, la labranza mínima, siembra tapada o la siembra al espeque. La finalidad de este conjunto de prácticas es el control de la erosión al proteger la superficie del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, reducir la velocidad de la escorrentía y atrapar las partículas de suelo (PASOLAC, 2000).

La importancia de la práctica de uso de rastrojos radica en la reducción del proceso erosivo mediante la cobertura del suelo, también influye en la conservación de la humedad y el aporte de materia orgánica mejorando las propiedades del suelo.

7.2.1.3.4. Uso de estiércoles

El uso de Estiércol animal como abono orgánico tiene la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y mesobiológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y Macronutrientes (PASOLAC, 2000).

El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación. Estiércol vacuno y de aves es la clase más utilizada, el estiércol porcino tiene la desventaja de ser foco de lombrices y otros parásitos capaces de infectar al hombre. En laderas es esencial combinar la aplicación de estiércol para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión (PASOLAC, 2000).

7.2.1.3.5. Época de siembra

Escalante (2007), citado por Balmaceda y Fargas (2013), afirma que la época de siembra está condicionada por la climatología a la hora de la germinación y el tipo de planta de que se trate. Por lo general las fechas de siembra se establecen en dos periodos en temporal y de riego.

Según Almada (1999), la época de siembra debe ser determinada en función del suelo, las condiciones ambientales, la especie, el método de cultivo a utilizar y el momento de producción deseada. Cuando un factor importante es la obtención de cosechas anticipadas, la primera siembra se realiza tan pronto como, o aún antes que, las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo del cultivo.

En Nicaragua hay tres épocas de siembra bien definidas primera (mayo-julio) postrera (septiembre-octubre) y apante (noviembre-diciembre) este último solo en la zona norte del país, todas condicionadas por los periodos lluviosos que el país posee de acuerdo a su posición geográfica. También está determinada por las fuentes acuíferas que pueden ser utilizadas para sistema de riego (Balmaceda y Fargas, 2013).

7.2.1.3.6. Fases lunares

Muchos estudios consideran a la luminosidad lunar esencial para la vida y el desarrollo de las plantas. Diferente de la luz solar que recibimos, la luz lunar ejerce directamente una fuerte influencia sobre la germinación de las semillas, cuando simultáneamente sus rayos luminosos penetran con relativa profundidad, al compararla con la fuerza de los rayos solares que no consiguen penetrarla en su intimidad (Restrepo, 2004).

Por otro lado Restrepo (2004), plantea estar demostrado que, independientemente de creer o no en las otras influencias que la luna pueda tener en las plantas, que la intensidad de la fotosíntesis es bien superior en todas las plantas a partir de la luna creciente hacia el plenilunio (periodo extensivo de aguas arriba), y que el mayor incremento de la fotosíntesis en los cultivos se registra en el periodo intenso de aguas arriba, el cual está comprendido entre los días después de la luna creciente, hasta los tres días después del plenilunio, fenómeno atribuido científicamente al incremento de la intensidad de la luz lunar sobre nuestro planeta.

Restrepo (2004), señala que otras investigaciones sobre la influencia de la luminosidad lunar en las plantas estiman que, por lo menos en un cincuenta por ciento, la luz lunar tiene influencia sobre la maduración de muchos granos y una gran parte de frutos. Al mismo tiempo, se relaciona la influencia de la luna con la actividad y calidad de los azúcares en los vegetales.

Finalmente, la luna creciente es tenida como la luna que conduce, proyecta, admite, construye, adsorbe, inhala, almacena energía, acumula fuerza, invita al cuidado y al restablecimiento; y la luna menguante es considerada como la luna que aclara, seca, suda o transpira, exhala, invita a la actividad y al gasto de energía (Restrepo, 2004).

7.3. Impactos ambientales

Es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales (Cruz, Gallego y González, 2009).

Según Cruz *et al* (2009), no se suele aplicar el término impacto a las alteraciones ambientales producidas por fenómenos naturales, como los daños causados por una tormenta. Por tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y el bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte.

Cruz *et al* (2009), plantea los siguientes impactos:

- Impactos de sobreexplotación: Estos efectos se asocian a aquellas actividades que utilizan recursos ambientales y no respetan los criterios de sostenibilidad; por lo tanto se pueden, ordenar así:
 - a) Sobreexplotación de recursos naturales renovables; se producen cuando se extraen del medio o a un ecosistema bienes o servicios por encima de las tasas de renovación en los correspondientes ciclos.
 - b) Extracción de recursos naturales no renovables que se consumen cuando se utilizan a un ritmo tal que:
 - ✓ Se agotan antes que aparezca un sucedáneo.
 - ✓ No permite la adaptación del medio a las modificaciones que introduce la explotación.
 - ✓ No permite una gestión racional de la explotación, es decir, un control sobre las acciones aparejadas a tal explotación.

- c) Utilización de recursos no renovables que no se consumen cuando se utilizan por encima de una cierta intensidad de uso.
- Impactos de ocupación/transformación del espacio y/o cambio en los usos del suelo: Estos impactos se generan cuando existe una discordancia entre la vocación de los ecosistemas, y del territorio en general, con la naturaleza y localización de las actividades humanas; suelen ser de carácter irreversible y, al venir denunciados externamente por la presencia de elementos o transformaciones físicas, muy evidentes.
 - Impactos de contaminación: Este impacto se produce según un fenómeno complejo que se engloba bajo el nombre de contaminación y que implica, primero, la emisión de materiales o energía por una actividad, luego, su dispersión y transformación en el vector soporte, de aquí resultan unos niveles de inmisión y, por fin, unas consecuencias sobre el hombre, los ecosistemas, la biocenosis o los bienes materiales; el responsable directo del impacto es el nivel de inmisión y su manifestación los efectos citados.
 - Impacto derivado del declive o ausencia de actividad: Este tipo de impacto se refiere a los que surgen por declive o ausencia de la intervención humana; se distinguen dos tipos:
 - a) Subexplotación de recursos o ecosistemas; el impacto surge por defecto de actividad, es decir por falta de gestión y cuidado que requiere la explotación de los recursos que tradicionalmente se viene haciendo.
 - b) Impacto de la pasividad; se aplica esta idea a la falta de intervención ante situaciones que propician impactos ambientales o ante degradaciones, provocadas por fenómenos naturales o por situaciones artificiales, que se autoalimentan si no se interviene.

El medio ambiente se va modificando en torno negativo debido a las acciones nocivas que el hombre realiza al medio natural, lo que se traduce en degradación ambiental, agotamiento de sus recursos, destrucción de muchos ecosistemas e inclusive la extinción de la flora y fauna

7.3.1. Servicios ecosistémicos

Según Quijas *et al.* (2010), citado por INTA (2010), indica que son los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas.

Los ecosistemas en los que interviene el hombre pueden considerarse como proveedores de cuatro flujos de bienes y servicios hacia la economía según Freeman III (1993), citado por INTA (2010):

- El primer flujo son bienes (productos que son utilizados como insumos materiales o productos terminados) como alimentos, madera, resinas, leña, animales, pieles, petróleo y minerales. La “Economía de los Recursos Naturales” ha puesto un énfasis especial en este flujo de bienes.
- El segundo flujo de servicios que proveen los ecosistemas a la economía es el hábitat para soportar la vida y la biodiversidad, en forma de aire para respirar, almacenamiento y provisión de agua, espacio físico y un régimen de condiciones climáticas específicas.
- El tercer flujo de servicios se refiere al conjunto de amenidades que brinda el ecosistema, tales como la oportunidad para realizar actividades recreativas, la observación de la vida silvestre y el paisaje, entre otras.
- El cuarto flujo de servicios corresponde a aquellos asociados con la dispersión, la transformación y el almacenamiento de los residuos de la actividad económica.

Cuando somos amigables con el medio ambiente este nos provee de muchos servicios los cuales proporcionan bienestar social, económico y vital lo que conduce a mejorar la calidad de vida y la de las siguientes generaciones.

7.3.1.1. Biodiversidad

Según el Instituto Colombiano de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt (1998), citado por Gallego (2011), la biodiversidad o diversidad biológica se define como la variación de las formas de vida que ocupan un lugar determinado abarcando la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, su variabilidad genética, los ecosistemas de los que hacen parte, los paisajes o las regiones en donde se ubican los ecosistemas e incluyen los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

Gallego (2011) citando a Margulis y Sagan (2001), describe que en total se han clasificado un poco menos de 2.000.000 de especies y otros organismos; pero aunque parezca una cifra muy grande, el mundo está aún por ser explorado, puesto que según la cifra de muchos biólogos, el número total de organismos es cerca de los 100 millones. Estos organismos suelen agruparse en categorías superiores correspondientes a lo que se denominan los cinco reinos vivos que existen en el planeta: El grupo mónera, protista, fungí, plantae y animalia.

La diversidad de seres vivientes que habitan el planeta son esenciales para él y cada uno de sus habitantes ya que cada uno de ellos ejerce un papel en la naturaleza donde cada individuo aporta una función o varias funciones similares o diferentes a los demás pero vitales para la existencia de otros.

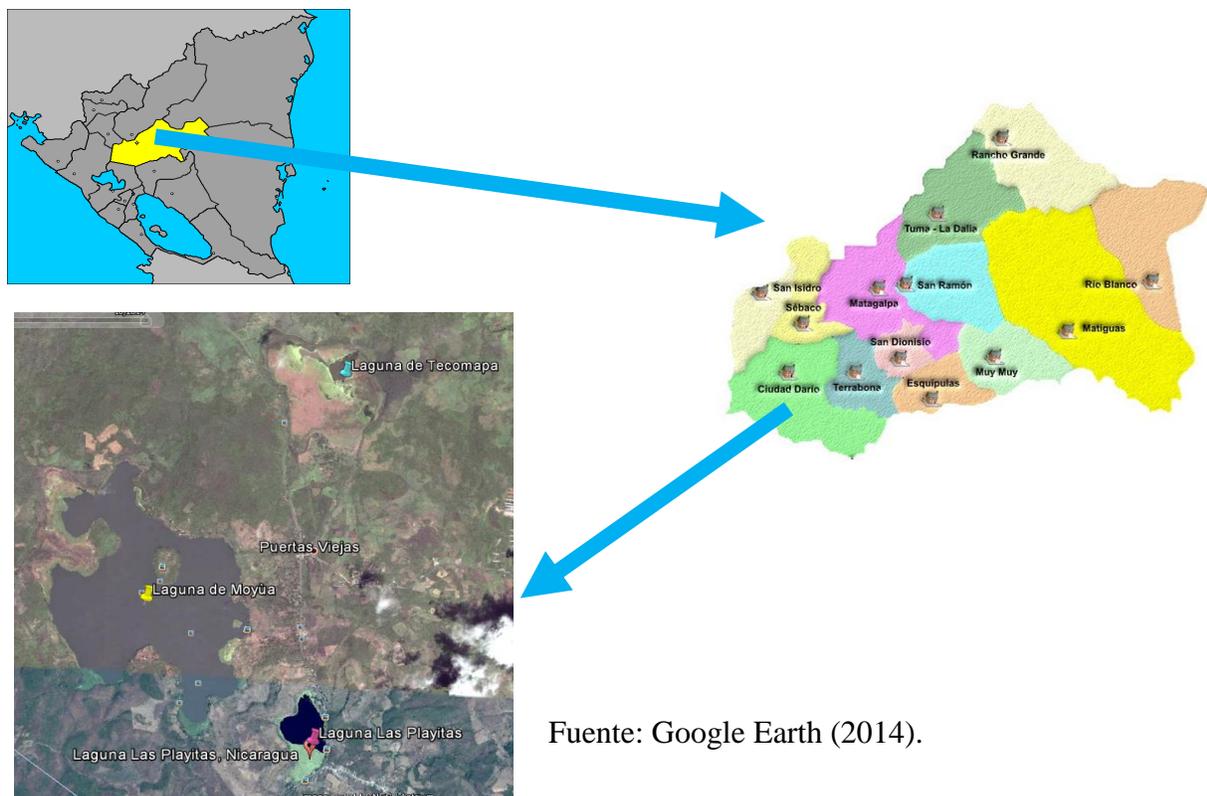
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Las Playitas, localizado en el Departamento de Matagalpa, Municipio de Ciudad Darío, a unos 70 km al norte de la capital. Las comunidades aledañas al humedal son: San Martín, Puertas Viejas, El Papayal, San Vicente y la Comarca las Playas de Moyúa (Montenegro, 2012).

La altura es de 416.20 msnm en Moyúa y Tecomapa y de 440 msnm en Las Playitas, con una precipitación promedio anual de 787 a 956.27 mm, de mayo a octubre lo que la considera como una de las zonas más secas del país, una temperatura promedio anual de 26°C y pendientes en rangos que van de leves a severas (Montenegro, 2012 y BIOClím-FAO, 2010).

Figura 1: Localización del área de estudio.



Fuente: Google Earth (2014).

8.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental con enfoque cuali-cuantitativo y de corte transversal.

Es cuali-cuantitativo debido a que se trabajó con datos medibles (cuantitativos) como porcentajes de pérdidas de suelo, propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, etc... Y datos no medibles (cualitativo) ya que se basa en la caracterización e interpretación de los sistemas productivos y el ambiente.

Además es de corte transversal debido a que la investigación se realizó en el periodo del mes de mayo del año 2014 hasta el mes de junio del año 2015.

8.3. Diseño experimental

Los tratamientos se ubicaron en un bloque completamente al azar (BCA), compuesto de tres tratamientos y un testigo, cada tratamiento compuesto de cuatro repeticiones. Cada repetición estaba constituida por una obra de conservación de suelo, representando una unidad experimental.

El área experimental es de 47 m de ancho por 15.45 m largo resultando un área total de 726.15 m², resultando un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo una medida de 11 m de ancho por 3.60 m de largo representando un área de 39.6 m².

En el estudio se evaluaron los indicadores: pérdidas y retenciones de suelo mediante el método de roldanas el cual consiste en colocar cuatro varillas de 1/4 o pines de 30 cm de largo en cada una de las parcelas experimentales y cada una de ellas con una muesca o seña a los 15 cm la cual se colocó a nivel del suelo para realizar la toma de datos.

El experimento se llevó a cabo en tres periodos de evaluación, de quince días entre cada toma de datos donde la toma de datos se realizó en cada uno de los periodos.

Tabla 17. Distribución de los tratamientos en el área experimental

T ₁	T ₄	T ₂	T ₃
T ₂	T ₃	T ₄	T ₁
T ₃	T ₂	T ₁	T ₄
T ₄	T ₁	T ₃	T ₂

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

T1: Biomembrana.

T2: Rastrojo.

T3: Barrera muerta.

T4: Testigo.

8.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados en el estudio son los siguientes:

1. Biomembrana: Se utilizó Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) el cual fue machacado con un mortero de madera y luego se puso al 20 % de solapamiento para cubrir la parcela experimental.
2. Rastrojo: Se utilizó hojarasca de plantas gramíneas para el cubrimiento del suelo de la parcela experimental.
3. Barrera muerta: Se utilizó piedras y rocas para formar barreras que sirvan para la retención de suelo de la parcela experimental.
4. Testigo: Consistió en dejar la parcela experimental sin ningún tipo de obra de conservación tal como los productores trabajan los suelos.

8.5. Población y Muestra

La población universo estuvo compuesta por 25 productores de las microcuencas Moyúa-Tecomapa y Playitas (14 productores de Moyúa, 3 de Tecomapa y 8 de Playitas), donde la muestra comprendida consiste en 2 productores de las microcuencas. La muestra se seleccionó por conveniencia.

Zacarías (2008), citado por Balmaceda y Fargas (2013), explica que el muestreo por conveniencia, se da porque el investigador selecciona los elementos que a juicio son representativos, lo que exige un conocimiento previo de la población que se investiga. Se constituye en un tipo de muestra no probabilística, ya que se utiliza en situaciones en las que la población es muy variable y consecuentemente la muestra es muy pequeña.

Los criterios de selección para la investigación fueron los siguientes:

- ✓ Poseer tierras propias.
- ✓ Disponibilidad de parte del productor.
- ✓ Establecimiento de uno o más cultivos para la experimentación.
- ✓ Grado de diversidad de 3 a más rubros de la finca.
- ✓ Rendimientos productivos anteriores por rubro.
- ✓ Participación en procesos de transferencia de tecnologías agropecuarias.
- ✓ Diferentes porcentajes de pendiente.
- ✓ Utilización del suelo para uso animal o vegetal en los últimos 10 años.

8.6. Técnicas de investigación

La investigación llevó un enfoque de Acción-Participativa, por lo cual, los protagonistas de la misma, se involucraron desde el mismo momento de la discusión de los alcances del estudio. Posteriormente se realizaron visitas de campo con el propósito de facilitar la selección de los sitios, el establecimiento de las parcelas de estudio, el seguimiento y asesoría a los productores.

Se aplicaron encuestas a productores las cuales poseen criterios de selección con el propósito de adquirir la muestra del estudio, así como la aplicación de entrevistas a la muestra seleccionada con el fin de recopilar información acerca de los sistemas de producción agropecuarios.

Para la obtención de datos confiables acerca de la investigación se hizo uso de la observación y guías fotográficas las cuales evidenciaron la validez del estudio.

Se realizaron muestreos en las diferentes parcelas de los productores con el fin de determinar las características físicas, químicas y biológicas, así como se realizó el método de roldanas para la estimación de la erosión en dichas parcelas donde estos datos fueron registrados en hojas de campo (Ver anexo 4).

8.7. Operacionalización de variables

Variable	Sub-variable	Indicador	Unidad de medida	Métodos y técnicas de recolección
		Propiedades físicas	Textura Estructura Densidad Porosidad Profundidad Pedregosidad Velocidad de infiltración Capacidad de campo Punto de marchitez permanente	Análisis de suelo Triangulo textural Estereoscopio Calicata Muestreo Clinómetro Cinta métrica Barreno

Capital natural	Estado actual de los suelos agrícolas		Capacidad de retención de agua disponible Pendiente	
		Propiedades químicas	Materia orgánica pH capacidad de Intercambio Cationico Fertilidad del suelo	Análisis de suelo
		Propiedades biológicas	Abundancia y riqueza	Guía de observación de macrofauna del suelo
		Pérdidas de suelo Suelo retenido	Tn / ha	Método de roldana
	Situación actual de recursos hídricos	Diversidad de fuentes hídricas	Lagos Lagunas Ríos Pantanos Ojos de agua pozos	Guía de Observación
		Incremento y/o mantenimiento de caudales	m ³ / hr Riqueza y abundancia	Aforos Guía de Observación

		Calidad de agua	Niveles de calidad	Análisis de laboratorio
	Situación actual climática	Temperatura Altitud Precipitaciones Evapotranspiración Humedad relativa. Velocidad de viento Horas luz Capacidad de recarga hídrica	T°/mes msnm mm/mes mm/mes % Km/h h cm/mes	BioClim-FAO GPS
Prácticas agronómicas y culturales	Prácticas agronómicas	Prácticas según tipología	Estado Hectáreas m niveles	Guía de observación Entrevista
	Prácticas culturales	Prácticas según tipología	Hectáreas Fechas de siembra Fases lunares	Guía de observación Entrevista
Impactos ambientales	Servicios ecosistémicos	Biodiversidad	Riqueza y abundancia	Guía de Observación Entrevista

8.8. Procesamiento de datos

El procesamiento, análisis y presentación de los datos obtenidos en la investigación se realizó con los sistemas computarizados Excel 2013 y SPSS versión 19.

IX. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la fase de campo realizada en la zona de estudio, donde se evaluaron los sistemas productivos agropecuarios bajo prácticas agronómicas y culturales.

9.1. Capital natural

Dentro del capital natural se encontró el suelo, el agua y el clima.

9.1.1. Suelo

9.1.1.1. Propiedades físicas del suelo

9.1.1.1.1. Textura del suelo

En la tabla 18, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 18. Textura del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	Franco		X		
Moreno	Chile	arenoso				
Noel	Chile	Franco		X		
Moreno		arcillo.arenoso				

Fuente: Resultados de la investigación

La clasificación para este parámetro es la siguiente:

Muy Favorable (MF): Franco-Franco limoso

Favorable (F): Franco arcilloso-Franco. Arenoso-Franco arcillo arenoso-Franco arcillo limoso-Limoso-Arcillo limoso

Desfavorable (D): Arenoso-Arenoso fino

Muy Desfavorable (MD): Arcilloso-Arcillo limoso

Para la obtención de los datos de la textura del suelo se realizó un muestreo sistemático en las parcelas donde se extrajeron 15 submuestras con la ayuda de un barreno. El conjunto de submuestras fueron sometidas a un proceso de cuarteo para obtener una muestra compuesta.

De esta muestra compuesta se utilizaron 500 g de suelo y se introdujeron en una botella a razón de 1/3 de suelo y 2/3 de agua dejándose reposar durante 72 horas para visualizar las capas de arena, limo y arcilla de la muestra, luego se midieron con una regla y con ayuda de una regla de tres para obtener el porcentaje de cada una de ellas. Una vez obtenidos los porcentajes se utilizó el triángulo textural para determinar el tipo de textura que posee el suelo de dichas parcelas.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan texturas diferentes, donde el productor Narciso Moreno se encontró un suelo de textura franco arenosa mientras que Noel Moreno presentó una textura franco arcillo arenosa siendo clasificados ambos casos como favorables (F) según Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013).

En lo que respecta al cultivo de chile (*Capsicum annuum L*) este requiere una textura de suelo de arenosa a arcillosa pero también puede desarrollarse en suelos franco-arcillosos, franco-arenosos según SAGARPA (2013), donde los resultados obtenidos son aptos para establecer este cultivo en ambas áreas de estudio. Además SAGARPA (2013), afirma que suelos sueltos con alto contenido de arena y materia orgánica, suelos con texturas livianas (francas a arenosas), aluviales, profundos y con capa freática superficial son aptos para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*), indicando que el área de estudio está en rango óptimo para el productor Narciso Moreno.

9.1.1.1.2. Estructura del suelo

En la tabla 19, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 19. Estructura del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	Fina y media	X			
Moreno	Chile					
Noel	Chile	Fina y media	X			
Moreno						

Fuente: Resultados de la investigación

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): Fina y media.

Favorable (F): Gruesa y grado moderable.

Desfavorable (D): Grano simple y suelto.

Muy Desfavorable (MD): Masivo y duro.

Según Núñez (2000), se le llama estructura a la forma como se combinan las partículas minerales del suelo en agregados naturales llamados “peds”. El ped es una unidad estructural donde los agregados presentan superficies definidas.

Este parámetro se obtuvo mediante la observación de una muestra de suelo de las parcelas a través de un estereoscopio y luego con uso de una regla se determinó la clase estructural que poseen las muestras.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan estructuras granulares, pero con grados estructurales diferentes, donde Narciso Moreno se encontró un suelo de clase estructural fina y media predominando más la clase media mientras que Noel Moreno presentó una clase estructural fina y media donde la más predominante fue la clase fina siendo clasificados ambos casos como muy favorables (F) según Dorronsoro (2007) citado por Parajón y Martínez (2013).

Núñez (2000), afirma que la estructura influencia las relaciones hídricas y el desplazamiento de aire en el suelo. El grado de estabilidad que presente le permitirá en mayor o menor grado el impacto de las gotas de lluvia y ofrecer cierta resistencia a la erosión pluvial.

Los agregados incrementan su estabilidad mediante la actividad que realizan los microorganismos del suelo además las lombrices actúan sobre los residuos orgánicos que hay en el suelo donde ellos lo transforman en compuestos que fortalecen la estructura del suelo volviéndolos más resistentes.

9.1.1.1.3. Densidad del suelo

Este parámetro puede ser de dos tipos: Densidad real, la cual se constituye por la fase sólida que posee el suelo y la densidad aparente constituida por la fase sólida, líquida y gaseosa del suelo. En la investigación presente se encontró la densidad aparente debido a que la densidad real posee un valor constante de 2.65 gr/cm^3 .

La densidad aparente del suelo se obtuvo a través de un análisis de laboratorio en el cual los resultados obtenidos en las áreas de estudio fueron de 1.32 gr/cm^3 para Narciso Moreno mientras que Noel Moreno presentó una densidad de 1.34 gr/cm^3 .

Según Jaramillo (2002), el valor de la densidad aparente es un parámetro necesario en varios cálculos relacionados con el suelo, como son: Calcular el peso de un determinado volumen de suelo, transformar el contenido de humedad gravimétrico del suelo, a contenido volumétrico y calcular la porosidad total del suelo, cuando se conoce su densidad real.

Además la densidad aparente indica el grado de compactación que posee un suelo debido a que si este parámetro aumenta entonces aumenta la compactación así como del contenido de materia orgánica del suelo donde al haber menor densidad aparente el suelo presentara mayor contenido de materia orgánica lo cual indica que según los datos obtenidos la parcela de Noel Moreno es la que presenta mayores de estos problemas que la parcela de Narciso Moreno.

Teniendo en cuenta la textura, Cortés y Malagón (1984), citado por Jaramillo (2002), consideran como valores altos para la densidad aparente, aquellos que sean superiores a 1.3 mg/m^3 , en suelos con texturas finas; los mayores a 1.4 mg/m^3 , en suelos con texturas medias y los mayores a 1.6 mg/m^3 , en suelos con texturas gruesas. Ambas parcelas están dentro del rango antes mencionado pero si en ambos casos la densidad aparente del suelo pasa este valor llevaría a tener problemas en el grado de deterioro del suelo, teniendo en cuenta que a medida que aumenta su valor, se está produciendo una degradación del suelo.

9.1.1.1.4. Porosidad del suelo

Para la obtención de la porosidad del suelo se aplicó la fórmula: $P = 1 - \frac{D_{ap}}{D_r} * 100$ según Jaramillo (2002), donde los datos obtenidos en las áreas de los dos productores fueron de 50.18 % para Narciso Moreno mientras que en la parcela de Noel Moreno resultó una porosidad de 49.43 %.

Para una correcta aireación del suelo y una buena retención de agua, es conveniente que la porosidad este entre el 40 % y el 60 % ya que si el valor de la porosidad es menor al 40 % se puede crear asfixia en las raíces de las plantas y contenidos de agua retenida muy bajos mientras que un valor superior al 60 % dificulta el contacto entre el suelo y las raíces de las plantas, ambos productores están dentro del rango establecido de porosidad por lo cual no presentaran problemas al momento de establecer sus cultivos.

Además la porosidad del suelo es de vital importancia al constituir el medio por el cual el agua penetra al suelo para abastecer a las raíces así como para drenar el área, además es el espacio donde las raíces de las plantas y la fauna tienen una atmósfera lo cual quiere decir que constituye la fuente de donde aquéllos obtienen el aire.

9.1.1.1.5. Profundidad del suelo

En la tabla 20, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 20. Profundidad del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	48.46 cm			X	
Moreno	Chile					
Noel	Chile	65.21 cm			X	
Moreno						

Fuente: Resultados de la investigación

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): > 120cm.

Favorable (F): 120–70 cm.

Desfavorable (D): 70–30 cm.

Muy Desfavorable (MD): < 30 cm.

Para la obtención de los datos de la profundidad del suelo se introdujo un barreno en el suelo y midiendo la profundidad alcanzada por medio de una cinta métrica. Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan profundidades diferentes, donde Narciso Moreno se encontró una profundidad de 48.46 cm mientras que Noel Moreno presentó 65.21 cm siendo clasificados ambos casos como desfavorables (D) según Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

En lo que respecta al cultivo de chile (*Capsicum annuum L*) este requiere una profundidad de suelo entre 50 a 150 cm según SAGARPA (2013), donde los resultados obtenidos son aptos para establecer este cultivo en el área de estudio de Noel Moreno mientras que el área de estudio de Narciso Moreno no es apta a causa de no cumplir la profundidad que requiere el cultivo para su buen desarrollo. Además SAGARPA (2013), afirma que suelos aptos para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*) deben tener una profundidad entre 80 a 100 cm, indicando que el área de estudio de Narciso Moreno no está en el rango óptimo para este cultivo.

El problema radica en el manejo inadecuado, de continuarse así conllevará a efectos como la disminución de la capa arable debido a los procesos erosivos tanto eólicos como hídricos, pero además por la quema de los rastrojos y hojarasca, con lo que se reduce la posibilidad de transformación de la materia orgánica y el efecto protector sobre el suelo.

9.1.1.1.6. Pedregosidad del suelo

En la tabla 21, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 21. Pedregosidad del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	22.9 %		X		
Moreno	Chile					
Noel	Chile	3.53 %	X			
Moreno						

Fuente: Resultados de la investigación

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): <10 %.

Favorable (F): 10-30 %.

Desfavorable (D): 30-60 %.

Muy Desfavorable (MD): > 60 %.

Si bien es cierto en este parámetro además de la abundancia, se estudia el tamaño, la forma, la naturaleza y el estado o nivel de alteración. En la presente investigación se trabajó únicamente la abundancia. Para la obtención de los datos de la pedregosidad (abundancia) del suelo se utilizó el método del aro, el que consiste en lanzar un aro de 25 cm de radio de forma sistemática y al azar en el área de interés, para luego estimar el porcentaje de pedregosidad que se encontraba dentro de dicho aro.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan pedregosidades diferentes. La parcela del productor Narciso Moreno presentó pedregosidad de 22.9 % y en la parcela de Noel Moreno apenas un 3.53 % clasificados como favorable (F) para el caso de la parcela del señor Narciso Moreno y muy favorable (MF) para la parcela del señor Noel Moreno. Esto basado en la metodología de Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

La importancia de este parámetro estriba en la facilitación u obstaculización de las labores de labranza de suelos pero además por facilitar o reducir la posibilidad de albergue para plagas como las babosas que afectan sobre todo los cultivos de maíz, frijoles y hortalizas.

El efecto de obstrucción de las labores de labranza suele presentarse cuando las piedras tienen un tamaño de entre 5-7 cms (UNEX, 2005).

9.1.1.1.7. Velocidad de infiltración del suelo

En la tabla 22, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 22. Velocidad de infiltración del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	17.4 cm/h	X			
Moreno	Chile					
Noel	Chile	14.4 cm/h	X			
Moreno						

Fuente: Resultados de la investigación

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): > 2 cm/hora.

Favorable (F): 2-0.5 cm/hora.

Desfavorable (D): 0.5-0.1 cm/hora.

Muy Desfavorable (MD): <0.1 cm/hora.

Los datos de velocidad de infiltración del suelo se obtuvieron mediante la realización de dos agujeros de 10 cm de diámetro por 15 cm de profundo uno en la parte alta y otro en la parte baja de la parcela donde se introdujo una bolsa en el contorno del agujero y se llenó de agua, la que fue removida al momento de iniciar la toma de datos. Se tomaron 5 repeticiones de 1, 5, 10 y 20 minutos. Con una regla se midió la cantidad de centímetros que se infiltraron al suelo durante cada repetición. Luego se suman los últimos 5 datos de las repeticiones y se dividen entre el mismo número, el valor obtenido se divide entre 20 que es tiempo de la repetición y este se multiplica por 60 que es la cantidad de minutos que tiene la hora dándonos como resultado la velocidad de infiltración del terreno.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan valores diferentes. La parcela del productor Narciso Moreno presentó una velocidad de infiltración de 17.4 cm/h y en la parcela de Noel Moreno 14.4 cm/h, siendo clasificados como muy favorables (F) según Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

La velocidad de infiltración de suelo se considera muy rápida, por lo que los suelos requieren altas cantidades de agua para irrigar los cultivos establecidos presentando un mayor gasto económico a los productores debido a que ellos utilizan bombas de riego utilizando más cantidad de combustible en la época de verano. La velocidad de infiltración encontrada es benéfica en la época de invierno debido a que se evitan encharcamientos severos, los cuales pueden causar enfermedades fungosas y bacterianas a los cultivos. A la misma vez es benéfica para la laguna debido a que influye en su recarga hídrica.

9.1.1.1.8. Capacidad de campo del suelo

Este parámetro se obtuvo mediante la fórmula: $CC = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$ según Garcia *et al* (2012).

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan diferentes capacidades de campo, en la parcela de Narciso Moreno se obtuvo un 26.90 % de capacidad de campo mientras que en la parcela de Noel Moreno presentó una capacidad de campo de 28.20 %.

La capacidad de campo de un suelo refleja el punto máximo que posee un suelo para retener agua entre sus poros, esto indica que si la presencia de agua está por encima de este valor el terreno presentara problemas de encharcamientos o anegamientos.

Según los datos obtenidos la parcela de Noel Moreno es la que presenta mayor retención de agua y un punto de saturación mayor que la parcela de Narciso Moreno, más sin embargo en ambos casos si la cantidad de agua sobrepasa sus valores de capacidad de campo esto llevaría a tener problemas de erosión por escorrentías y como consecuencias la pérdida de la profundidad del suelo y su fertilidad así como el establecimiento y desarrollo de los cultivos en conjunto a sus rendimientos productivos donde lo más recomendable será implementar sistemas de drenajes para evitar estos problemas.

9.1.1.1.9. Punto de marchitez permanente del suelo

El punto de marchitez permanente se obtuvo mediante la fórmula: $PMP = CC * 0.595$ según Silva, Ponce, García, & Durán, (1988), citado por Arceda y Salmerón (2013), donde los datos obtenidos en las áreas de los productores son de 16.00 % donde Narciso Moreno mientras que para el suelo de Noel Moreno fue de 16.77 %.

Este parámetro está ligado al tipo de textura de suelo que presenten las áreas productivas, en el caso de Narciso Moreno presenta un suelo Franco arenoso, este tiene mayor cantidad de macroporos entre ellas que le permitirá tener una mayor aireación, pero una menor retención de agua en dicho suelo por lo que puede llegar a presentar problemas de marchitez en las plantas, esto obligara al productor a regar con más continuidad el cultivo.

En cambio en la parcela de Noel Moreno presenta una textura Franco arcillo arenosa, la cual hace que el suelo presente mayor retención de agua debido a la presencia de arcilla que permite la presencia de microporos entre ellas permitiéndole mayor retención de agua y menor aireación favoreciendo a las plantas con la disponibilidad de agua en el suelo.

Este parámetro está íntimamente relacionado con la capacidad de campo del suelo, debido a que a capacidad de campo los horizontes del suelo están llenos de agua sus poros es ahí donde las plantas tienen la suficiente disponibilidad de agua que ellas requieren para su desarrollo fisiológico, las plantas absorben el agua de los primeros horizontes por medio de sus raíces y una vez que la planta absorbe toda el agua a capacidad de campo que hay en el suelo es necesario brindar un nuevo aporte de agua sea pluvial o mediante un sistema de riego de lo contrario las plantas entrarán en un punto de marchitez permanente.

9.1.1.1.10. Capacidad de retención de agua disponible del suelo

Este parámetro se obtuvo mediante la fórmula: $CRAD = CC - PMP$ según Salcedo, *et al* (2007), donde los datos obtenidos en las áreas de los productores son 10.90 % para el caso del terreno de Narciso Moreno y 11.43 % para el caso de Noel Moreno.

La capacidad de retención de agua disponible del suelo depende de la profundidad, la textura, la pendiente del suelo así como por el volumen de los poros que retienen agua contra el empuje de la fuerza de gravedad. En un suelo arenoso por lo general la mayoría de sus poros son tan grandes que el agua de lluvia drena a través de ellos y relativamente poca es retenida dentro del perfil mientras que en suelos arcillosos ocurre lo contrario.

La parcela del productor Noel Moreno posee mayor capacidad de retención de agua disponible que la del productor Narciso Moreno debido a que su textura es franco arcillo arenosa lo cual hace que sea más favorable para la retención de agua debido a la presencia de arcillas las cuales poseen más presencia de microporos quienes son encargados de la retener la humedad en el suelo además en esta parcela existe mayor profundidad efectiva de raíces.

9.1.1.1.11. Pendiente del suelo

En la tabla 23, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 23. Pendiente del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso	Coco	11.09 %		X		
Moreno	Chile					
Noel	Chile	2.6 %	X			
Moreno						

Fuente: Resultados de la investigación

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): <4 %.

Favorable (F): 4-10 %.

Desfavorable (D): 12-25 %.

Muy Desfavorable (MD): > 25 %.

Para la obtención de los datos de la pendiente del suelo se utilizó el clinómetro, el que consiste en un nivel de burbuja y dos reglas de la misma medida, donde se traza una línea perpendicular a la inclinación de la parcela, se colocan las reglas cada 5 m y el clinómetro se ubica en una de ellas donde se trata de aplomar el nivel de burbuja con la otra regla, la cual estima el grado de pendiente en que se encuentra la parcela. Se realizaron 15 mediciones, de las cuales 5 se hicieron en cada extremo y 5 en el centro de cada parcela para luego obtener una media.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan pendientes diferentes. La parcela del productor Narciso Moreno presenta una pendiente de 11.09 % mientras en la parcela de Noel Moreno se estimó en 2.6 %. En base a clasificación utilizada por Dorronsoro (2007) y citado por Parajón y Martínez (2013), la pendiente de la parcela de Narciso Moreno, es Favorable (F) y Muy Favorable (MF) para la parcela de Noel Moreno.

La importancia de este parámetro radica en la susceptibilidad que tienen los terrenos para perder partículas de suelo a causa de erosión hídrica y eólica, además incide en la actividad agrícola como pecuaria así como en la utilización de maquinarias.

Otra de la importancia de la pendiente es precisamente la capacidad de retener humedad y que esta sea utilizable para las plantas. Esto está relacionado con otros factores como la profundidad (está a la vez con las pérdidas por erosión) y la textura. Un ejemplo de ello es la CRAD registrada para Noel Moreno donde existe mayor humedad disponible al tener menor pendiente.

9.1.1.2. Propiedades químicas del suelo

9.1.1.2.1. Materia orgánica del suelo

En la tabla 24, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 24. Materia orgánica del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso Moreno	Coco	2.62 %		X		
	Chile					
Noel Moreno	Chile	0.39 %				X

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): >5 %.

Favorable (F): 5-2 %.

Desfavorable (D): 2-1 %.

Muy Desfavorable (MD): <1 %.

La materia orgánica del suelo se obtuvo a través de análisis de laboratorio en el cual los resultados obtenidos en las áreas de estudio fueron 2.62 % para el productor Narciso Moreno y 0.39 % para el productor Noel Moreno, clasificados como favorable (F) para Narciso Moreno y muy desfavorable (MD) en el caso de Noel Moreno según Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

La materia orgánica es esencial que se encuentre en gran porcentaje en el suelo ya que este beneficia física, química y biológicamente. La materia orgánica puede almacenar gran cantidad de agua, y libera nutrientes que pueden ser tomadas por las plantas para su crecimiento y desarrollo, además de que vuelve al suelo más poroso aumentando también el rendimiento de los cultivos estimulando también a la vida microbiana del suelo.

La parcela del productor Narciso Moreno al poseer un rango favorable de materia orgánica presentara mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo siendo aprovechables para los cultivos mientras que la parcela del productor Noel Moreno al presentar un rango muy desfavorable de materia orgánica tendrá problemas con la presencia de nutrientes siendo lo más recomendable incorporar material de origen orgánico como restos animales y vegetales, estiércoles u abonos preparados con material intrínseco a la área productiva.

9.1.1.2.2. Potencial de iones de hidrogeno (pH) del suelo

En la tabla 25, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 25. Potencial de iones de hidrógeno del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso Moreno	Coco	6.7	X			
	Chile					
Noel Moreno	Chile	6.7	X			

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): 7,3-6,7.

Favorable (F): 6,7-5,5 ó 7,3-8,0.

Desfavorable (D): 5,5-4,5 ó 8,0-9,0.

Muy Desfavorable (MD): <4,5 ó >9,0.

El pH del suelo se obtuvo a través de un análisis de laboratorio en el cual los resultados obtenidos en las áreas de estudio fueron de 6.7 tanto para el productor Narciso Moreno como para el productor Noel Moreno, ambos casos son clasificados como muy favorables (MF) según Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

Según SAGARPA (2013), el cultivo de chile (*Capsicum annuum L*) requiere un pH en el rango comprendido entre 6 y 6.5. Se puede observar que los resultados obtenidos son ligeramente no aptos para establecer este cultivo en ambas áreas de estudio. Además SAGARPA (2013), afirma que el pH apto para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*) debe estar entre 4.5 y 8.7 indicando que el área de estudio de Narciso Moreno está en el rango óptimo para este cultivo.

Cuando el pH de un suelo es mayor al requerido por un cultivo este puede causar problemas de clorosis en la planta provocando la reducción del área foliar e incluso la muerte de las plantas, en ambos productores al haber una ligera diferencia entre el pH del suelo y el cultivo de chile (*Capsicum annuum L*) no habrá mucha presencia de clorosis pero es recomendable hacer aplicaciones de agua con limón, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico u materia orgánica al pie de la planta para acidificar un poco el pH la cual se debe de realizar en su etapa de crecimiento e ir disminuyendo la frecuencia de las aplicaciones a medida que el cultivo va desarrollando.

La alteración del pH del suelo no solo dificultaría el crecimiento de cultivos, sino de cualquier planta, algunas prácticas como la deforestación, y la agricultura con el uso excesivo de agroquímicos, son los principales causantes de la alteración del pH del suelo y esto hace que se vuelva muy difícil restaurar su equilibrio natural.

9.1.1.2.3. Capacidad de intercambio catiónico del suelo

En la tabla 26, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 26. Capacidad de intercambio catiónico del suelo

Productor	Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Narciso Moreno	Coco	39.9		X		
	Chile					
Noel Moreno	Chile	36.3		X		

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

Muy Favorable (MF): >40 Cmol (+) / kg.

Favorable (F): 40-20 Cmol (+) / kg.

Desfavorable (D): 20-10 Cmol (+) / kg.

Muy Desfavorable (MD): <10 Cmol (+) / kg.

La capacidad de intercambio catiónico del suelo se obtuvo a través de un análisis de laboratorio en el cual los resultados obtenidos en las áreas de estudio fueron 39.9 para Narciso Moreno y 36.3 para Noel Moreno, donde ambos casos son clasificados como favorables (F) según Dorronsoro (2007), citado por Parajón y Martínez (2013).

Los cationes que revisten mayor importancia en lo que se refiera a las plantas son el calcio (Ca⁺⁺), magnesio (Mg⁺⁺), potasio (K⁺), amonio (NH₄⁺), sodio (Na⁺) e hidrógeno (H⁺). Los primeros cuatro cationes son nutrientes de las plantas y son importantes para el crecimiento vegetal. Los dos últimos tienen un efecto marcado sobre las características físicas y químicas del suelo.

La capacidad de intercambio catiónico en ambos áreas productivas se encuentran en condiciones favorables en el suelo por lo que puede retener cationes necesarios para ser asimilados por las plantas además capacidad de intercambio catiónico influye en la disponibilidad de nutrientes motivo por el cual los suelos requieren de dosis adecuadas y menos frecuentes de fertilizantes.

9.1.1.2.4. Fertilidad de suelo

La fertilidad del suelo se obtuvo a través de un análisis de laboratorio en el cual los resultados obtenidos en las áreas de estudio fueron las siguientes:

En la tabla 27, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 27: Macronutrientes primarios del suelo

Macronutrientes primarios						
Productor	Nitrógeno (N)		Fosforo (P)		Potasio (K)	
	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel
Narciso Moreno	0.13 %	I	11.7 ppm	B	0.6 meq/100g	A
Noel Moreno	0.02 %	B	13.7 ppm	B	0.2 meq/100g	B

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

A: Alto.

I: Ideal.

B: Bajo.

Los resultados de nitrógeno (N) obtenidos fueron de 0.13 % para el productor Narciso Moreno y de 0.02 % para el productor Noel Moreno, clasificándose como ideal (I) para Narciso Moreno y bajo (B) para Noel Moreno. Según los resultados el productor Noel Moreno podría tener problemas en sus cultivos debido a baja cantidad de nitrógeno que posee ya que este elemento promueve el crecimiento de tallos y hojas de las plantas en general y corrige el "amarillamiento" promoviendo el verdor en todo tipo de planta.

La concentración de fosforo (P) fue de 11.7 ppm para el productor Narciso Moreno y de 13.7 ppm para el productor Noel Moreno, clasificándose como bajo (B) en ambos productores. Los resultados indican que ambos productores presentan problemas de fosforo en sus parcelas,

afectando con ello el desarrollo de las raíces y el estímulo de la formación de botones en flores y de frutos en árboles, favoreciendo el fenómeno de abscisión reflejando que sus cultivos podrían presentar problemas en su desarrollo radicular así como al momento de la formación de flores y coloración oscura en sus hojas.

El potasio (K) encontrado fue de 0.6 meq/100g para la parcela del señor Narciso Moreno y de 0.2 meq/100g para el productor Noel Moreno, clasificándose como alto (A) para Narciso Moreno y bajo (B) para Noel Moreno. Este elemento promueve el desarrollo y crecimiento de flores y frutos, aporta resistencia a las plantas contra plagas y enfermedades, heladas y sequías, determina la mayor o menor coloración en flores y frutales y su sabor, es esencial para la formación de almidones y azúcares además que regula la fotosíntesis, Narciso Moreno al poseer un nivel alto de potasio goza de esta ventajas en cambio Noel Moreno al presentar un nivel bajo esto le puede traer consecuencias como un pobre desarrollo y producción de flores y frutos con sabor insípido así como poca formación de almidones y azucares y defoliación de las hojas viejas.

En la tabla 28, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 28. Macro nutrientes secundarios del suelo

Macro nutrientes secundarios				
Productor	Calcio (Ca)		Magnesio (Mg)	
	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel
Narciso Moreno	28.5 meq/100g	A	10.8 meq/100g	A
Noel Moreno	29.2 meq/100g	A	6.9 meq/100g	A

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

A: Alto.

I: Ideal.

B: Bajo.

El calcio (Ca) obtenido fue de 28.5 meq/100g para el productor Narciso Moreno y de 29.2 meq/100g para el productor Noel Moreno, clasificándose como altos (A) en ambos productores que al poseer un alto nivel de calcio en sus parcelas gozan de beneficios como influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, por lo que sus funciones tienen que ver con la calidad, no sólo de la planta sino de los frutos, influye en gran medida en la salud de la planta, tanto del sistema radicular como de la parte aérea, tiene que ver con la formación de la rizófora y con la vida microbiana del suelo y es la única alternativa para combatir toxicidades por excesos de aluminio en el suelo evitándose de tener problemas de crecimiento y necrosis en el área foliar de sus cultivos.

El magnesio (Mg) obtenido fue de 10.8 meq/100g para el productor Narciso Moreno y de 6.9 meq/100g para el productor Noel Moreno, clasificándose a ambos productores como alto (A). Este elemento juega un papel estructural formando parte de la molécula de clorofila, aunque bajo esta forma sólo constituye el 10 % del magnesio presente en las hojas, como activador enzimático es cofactor de casi todos las enzimas que actúan sobre sustratos fosforados, por lo que es de una gran importancia en el metabolismo energético evitándose problemas de decoloración amarillenta internervial que se mueve hacia el borde de la lámina en las hojas viejas y luego a las nuevas.

En la tabla 29, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 29. Micronutrientes del suelo

Micronutrientes								
Productor	Hierro (Fe)		Manganeso (Mn)		Cobre (Cu)		Zinc (Zn)	
	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel	Resultado	Nivel
Narciso Moreno	75.2 ppm	A	16.5 ppm	I	15.6 ppm	A	0.4 ppm	B
Noel Moreno	71.9 ppm	I	21.1 ppm	A	13.8 ppm	A	0.4 ppm	B

Fuente: Resultados procesados análisis de suelos LAQUISA

Clasificación de este parámetro:

A: Alto.

I: Ideal.

B: Bajo.

La concentración de Fe se clasifica como alto (A) para Narciso Moreno e ideal (I) para Noel Moreno. Este elemento es activador de las enzimas a fin de formar la protoclorófila. Si el hierro no está presente predominan el caroteno y la xantofila lo que hace que las hojas de las plantas presenten un color amarillento también conocido como clorosis foliar. Como los productores poseen un nivel alto e ideal de este elemento esto les evitará problemas como manchas marrones y caída de las hojas, tallos cortos y curvos, raquitismo y no fructificación.

La concentración de Mn se clasifica como ideal (I) para Narciso Moreno y alto (A) para Noel Moreno. El manganeso contribuye al funcionamiento de varios procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno, evitándose la presencia de clorosis internervial, que puede llegar a necrosarse y luego la caída de las hojas.

En base a los contenidos de Cu, ambas parcelas se clasifican como alto (A). El cobre es necesario en el proceso de la fotosíntesis, esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas. Ambos productores al poseer un alto nivel de este elemento les beneficia a intensificar el sabor y el color en las hortalizas y en las flores evitando una clorosis intervenal, seguida de una necrosis y un curvado de las hojas hacia el envés.

El contenido de Zn se considera como bajo (B) en las parcelas de ambos productores. El Zinc es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y activar algunos sistemas enzimáticos, cumple funciones en la síntesis de la clorofila y en la formación de hidratos de carbono, como ambos productores poseen niveles bajos de zinc este les puede afectar sus cultivos en lo que respecta a la presencia de enanismo de la planta, el acortamiento entre los nudos y la restricción del crecimiento de las hojas.

9.1.1.3. Propiedades biológicas del suelo

9.1.1.3.1. Vida del suelo

En la tabla 30, se presentan los resultados encontrados en las dos áreas de estudio.

Tabla 30. Vida en el suelo

Vida en el suelo época de verano					
Orden	Nombre común	Nombre científico	Grupo funcional	Número de individuos	
				Narciso Moreno	Noel Moreno
Aranea	Casimpulga	<i>Latrodectus mactans</i>	Depredadora	0	3
Total de individuos				0	3
Vida en el suelo época de invierno					
Orden	Nombre común	Nombre científico	Grupo funcional	Número de individuos	
				Narciso Moreno	Noel Moreno
Aranea	Casimpulga	<i>Latrodectus mactans</i>	Depredadora	1	3
Miriápodo	Cardador	<i>Julus terrestris</i>	Depredadora, Detritívoros	0	1
Isóptera	Termita	<i>Heterotermes spp.</i>	Geófaga Detritívora Fitófaga	0	2
Isópodo	Cochinilla de la humedad	<i>Armadillidium opacum</i>	Detritívora	1	2
Hymenoptera	Hormiga	<i>Atta spp</i>	Depredadora Fitófaga Detritívora	2	0
Coleóptera	Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp</i>	Depredadora Fitófagas Detritívora	0	2
Coleóptera	Escarabajo molinero	<i>Tenebrio molitor</i>	Fitófago Nectarívoro Detritívoro	1	0
Zygentoma	Pececillo de plata	<i>Lepisma saccharina</i>	Detritívoro	3	0
Total de individuos				8	10

Fuente: Resultados de la investigación

Para la obtención de los datos de la vida que presentan los suelos de las dos áreas experimentales, se realizó un muestreo sistemático en forma diagonal tomando cada uno de los puntos esquineros y uno en el centro de las áreas de estudio con la ayuda de un cilindro de 10 cm de diámetro por 15 cm de alto. Se realizaron dos tomas para la comparación de presencia de fauna tanto en verano como en invierno.

Se puede observar que hay mayor presencia de fauna de suelo para la época de invierno, sin embargo no es una cifra alta, esto se debe probablemente a los siguientes factores: El papel en el suelo de los arácnidos y los miriápodos es depredar a insectos que están dentro de los límites donde se realiza el estudio, los productores hacen uso de prácticas inadecuadas como la quema agrícola y el uso de pesticidas moderada y altamente tóxicos que pueden eliminar tanto a insectos maléficos como benéficos para el suelo y los cultivos.

La vida o biodiversidad del suelo es importante para el desarrollo de plantas y aportación de materia orgánica; la vida en el suelo va en dependencia del tipo de sistema agrícola que emplean los productores en las áreas cultivables, por una parte la vida en el suelo presentará ventajas en cuanto a la aportación de materia orgánica y la vida del suelo, pero también presenta sus desventajas como la aparición de insectos que afectan a los cultivos.

9.1.1.4. Pérdidas o retención de suelo

Los resultados de este parámetro se obtuvieron a través del método de roldanas el cual consistió en colocar cuatro varillas de 1/4 o pines de 30 cm de largo en cada una de las parcelas experimentales y cada una de ellas con una muesca o seña a los 15 cm la cual se colocó a nivel del suelo para realizar la toma de datos.

Se realizaron 3 tomas de datos en un lapso de 15 días por cada toma bajo condiciones de vientos y lluvias para la evaluación debido a que no se instaló el sistema de riego por aspersión.

El experimento tuvo un comportamiento positivo en ambas áreas experimentales de los productores donde los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla. 31. Pruebas de los efectos inter-sujetos (Altura de suelo-tratamientos)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	21.524 ^a	15	1.435	2.115	.011
Intersección	150.521	1	150.521	221.883	.000
Tratamientos	10.985	3	3.662	5.398	.001**
Bloques	.402	3	.134	.197	.898NS
Tratamientos * Bloques	10.137	9	1.126	1.660	.102NS
Error	119.395	176	.678		
Total	291.440	192			
Total corregida	140.919	191			

Fuente: Resultados de la investigación. (SPSS 19)

La tabla 31 refleja la existencia de diferencia estadística altamente significativa a un 95% de confiabilidad y 5% de error, entre las variables “altura” y “tratamiento”. Este resultado indica que entre los tratamientos evaluados tuvieron un comportamiento diferente respectivamente debido a las cualidades que poseen.

Tabla 32: Prueba de Tukey

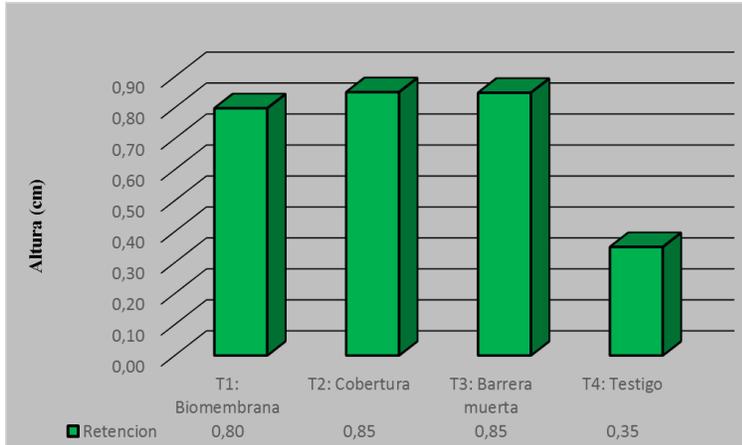
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	48	.5792B	
BARRERA MUERTA	48	.7271	.7271AB
BIOMEMBRANA	48		1.0854A
RASTROJO	48		1.1500A
Sig.		.815	.061

Fuente: Resultados de la investigación. (SPSS 19)

La separación de medias, aglutina los tratamientos 1 y 2 en una misma categoría (A), destacándose en esta categoría el tratamiento. En la categoría (AB), se encuentra el tratamiento

3. En la categoría (B) se encuentra el tratamiento 4 el que obtuvo los menores volúmenes de retención de suelo.

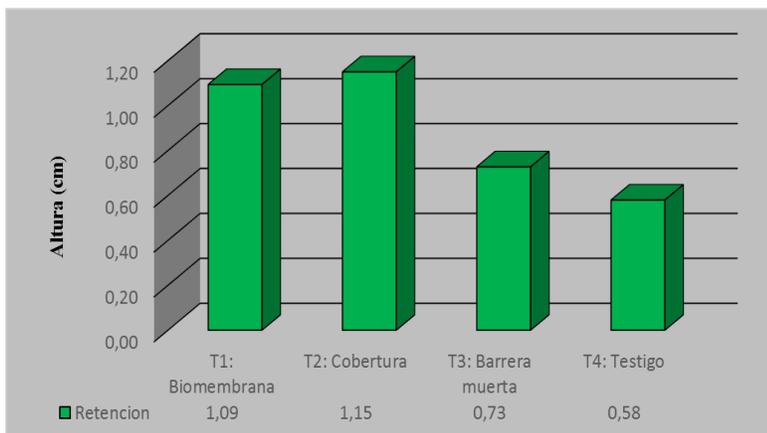
Gráfico 1. Pérdidas o retención de suelo Narciso Moreno



Fuente: Resultados de la investigación

El gráfico 1 muestra que los mejores resultados en el área experimental del productor Narciso Moreno los presentaron el tratamiento 2 (rastrajo) y el 3 (barrera muerta) con una retención de suelo de 0.85 cm, seguido por el tratamiento 3 (biomembrana) con 0.80 cm y por último el tratamiento 4 (testigo).

Gráfico 2. Pérdidas o retención de suelo Noel Moreno



Fuente: Resultados de la investigación

El gráfico 2 muestra que los mejores resultados en el área experimental del productor Noel Moreno los presentó el tratamiento 2 (rastrajo) con una retención de suelo de 1.15 cm, seguido por el tratamiento 3 (biomembrana) con 1.09 cm, en tercer lugar el tratamiento 3 (barrera muerta) con 0.73 cm y por último el tratamiento 4 (testigo) con 0.80 cm.

La obtención de la retención de suelo en toneladas por hectárea (Ton/ha) se obtuvo mediante el siguiente método:

- 1) Formula de roldanas $R = A * Dap * H$
- 2) El resultado es en Kg y este se divide entre 1000kg que tiene la tonelada.
- 3) Luego este resultado se multiplica por 10,000 m² que tiene la hectárea y se divide entre A.

Donde:

A= área.

Dap= densidad aparente del suelo.

H= altura del suelo

Tabla 33. Retención de suelo Ton/ha

Tratamiento	Resultados	
	Narciso Moreno	Noel Moreno
T1: Biomembrana	105.42 Ton/ha	145.83 Ton/ha
T2: Rastrajo	111.74 Ton/ha	154.04 Ton/ha
T3: Barrera muerta	111.74 Ton/ha	97.22 Ton/ha
T4: Testigo	46.08 Ton/ha	77.25 Ton/ha

Fuente: Resultados de la investigación

En ambas áreas experimentales el tratamiento 2 (rastrajo) fue quien presentó los mejores resultados y en el caso del tratamiento 4 (testigo) fue que el tratamiento con menor retención debido a que este no posee algún tipo de obra que pueda contrarrestar efectos erosivos.

Además al comparar el mismo tratamiento en cada área de los productores se puede observar que hubo mejores resultados en tres de los cuatro tratamientos en el caso de la parcela del productor Noel Moreno debido a que posee una textura franco arcillo-arenosa y una pendiente leve con un valor de 2.6 % mientras que el productor Narciso Moreno posee una textura franco arenosa y una pendiente más inclinada con un valor de 11.09 %.

La retención de suelo en las áreas de producción es de gran importancia tanto ambiental, social y económica debido a que el suelo es un cuerpo natural, distribuido como un continuo en el paisaje con variaciones determinadas por las condiciones climáticas del sitio, el drenaje, la historia geomorfológica y el uso de la tierra; por ende, los suelos no son uniformes, sino más bien presentan una gran variación en el paisaje.

Cabe señalar que en el cuerpo mismo del suelo se producen una serie de transformaciones que involucran la presencia de microorganismos, agua, raíces, intercambio de gases, descomposición y neoformaciones, entre muchos otros procesos, además suelos son el sostén de la vida humana donde año tras año la degradación y pérdidas del suelo provocan repercusiones en el mantenimiento de la biodiversidad, la producción agrícola, la mitigación de la pobreza y la seguridad alimentaria.

9.1.2. Situación de recursos hídricos

9.1.2.1. Diversidad de recursos hídricos

En la tabla 34, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 34. Diversidad de recursos hídricos según productor

Fuentes de agua	Narciso Moreno	Noel Moreno
Lagunas	X	X
Ríos	-	-
Riachuelo	-	-
Quebrada	X	X

Ojo de agua	-	X
Pozos	X	X
Total	3	4

Fuente: Resultados de la investigación

La tabla 34 muestra la diversidad de recursos hídricos que poseen los productores donde ambos cuentan con pozos, ojos de agua, quebradas y la laguna.

De los pozos y ojos de agua ambos productores utilizan sus aguas para tomar y realizar sus quehaceres domésticos a excepción de Noel Moreno quien no utiliza el agua de pozo para tomar sino solamente la del ojo de agua, la quebrada les favorece para la pesca la cual se llena de peces pero que solo hace presencia para la estación lluviosa permaneciendo seca en época de verano y por último la laguna la cual es una de las principales fuentes económicas de los productores quienes la utilizan para irrigar sus cultivos, suministro de agua para el ganado bovino, pesca y el turismo.

En si la situación de los recursos hídricos de la zona se relaciona con diferentes parámetros como profundidad de suelo en lo que respecta a cuanta cantidad de agua necesita la planta y la cantidad de agua que esta pueda retener, también según el tipo de textura, la pendiente es el factor importante debido a que a mayor pendiente, mayor será la escorrentía superficial que se producirá, más tratándose de suelos sin cobertura, debido al manejo que se le da en la zona de estudio. Las pendientes mayores a 4% provocan que se den mayores pérdidas de suelo por arrastre o erosión sobre todo la laminar y por surcos.

Las escorrentías al arrastrar las fracciones más finas de suelo, llevan consigo una gran cantidad de nutrientes que luego provocan la eutrofización de la laguna, con la consecuente pérdida de calidad y de valor paisajístico.

Este parámetro es uno de los más importantes según los productores ya que esta es una zona seca, el recurso del agua es vital para los productores en diferentes aspectos, es por ello que

tratan de no deforestar en zonas aledañas a la laguna, evitan la contaminación de esta al gestionar adecuadamente los envases de productos agrícolas que puedan contaminar esta laguna.

9.1.2.2. Incremento de caudales

Este parámetro no pudo ser evaluado debido a que la fase de campo de la investigación se realizó mayoritariamente en época de verano y en los meses de la estación lluviosa las precipitaciones fueron escasas.

9.1.2.3. Calidad de agua

En la tabla 35, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 35. Calidad de agua

Parámetro	Resultados		Valores máximos admisibles CAPRE
	Narciso Moreno	Noel Moreno	
Turbidez	37,20 UNT	31,80 UNT	5,00 UNT
Color verdadero	35,0 mg/l	35,0 mg/l	15,00 mg/l
Potasio	11,32 mg/l	10,96 mg/l	10,00 mg/l
Hierro total	2,30 mg/l	2,10 mg/l	0,30 mg/l
Fluoruros	0,39 mg/l	0,39 mg/l	0,7-1,5 mg/l

Fuente: CIRA (2015)

La tabla 35 muestra la calidad de agua de la laguna en ambos sectores de los productores presentándose los parámetros que no están dentro de los valores máximos admisibles según CAPRE indicando que este recurso hídrico no es recomendable para consumo humano. El principal impacto es meramente estético debido que a nadie le agrada consumir agua de aspecto sucio como es en el caso del exceso de turbidez y color verdadero donde el agua deja de ser incolora.

El agua de la laguna no es recomendable para consumo humano por las siguientes razones:

- El exceso de potasio causa hiperpotasemia.
- El exceso de hierro puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable, el agua contaminada con hierro usualmente contiene bacterias de hierro, donde estas bacterias se alimentan de los minerales que hay en el agua no causan problemas de salud, pero sí forman una baba rojiza-café (hierro) causando manchas rojizas o cafés en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto.
- El exceso de fluoruro afecta al esmalte y provoca manchas en los dientes.

El exceso de nutrientes contribuye a la salinidad y a la eutrofización causando el crecimiento de plantas en la laguna, las cuales al terminar su ciclo de vida se descomponen llenando el agua de malos olores y dándole un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad.

Todos estos problemas se deben a la presencia de partículas sólidas en suspensión, contaminación, uso de fertilizantes inorgánicos y orgánicos, estiércol, uso de herbicidas y plaguicidas que contienen nitratos y el arrastre de los nutrientes a causa de la erosión.

Las aguas de la laguna pueden ser utilizadas para la recreación y balneario debido a que en el anexo 8 se muestra que el resto de los parámetros físicos químicos y biológicos de la laguna se encuentran dentro de los valores máximos admisibles según CAPRE para ambos productores por lo que no se tendrá ningún problema de salud y más aún causado por bacterias como *Escherichia coli*.

9.1.3. Situación climatológica

9.1.3.1. Clima

9.1.3.1.1. Temperatura

En la tabla 36, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 36. Temperatura media mensual en °C

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
23.6	24.3	25.2	26.1	26.2	25.3	24.8	25.0	24.7	24.6	24.0	23.6	24.8

Fuente: Resultados procesados con BioClim-FAO, según Balmaceda y Fargas (2013)

En la tabla 36 se muestran los datos de las temperaturas mensuales y la media obtenidos en las áreas de los dos productores. En ambas parcelas se presentan valores similares debido a que son de zonas semejantes.

En cultivo de chile (*Capsicum annum L*) requiere una temperatura de 24 °C según SAGARPA (2013). SAGARPA (2013), señala que para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*) se requiere de una temperatura de 27 °C indicando que el área de estudio de Narciso Moreno no está en rango óptimo para este cultivo.

La temperatura juega un papel importante en los cultivos debido a que de ella depende sus procesos de evapotranspiración, estrés hídrico y presencia de algunas enfermedades donde al haber mayor temperatura las plantas tienden a perder agua de su cuerpo a través de los estomas y si la planta no recupera su nivel de agua esta tiende a entrar en estado de estrés hídrico e incluso a morir, además si se da la presencia de precipitaciones y las temperaturas son altas esto crea condiciones favorables para enfermedades fungosas y bacterianas en los cultivos.

9.1.3.1.2. Altitud

Las altitudes de las parcelas de los productores se obtuvieron a través de GPS. Marca Garmin Modelo Map60.

Los datos obtenidos en las áreas de los dos productores presentan valores similares debido a que son de zonas semejantes. La parcela del productor Narciso Moreno presentó una altitud de 425 msnm y en la parcela de Noel Moreno 447 msnm.

En cultivo de chile (*Capsicum annuum l*) requiere una altitud de 0-2000 msnm según SAGARPA (2013), en ambas áreas de estudio este indicador es apto para establecer este cultivo. Además SAGARPA (2013), afirma que para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera l*) se requiere de una altitud de 0-1300 msnm indicando que el área de estudio de Narciso Moreno está en rango óptimo.

La altitud se relaciona con muchos de los factores climáticos, en el caso de la temperatura a mayor altitud en una zona, menor será la temperatura y viceversa, con la velocidad de viento esta será mayor a una altitud mayor y viceversa, la humedad relativa será mayor a una mayor altitud así como las pérdidas de suelo por causa de la erosión.

9.1.3.1.3. Precipitación

En la tabla 37, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 37. Precipitación anual mensual

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1	0	0	3	71	114	24.8	71	223	198	53	3	787

Fuente: Resultados procesados con BioClim-FAO, según Balmaceda y Fargas (2013)

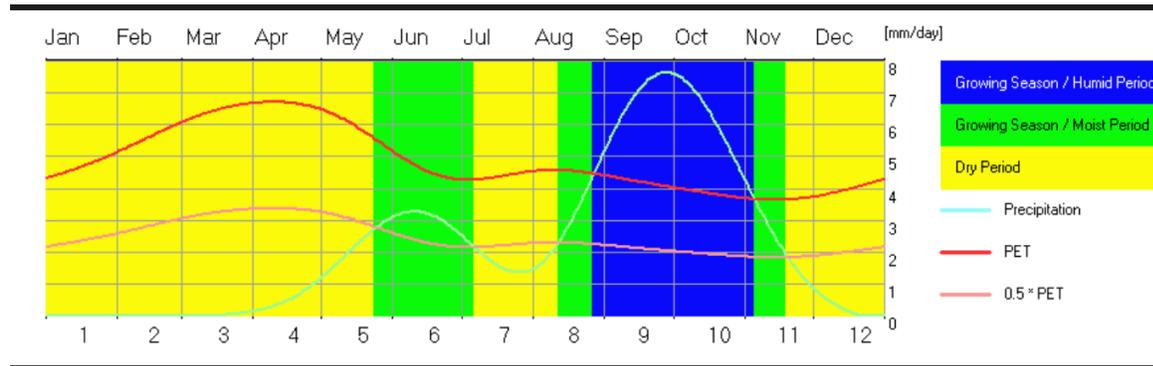
En la tabla 37 se muestran los datos de las precipitaciones mensuales y la anual obtenidas en las áreas de los dos productores donde ambos presentan valores similares debido a que son de zonas semejantes, donde ambas parcelas de los productores Narciso Moreno y Noel Moreno presentan una precipitación anual de 787 mm.

En cultivo de chile (*Capsicum annuum L*) requiere una precipitación de 600 a 1250 mm según SAGARPA (2013), por lo que la zona es apta para establecer este cultivo SAGARPA (2013), afirma que para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*) se requiere de una precipitación de 1300 a 2300 mm indicando que el área de estudio de Narciso Moreno no está en rango óptimo más sin embargo esto no representa problema alguno, debido a que el cultivo es irrigado.

La precipitación es vital para los cultivos reduciendo que estos entren en estrés hídrico y favorece a la capacidad de recarga hídrica de la laguna, pero el exceso de precipitaciones puede ser una principal condición para la presencia de enfermedades en los cultivos, translocación de nutrientes y erosión de los suelos.

9.1.3.1.4. Evapotranspiración

Figura 2. Balance de precipitación y evapotranspiración de las áreas de estudio



Fuente: Resultados procesados con BioClim-FAO, según Balmaceda y Fargas (2013)

La figura 2, muestra que en los meses de noviembre a mayo la evapotranspiración es mayor que las precipitaciones de las áreas de estudio conllevando a tener problemas de nivel hídrico en sus cultivos donde lo más adecuado para controlar este problema es a través de la implementación de un sistema de riego más eficiente que el que poseen actualmente.

Las precipitaciones son mayores que la evapotranspiración en dos periodos que van desde el final de mayo hasta el inicio de julio y de agosto hasta inicio de noviembre donde nivel hídrico no es problema para los cultivos manteniendo sus niveles de agua gracias a las precipitaciones y de este modo los productores no necesitan utilizar sistemas de riego además cabe incluir que de finales de agosto hasta la primera semana de noviembre las precipitaciones son más intensas en las zonas de estudio y se debe de realizar un buen sistema de drenaje.

9.1.3.1.5. Humedad relativa

Según INETER (2008), citado por Oviedo y Treminio (2008), afirma que la humedad relativa de Ciudad Darío es de 73 % indicando que esta es la misma humedad relativa que poseen las áreas de estudio al ser comunidades de este municipio.

El cultivo de chile (*Capsicum annum L*) requiere una humedad relativa entre 55 y 90 % según SAGARPA (2013), donde los resultados obtenidos son aptos para establecer este cultivo en ambas áreas de estudio. SAGARPA (2013), indica que para establecer el cultivo de coco (*Cocos nucifera L*) se requiere una humedad relativa de 80 a 90 % esto podría afectar al cultivo debido a que si la humedad relativa es más baja que la que este requiere, el aire recibirá más vapor de agua con facilidad la cual obtendrá de las plantas elevando su tasa de evapotranspiración afectando su desarrollo, crecimiento y producción. Para el caso del productor Narciso Moreno no representa problema alguno debido a que irriga su cultivo frecuentemente con un sistema de riego superficial del tipo inundación además cuenta con un sistema agroforestal el cual le provee un microclima que mejora la humedad presente en el aire.

9.1.3.1.6. Velocidad de viento

En la tabla 38, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 38. Velocidad de viento media mensual

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
10.8	11.52	12.6	11.52	9	6.48	7.92	7.2	6.12	4.32	5.76	9	8.52

Fuente: Resultados procesados con BioClim-FAO, según Balmaceda y Fargas (2013)

En la tabla 38 se muestran los datos de las velocidades de viento mensuales y media obtenidas en las áreas de los dos productores donde ambos productores presentan valores similares debido a que son de zonas semejantes, donde ambas parcelas de los productores Narciso Moreno y Noel Moreno presentan una velocidad de viento de 8.52 km/h.

Ambos productores presentan velocidades de viento mayores a los 6 km/h lo cual indica que podría ocasionarles daños mecánicos en la parte aérea de los cultivos, con rotura de ramas y pérdidas del área foliar e incluso derribos por arranque del tallo así como caída de los frutos y acame, también influye en la transpiración de la planta la cual a mayor presencia de fuertes vientos mayor será su transpiración llevando a la planta a un estrés hídrico además de la presencia de procesos de erosión eólica donde lo más recomendable es implementar cortinas rompevientos para evitar los problemas mencionados.

9.1.3.1.7. Horas luz

En la tabla 39, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 39. Horas luz media mensual

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
11:27	11:42	12:02	12:23	12:41	12:49	12:45	12:30	12:11	11:50	11:31	11:22	12:06

Fuente: Resultados procesados con BioClim-FAO, según Balmaceda y Fargas (2013)

En la tabla 39 se muestran los datos de las horas luz mensuales y media obtenidas en las áreas de los dos productores donde ambos presentan valores similares debido a que son de zonas semejantes, donde ambas parcelas de los productores Narciso Moreno y Noel Moreno presentan 12:06 horas luz.

Las horas luz tienen una relación muy estrecha con las precipitaciones de las áreas de estudio debido a que ambas son recíprocamente inversas. En los meses que presentan una cantidad de horas luz alta estos presentan poca o ninguna precipitación como lo es en el mes de abril y sucediendo un caso contrario en el mes de septiembre.

Es de gran importancia la duración de la luz solar para los cultivos debido a que su presencia en ellos influye en su proceso fotosintético donde la radiación solar es absorbida a través de la hojas y luego se mezcla con el dióxido de carbono y el agua dando como resultados la formación de azúcares que serán utilizados para su óptimo crecimiento y desarrollo.

9.1.3.1.8. Capacidad de carga hídrica

La laguna de Moyúa cuenta con una superficie de espejo de agua de 552 hectáreas según Montenegro (2012), esta obtiene sus niveles de agua a través de las precipitaciones de los meses lluviosos los cuales depositan sus aguas en la laguna directamente en forma de lluvia, vía superficial por escorrentías y a través de quebradas así como vía subterránea.

Actualmente el nivel de agua de la laguna ha disminuido a causa de las altas temperaturas, también cabe incluir que otra de las causas de la pérdida del nivel hídrico se da a causa de los pobladores quienes han talado muchos árboles de la zona y del uso de riego en sus cultivos donde utilizan bombas para extraer agua de la laguna.

Cabe señalar que el tipo de textura y la topografía del terreno son parte fundamental para la recarga hídrica de la laguna donde en la mayor parte de los suelos predomina un alto porcentaje de arena lo cual indica que posee poca retención de agua y esta abastece a la laguna vía subterránea además la topografía de los terrenos posee diferentes tipos de inclinaciones donde el agua de lluvia llega superficialmente a la laguna por escorrentía.

9.2. Prácticas agronómicas y culturales

9.2.1. Prácticas agronómicas

En la tabla 40, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 40. Prácticas agronómicas según productor

Prácticas agronómicas	Narciso Moreno	Noel Moreno
Sistemas agroforestales	X	X
Sistemas silvopastoriles	X	X
Sistemas agrosilvopastoriles	X	X
Riego eficiente	-	-
Diques	X	-

Barreras vivas	X	-
Barreras muertas	X	-
Cultivos en curvas a nivel	X	X
Cultivos en callejones o franjas	-	-
Cultivos de cobertura o abonos verdes	-	-
Cortinas rompevientos	X	-
Terrazas individuales	X	X
Terrazas continuas angostas	-	-
Terrazas continuas anchas	X	-
Abonamiento orgánico	-	X
Uso racional de fertilizantes	-	-
Drenaje agrícola	X	X
Acequias	-	-
Reforestación	-	-
Asociación de cultivos	X	X
Rotación de cultivos	X	X
Zanjas a nivel	-	-
Zanjas a desnivel	-	-
Ollas o presas de captación de agua	X	-
Total	14	9

Fuente: Resultados de la investigación

La tabla 40 muestra las prácticas agronómicas empleadas y no empleadas por los productores. Ambos productores implementan un total de 15 prácticas agronómicas donde el más destacado es el productor Narciso Moreno, quien cuenta con 14 tipos de prácticas mientras que Noel Moreno solamente implementa 9 tipos de prácticas.

Las prácticas agronómicas que ambos implementan en sus áreas de producción son:

1. Sistemas agroforestales: esta práctica es implementada por los productores con especies como lo son Guanacaste, mango, coco y cítricos donde obtiene beneficios como son

retención de suelo, contribución de la humedad del suelo, aporte de materia orgánica al suelo, formación de microclima así como como la obtención de madera y frutos.

2. Sistemas silvopastoriles: Esta práctica está representada por la combinación de árboles dispersos en potreros como cercas o árboles en línea. Aunque los arboles no necesariamente tienen propósitos forrajeros, en el caso de los sistemas encontrados.
3. Sistemas agrosilvopastoriles: En esta práctica es implementada por los productores con especies cítricas como el limón (*Citrus limón*) y otras especies como el mango (*Mangifera indica* L), establecidos para especies de sombra y para consumo y producción de los productores así como de especies de árboles para el consumo del ganado bovino.
4. Cultivos en curvas a nivel: ellos hacen uso de esta práctica sembrando en contra de la pendiente para que los cultivos se opongan al paso de agua disminuyendo su velocidad y de este modo evitar el arrastre del suelo y sus nutrientes.
5. Terrazas individuales: ellos usan esta práctica en áreas donde el suelo presenta cierta inclinación, estas la realizan con el fin de evitar pérdidas de suelo por erosión así como para el aprovechamiento de espacio en sus terrenos estableciendo cítricos y frutales donde se ha implementado esta práctica.
6. Drenaje agrícola: esta práctica la realizan en sus áreas productivas con el fin de eliminar el exceso de agua de la época lluviosa y evitar de esta manera problemas de enfermedades en sus cultivos como problemas de arrastre de suelo.
7. Asociación de cultivos: la realizan en sus áreas de producción asociando maíz y frijol este tipo de práctica trae beneficios como diversificación de la producción y el beneficio entre ambos cultivos evitando la presencia de plagas, además el productor Narciso Moreno también posee un asocio de cítricos y mangos los cuales le dan buenos rendimientos productivos.
8. Rotación de cultivos: esta práctica la realizan en sus parcelas utilizando cultivos como son maíz, frijol, sorgo, pipián y tomate donde el beneficio que tiene esta práctica radica en que rompe el ciclo de vida de las plagas y se evita el monocultivismo.

Las prácticas que se encontraron solamente en la parcela del productor Narciso Moreno son:

1. Diques: el productor hace uso de esta práctica para evitar el arrastre del suelo por erosión por cárcavas en su área de producción, estos diques los elabora con las piedras y rocas que hay en su parcela.
2. Barreras vivas: esta práctica la implementa en su área productiva utilizando especies como madero negro y eucalipto, estas las tiene establecidas en la parte inferior de la parcela en contra de la pendiente con el fin de evitar pérdidas de suelo por arrastre del agua.
3. Barreras muertas: el productor implementa esta práctica para evitar de este modo pérdidas de suelo y nutrientes por erosión hídrica donde este suelo retenido en la parte superior de la barrera puede ser aprovechado para establecer cultivos, estas barreras las elabora con materiales que hay dentro de su área de producción como lo son rocas y piedras.
4. Cortinas rompevientos: esta práctica la utiliza en su área de producción con el objetivo de evitar problemas de erosión eólica como hídrica por la retención de suelo que hacen las raíces, además le sirven para evitar daños mecánicos en sus cultivos al momento de establecerlos así como evitar la presencia de plagas, las especies de las que hace uso el productor son eucalipto, madero negro e inclusive Taiwán.
5. Terrazas continuas anchas: esta práctica la utiliza para evitar que el suelo se arrastrado de la parte alta a la parte baja de su parcela, en este caso implementa terrazas con el fin de evitar que el suelo que hay donde está establecido su hogar y el que está a los límites de la laguna sea arrastrado hasta ella por lo que elabora terrazas en el contorno tanto de su hogar como de la laguna.
6. Ollas o presas de captación de agua: esta práctica la utiliza para cosechar agua de lluvia de la época de invierno a través de una pila donde el agua almacenada es para fines de consumo y uso doméstico del hogar en verano.

El productor Noel Moreno, implementa el abonamiento orgánico utilizando estiércol bovino para elaborar abonos sólidos, los cuales aplica en los cultivos que hay en su área de producción. En esta práctica el productor Narciso Moreno aún no ha incursionado a pesar de contar con buen número de reses.

Las prácticas agronómicas que ambos productores no emplean son: riego eficiente, cultivos en callejones o franjas, cultivos de cobertura o abonos verdes, acequias, reforestación, zanjas a nivel y zanjas a desnivel donde cabe señalar que ambos productores no implementan estos tipos de prácticas por falta de conocimiento, mano de obra, recursos económicos, tiempo inclusive miedo a experimentar con estas prácticas.

En cuanto al sistema de riego ellos poseen de tipo de inundación el cual no es eficiente debido a que un sistema de riego es eficiente cuando este suplir las necesidades hídricas del cultivo sin derrochar cantidades de aguas innecesarias y evitando de este modo problemas de erosión.

9.2.2. Prácticas culturales

En la tabla 41, se presentan los resultados encontrados en las 2 áreas de estudio.

Tabla 41. Prácticas culturales según productor

Prácticas culturales	Narciso Moreno	Noel Moreno
Cero labranza	X	X
Labranza mínima	-	X
Uso de rastrojo	X	-
Uso de estiércol	X	X
Época de siembra	X	X
Fases lunares	X	X
Total	5	5

Fuente: Resultados de la investigación

La tabla 41 refleja las prácticas culturales empleadas y no empleadas por los productores. Ambos productores implementan un total de 6 prácticas agronómicas donde ambos se destacan por igual con 5 tipos de prácticas cada uno.

Las prácticas culturales que ambos productores implementan en sus áreas de producción son:

1. Cero labranza: ambos productores utilizan esta práctica la que es implementada en cultivos como maíz, frijol y sorgo, esta práctica evita la remoción del suelo permitiéndole a estar menos expuesto a problemas erosivos.
2. Uso de estiércoles: ambos implementan esta práctica la diferencia radica en la forma de uso, Noel Moreno la usa en sus cultivos dejándolo secar por completo y luego al momento de la siembra hace el agujero y le introduce el estiércol al fondo seguido de una capa de tierra para evitar que este quemé a la planta mientras que Narciso Moreno la usa para en ciertas ocasiones para rellenar los alrededores de su hogar lo cual contribuye a la formación de suelos.
3. Época de siembra: esta práctica ha sido cedida de generación en generación por ambos y que aún no han sido modificadas donde las fechas de siembra son primera a finales de mayo y postrera a mediados de agosto.
4. Fases lunares: ambos productores utilizan esta práctica para establecer sus siembras afirmando ambos que las fases más adecuada para la siembra son luna nueva según Narciso Moreno y Noel Moreno asegurando que en cuarto menguante.

En cuanto a la diferencia de implementación de prácticas agronómicas el productor Narciso Moreno implementa uso de rastros mientras que el productor Noel Moreno implementa labranza mínima en su área de producción la cual no es recomendable para el suelo haciéndolo más susceptible a pérdidas de este recurso por problemas de erosión caso contrario al productor Narciso Moreno quien al implementar uso de rastros protege el suelo de los problemas erosivos, ayuda a conservar su humedad y contribuye a la incorporación de materia orgánica.

9.3. Impacto ambiental

Los productores hacen mención que el ambiente dentro de sus áreas productivas así como de la laguna y sus alrededores ha ido cambiando a través de los años, destacando problemas en sus suelos como presencia de pendientes, erosión, altas pedregosidad y rocosidad, coloración más pálida, mayor compactación. Se presentan problemas de desaparición de algunas quebradas, pero además la pérdida de calidad del agua, afectando su potabilidad al afectar su química, biológica y

parámetros físicos. La presencia de malezas acuáticas en el caso de la laguna, muestra su contaminación con algunos fertilizantes, sobre todo fosforo y nitrógeno. En cuanto al clima este presenta problemas de altas temperaturas, menores humedades relativas, disminución de precipitación, presencia de vientos más cálidos con altas velocidades y una mayor evapotranspiración.

Todo esto se traduce en terrenos con menor fertilidad a causa del arrastre de nutrientes, la compactación por presencia del ganado bovino, menor porosidad, menor profundidad, alta presencia de pedregosidad y rocosidad, menor capacidad de campo y por ende menor capacidad de reserva de agua, menor cantidad de materia orgánica, suelos más ácidos así como poca presencia de fauna en el suelo lo que hace que sus cultivos presenten bajos rendimientos productivos obligando a los productores a utilizar insumos externos para mejorar su producción pero a la misma vez estos deterioran la calidad del recurso edáfico.

El recurso hídrico como es el caso de la laguna la cual es la principal fuente agua de la zona de sus pobladores presenta serios problemas como la pérdida de sus niveles de agua causadas por las altas temperaturas, pocas precipitaciones y la extracción de sus aguas a través de bombas por productores, salinidad, turbidez, poca potabilidad y presencia de malezas como la lechuga y el Jacinto de agua, causada por los nutrientes arrastrados de los suelos y la contaminación los cuales pueden causar efectos muy graves para el consumo humano, agrícola y pecuario, además problemas en el clima este se ha modificado donde actualmente las temperaturas son más elevadas, precipitaciones con periodos cortos y menor cantidad de milímetros de agua, velocidades de vientos fuertes y menor humedad relativa en el ambiente llevando a obtener pérdidas de algunos de sus rubros por estrés hídrico de los cultivos y deshidratamiento de los animales domésticos traduciéndose como egresos para los productores.

Ambos productores están conscientes de que los problemas que se dan actualmente en el ambiente se deben al mal manejo de sus áreas productivas donde se destacan la sobreexplotación, extracción y contaminación de recursos naturales renovables y no renovables.

9.3.1. Bienes y Servicios ecosistémicos

Los productores reciben del ambiente en sus áreas productivas tanto bienes como servicios, entre los servicios se encuentra hábitat para animales silvestres y amenidades. Los cuales son aprovechados para su beneficio propio.

Dentro de los bienes que les brinda están los alimentos, la madera, la leña, animales, pieles y medicinas, oxígeno, suelo, agua y amenidades como recreatividad y turismo donde estos bienes y servicios satisfacen muchas de sus necesidades y son de vital importancia para ellos.

Otros de los servicios ecosistémicos que el ambiente les privilegia a los productores es la presencia de microclimas, control de la erosión del suelo, aporte de materia orgánica y el ciclaje de nutrientes necesarios para el mejoramiento de sus suelos y a la vez para un mejor crecimiento y desarrollo de sus cultivos.

Sin embargo los productores afirman recibir menos bienes y servicios por parte del ecosistema donde ellos mismos están conscientes que esto se debe a la forma de manejar sus áreas productivas.

9.3.2. Biodiversidad

En este parámetro se abordó la flora y fauna presente en toda el área productiva de ambos productores.

La flora se refiere a todas las especies vegetales que hay en el ambiente de la cual se clasificó de la siguiente manera:

Tabla 42. Flora presente en las áreas de producción de los dos productores

Clasificación	Especies
Forestales	Roble (<i>Quercus robur L</i>), gabilán, Cenizaro (<i>Samanea saman</i>),

	Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>), guasimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>), ceiba (<i>Ceiba pentandra. L.</i>), nascolo (<i>Nsp</i>), chapochil (<i>Nsp</i>), chaperno (<i>Nsp</i>).
Medicinales	Quinaroja, marango (<i>Moringa oleífera</i>), limonaria (<i>Murraya paniculata</i>) y eucalipto (<i>Eucalyptus sp. Div</i>).
Frutales	Mango (<i>Mangifera indica L</i>), guayaba (<i>Psidium guajava L</i>), jocote (<i>Spondias</i>),
Ornamentales	Flor de avispa (<i>Hibiscus</i>), pastora (<i>Euphorbia pulcherrima</i>), trinitaria (<i>Bougainvillea sp.</i>) y muchas especies de orquídeas.
Otros usos	Jiñocuabo (<i>Bursera simarouba</i>) , machetito (<i>Nsp</i>), espadilla (<i>Gladiolus spp</i>), neem (<i>Azadirachta indica</i>) y madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)

Fuente: Resultados de la investigación

La tabla 42 muestra la diversidad de flora que el ambiente les brinda a ambos productores los cuales les privilegia muchos beneficios tales como alimentación por parte de las especies frutales, leña y madera de las especies forestales, tratamientos para aliviar algunas enfermedades en el caso de las medicinales, embellecimiento de su hogar por parte de las ornamentales y obtención de postes de especies como el jiñocuabo, machetito, espadilla y control de plagas en el caso del neem y madero negro.

Los productores no aprovechan todos los beneficios que la flora les ofrece como en el caso del productor Narciso Moreno quien cuenta con ¼ mz de mango rosa donde el excedente de ellos se pierde por no tener un mercado definido para estos productos, en el caso de las plantas ornamentales ambos productores presentan en sus áreas de producción muchas especies de orquídeas (identificados por los comunitarios como toritos o vaquitas), las cuales podrían generarles ingresos por sus venta a los turistas que los visitan. Cabe aclarar que para este fin ellos deberían capacitarse en su reproducción y no extraerlas del bosque, a fin de no ocasionar daños a la biodiversidad.

Es de suma importancia resaltar que la flora contribuye en el mejoramiento del clima a través de la formación de microclimas así como contribuyen a la formación de suelo y son el hogar y fuente de alimentación de muchas especies de animales, pero esto tiende a reducirse a causa del despale y la quema por algunos productores y pobladores de la zona quienes, además por no practicar la reforestación esto tiende a acabar con estas especies.

La fauna se refiere a todas las especies animales que hay en el ambiente de la cual se clasificó de la siguiente manera:

Tabla 43. Fauna silvestre presente en las áreas de producción de los dos productores

Clasificación	Especies
Mamíferos	Zorro cola pelada (<i>Didelphis marsupialis</i>), mapache (<i>Macropus rufus</i>), murciélago (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>), ardilla (<i>Sciurus vulgaris</i>), perico lento (<i>Nsenc</i>), guardatinaja (<i>Didelphidae zariguellas</i>), guatusa (<i>Dasyprocta punctata</i>), venado (<i>Guettarda Comata</i>), pizote (<i>Nasua Narica</i>), perezoso (<i>Bradypus variegatu</i>), conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>), cusuco (<i>Dasyopus novemincinctus</i>).
Aves	Garza (<i>Mesophoyx intermedia</i>), gaviota (<i>Laridae</i>), gallito de playa (<i>Nsenc</i>), lavandera (<i>Nsenc</i>), golondrina (<i>Tersina viridis</i>), gavilán (<i>Accipiter nisus</i>), pato chanco (<i>Phalacrocorax Brasilianus</i>), alma de perro (<i>Geococcyx californianus</i>), urraca (<i>Corvus Corax</i>), guis (<i>Pitangus sulphuratus</i>) guacatolda (<i>Nsenc</i>), chichiltote (<i>Oropéndola Moctezuma</i>), paloma azul (<i>Columba livia</i>), tordo (<i>Molothrus bonariensis</i>), perico (<i>Melopsittacus undulatus</i>), lora (<i>Poicephalus rueppellii</i>) y chachalaca (<i>Ortalis canicollis</i>)
Reptiles	Serpientes (<i>Atractus crassicaudatus</i>), tortugas (<i>Chelonoidis chilensis</i>), lagartijas (<i>Psammodromus hispanicus</i>), iguana (<i>Conolophus subcristatus</i>).
Peces	Mojarra (<i>Diplodus vulgaris</i>), sardina (<i>Sardina pilchardus</i>), guapote (<i>Parachromis managuensis</i>), chulin (<i>Rhamdia guatemalensis</i>) y anguilla

	(<i>Anguilla anguilla</i>)
Anfibios	Rana (<i>Pelophylax perezii</i>) y sapo (<i>Bufo bufo</i>).
Moluscos	Caracoles (<i>Helix aspersa</i>).
Crustáceos	Cangrejos (<i>Liocarcinus marmoreus</i>)

Fuente: Resultados de la investigación

La tabla 43 refleja la diversidad de fauna existente en las áreas de producción de los productores y partes aledañas las cuales les brinda muchos beneficios como alimentos, pieles, comercio y mascotas.

La fauna entre otros beneficios aporta beneficios al ambiente donde muchas especies de animales son aportadores de materia y degradadores de materia orgánica la cual mejora la calidad de suelo aportando a la misma vez nutrientes a la planta, además hay especies de animales quienes forman una simbiosis con las plantas como es el caso de lombrices.

Según los productores Narciso Moreno y Noel Moreno la pesca es una de las principales fuentes de ingresos de muchas de las personas en Moyúa la cual se ha vuelto una costumbre y la principal causa de la disminución y desaparición de muchas especies de peces así como de muchos mamíferos y aves.

En resumen la principal razón de la disminución de la flora y la fauna es el hombre ya que en ocasiones algunos productores y pobladores de las áreas de estudio y sus alrededores tiende a eliminar especies vegetales y animales no por satisfacer una necesidad sino por falta de conciencia ambientalista donde ambos productores afirman que muchas de las especies de animales mencionados han disminuido en cantidad e incluso en presencia.

X. CONCLUSIONES

Se acepta parcialmente la hipótesis general debido a que los sistemas productivos agrícolas bajo algunas prácticas agronómicas y culturales implementadas por los productores son beneficiosas para los suelos, la producción rentable de sus rubros y el medio ambiente en las microcuencas Moyúa, Tecomapa y Playitas, Ciudad Darío, Matagalpa.

Se acepta parcialmente la hipótesis 1 debido a que el estado del capital natural que poseen las unidades de producción agrícola se encuentran en estado de degradación como es en el caso de los suelos que poseen una profundidad desfavorable a causa de procesos erosivos, materia orgánica muy desfavorable en el caso del productor Noel Moreno, bajos niveles de fertilidad en elementos como son el fósforo, zinc, nitrógeno y potasio (los dos últimos solo en la parcela de Noel Moreno) causados por el arrastre de nutrientes hacia la laguna. En el caso del agua algunas fuentes como quebradas y riachuelos solo se presentan en época de invierno y otras ya han desaparecido, además la contaminación de la laguna causada por excesos de algunos parámetros como son turbidez, color verdadero, potasio, hierro total y fluoruro impidiendo su uso para consumo humano. Por último el clima con temperaturas más altas, menos meses de precipitaciones, menor humedad relativa, velocidades de vientos fuertes causados por las quemas y talas de árboles así como por la contaminación.

Se acepta la hipótesis 2 debido a que las prácticas agronómicas y culturales sostenibles que los productores dispensan en sus cultivos son curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, uso de abono orgánico y drenaje a excepción del sistema de riego el cual no es eficiente, también cabe señalar que otras de las prácticas agronómicas y culturales que ellos dispensan en sus áreas de productivas son: sistemas agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles, diques, cortinas rompevientos, terrazas individuales, terrazas continuas anchas, rotación y asociación de cultivos, ollas o presas de captación de agua, cero labranza, labranza mínima, uso de rastrojo, uso de estiércol, época de siembra y fases lunares.

Se acepta la hipótesis 3 debido a que el manejo brindado por los productores ocasiona degradación ambiental en las unidades productivas agrícolas traduciéndose en: Terrenos con menor fertilidad y de poca producción, compactación, menor porosidad, menor profundidad, alta presencia de pedregosidad y rocosidad, menor capacidad de campo y por ende menor capacidad de reserva de agua, menor cantidad de materia orgánica, acidez así como poca presencia de fauna en el suelo. Pérdida de los niveles de agua, salinidad, turbidez, poca potabilidad y presencia de malezas en sus fuentes hídricas. El clima presenta problemas de altas temperaturas, menores humedades relativas, disminución de precipitación, presencia de vientos más cálidos con altas velocidades y una mayor evapotranspiración.

XI. RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar un plan de fertilización basado en los resultados de análisis para aplicar los nutrientes que se presentan en bajos niveles en las áreas productivas.
- ✓ Que ambos productores realicen más prácticas agronómicas y culturales para garantizar la conservación de suelo y agua en sus áreas productivas y evitar el arrastre de nutrientes de las áreas productivas hacia las partes bajas y la laguna.
- ✓ Dar mantenimiento a las obras de conservación de suelo y agua establecidos para maximizar su vida útil.
- ✓ Motivar a los demás productores a experimentar el uso de prácticas de conservación de suelos y agua en sus áreas productivas a través de ejemplos de acción participación elaborados con los productores Narciso Moreno y Noel Moreno.
- ✓ Incentivar a productores y pobladores a realizar campañas de limpieza y reforestación en la zona para mejorar el ambiente.
- ✓ No utilizar el agua de la laguna para consumo humano u domestico para evitar intoxicaciones u cualquier otro tipo de reacción en el organismo de los habitantes de la zona.
- ✓ Elaborar reservorios para cosechar agua de lluvia destinada para el uso humano y si es posible para uso animal y vegetal.
- ✓ Implementar sistemas de riego más eficientes para ahorrar agua, dinero y evitar pérdidas de suelo por erosión.

XII. BIBLIOGRAFIA

Almada, A (1999). Calendario hortícola. Revista.

Alonso, S, Alcázar, M, Cermeño, F y Barbero, F (2011). Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos. Revista.

Apollin, F y Eberhart, C (1999). Análisis y Diagnóstico de los Sistemas de Producción en el Medio Rural Guía Metodológica. CAMAREN, Quito-Ecuador.

Arceda, E y Salmerón, G (2013). Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media, Río Cállico, San Dionisio. UNAN Managua.

Consultado: 05 / 09 / 2014.

Balmaceda, V y Fargas, M (2013). Caracterización agrosocioeconómica de las unidades de producción de la Microcuenca de Moyúa, Ciudad Darío, Matagalpa. UNAN Managua.

Consultado: 02 / 06 / 2014.

Barrios, C, Torres, R, Lampoglia, T y Agüero, R (2009). Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

Basán, M (2008). Curso de afluentes de corrientes de agua.

Betanco, D (2011). Manejo y conservación de los recursos naturales. Primera edición. Universidad en el Campo.

Blanco, R (2000). Propuesta metodológica para la aplicación del análisis de las propiedades físicas edáficas a la evaluación del suelo para usos ganaderos. Departamento de Geografía Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Málaga.

CATIE (1985). Conservación de suelos. Curso de capacitación.

CEMEDE (2010). Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de costa rica y recomendaciones para su utilización.

CIRA (2015). Resultados de análisis de agua Moyúa ciudad Darío, Matagalpa..

Cock, J, Álvarez, D y Estrada, M (2010). Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Cali, Colombia. Versión 2.

Comisión Nacional Forestal (2010), Prácticas de reforestación. Manual básico Primera edición, Mexico.

Chavarría, F (2011). Edafología 1. Primera edición. Universidad en el Campo.

Cruz, V, Gallego, E y González, L (2009). Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Dixon, J, Gulliver, A y Gibbon, D (2001). Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza; cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. Roma, Italia.

FAO (2000). Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo.

FAO (2005). Género y sistemas de producción campesina: lecciones de Nicaragua.

FCV-UNNE (2011). Introducción a la Producción Animal.

FENACOOOP (2013). Manual práctico sobre conservación de suelo-parte II

Fernández, D, Martínez, M y Ramírez, M (2009). Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua.

FHIA (2011). Guía sobre prácticas de conservación de suelos. Lima, Cortés, honduras. Segunda edición.

FONAG (2010). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana; Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos.

García, M, Puppo, L, Hayashi, R y Morales, P (2012). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo.

Gallego, J (2011). Biodiversidad. Primera edición. Universidad en el Campo.

Garreaud, R y Meruane, C (2005). Instrumentos meteorológicos y humedad atmosférica. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Golberg, A (2010). El viento y la vida de las plantas. Revista.

Google Earth (2014).

González, J (2011). Ecología. Primera edición. Universidad en el campo.

Halley, R. (1990). Manual de Agricultura y Ganadería. Primera edición, México, D.F. México.

IBALPE (2002). Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas De La Granja Integral Autosuficiente. Bogotá, Colombia.

ICPROC (1998). Manejo y conservación de suelos.

Instituto Para el Desarrollo y la Democracia (IPADE) primera edición marzo (2009), Programa de desarrollo de sistemas agroforestales y silvopastoriles. Municipio de El Rama RAAS.

INTA (2010). Valoración de Servicios Ecosistémicos, Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires, Argentina.

Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS MEDELLIN.

Larousse (2006). Diccionario enciclopédico. Editorial S.L. Barcelona.

López, R (2002). Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación. Segunda edición. Mérida, Venezuela.

MARENA (2005). Sitios RAMSAR de importancia internacional: Humedales de Nicaragua.

Matey, A y Zeledón, L (2010). Caracterización de la vegetación arbórea asociada al cacao (*Theobroma cacao L*) y en fragmentos boscosos del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009-2010). Consultado: 10 / 11 / 2014.

Matus, O, Faustino, J y Jiménez, F (2007). Metodología para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas. Validación en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.

Melgarejo, M, Hernández, M, Barrera, J y Bardales, X (2004). Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico. Primera edición.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2008). Manual de conservación de suelos. Caracas, Venezuela.

Ministerio de Agricultura (2011). Prácticas de conservación de suelos y agua para la adaptación de los sistemas productivos de secano a la variabilidad climática.

Montenegro, S (2012). Experiencias para la adaptación y reducción de la vulnerabilidad al cambio climático en el sector hídrico: Caso Humedales de Moyúa, Playitas y Tecomapa, Nicaragua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Núñez, J (1998). Fundamentos de edafología. Segunda reimpresión San José, Costa Rica.

Ortega, S. (2002). Escuela de hortelanos urbanos. Revista.

Oviedo, J y Treminio, J (2008). Evaluación agronómica de nueve líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) de riego, en el valle de Sebaco, Matagalpa. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. Consultado: 01 / 06 / 2015.

Parajón, C y Martínez, R (2013). Evaluación de la potencialidad de suelos en sistemas productivos agrícolas, en dos fincas, comunidad El Bálsamo, Matagalpa. UNAN Managua. Consultado: 04 / 06 / 2014.

PASOLAC (2000). Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. 1era edición. San Salvador, El Salvador.

PASOLAC (2005). Manual de método sencillo para estimar erosión hídrica. Documento No.502. Serie técnica 5/2005.

PROMIPAC (2009). Conservación de suelos y agua. El Zamorano, Honduras. 75p.

PROMIPAC (2012). Manual de Riego y Drenaje. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 115p.

Proyecto Jalda (2002). PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS VALIDADAS. Sucre, Bolivia.

Restrepo, J (2004). LA LUNA. El sol nocturno en los trópicos y su influencia en la agricultura. 1era edición Managua, Nicaragua.

Ruiz, R y Oregui, L (2001). El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal. Invest.Agr.:Prod.Sanid.Anim.Vol.16 (1).

SAGARPA (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro técnico núm. 3. Segunda edición.

Salcedo, E, Galvis, A, Hernández, T, Rodríguez, R, Zamora, F, Bugarin, R y Carrillo, R (2007). La humedad aprovechable y su relación con la materia orgánica y superficie específica del suelo. Terra Latinoamericana, vol. 25, núm. 4, Chapingo, México.

Salvatierra, T (2003). Plan de gestión y desarrollo integral en subcuenca las playitas, Moyúa y Tecomapa, de la cuenca del río grande de Matagalpa, municipio de ciudad Darío. UNAN Managua. Consultado: 27 / 05 / 2014.

Secretaria de Estado de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (2001). Normas de calidad del agua y control de descargas. Santo Domingo, República Dominicana.

Serrada, R (2008). Apuntes de Selvicultura.

UNEX (2005). Lección 2. Descripción de perfiles. Información general acerca del suelo. Pedregosidad y afloramientos rocosos. En: Edafología para ciencias ambientales.

Velásquez, F (2008). Caracterización del sistema de producción agrícola de las comunidades de Llano Grande, Agua Zarca y Tamarindo, Pachalum, El Quichè. Universidad de San Carlos de

Guatemala Facultad de Agronomía Instituto de Investigaciones Agronómicas. Consultado: 09 / 06 / 2014.

Villacorta, J (2011). Sistemas agroforestales. Primera edición. Universidad en el campo.

Villavicencio, A y Villablanca, A (2010). Métodos de aforo de caudal. Informativo N° 50.

Anexos

Anexo 1: Encuesta a aplicar a productores (criterios de selección para seleccionar la muestra).

Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo practicas agronómicas y culturales sostenibles en la micro cuenca Moyúa, Matagalpa 2015.

Nombre del productor: _____

Nombre de la finca: _____

Área total: _____

Dirección: _____

Pueblo/comarca: _____

1-Grado de diversidad de 3 a más rubros de la finca.

a) Cultivos anuales _____ Área total _____

Especies _____

b) Cultivos perennes _____ Área total _____

Especies _____

c) Cultivos agroforestales _____ Área total _____

Especies _____

d) Cultivos silvopastoriles _____ Área total _____

Especies _____

e) Especies de ganado mayor _____ Total de especie _____

Área total _____

f) Fertilización/dosis kg/Mz

1-Época y modo de aplicación:

1 _____ 2 _____
3 _____

2-Abonos orgánicos empleados (tipos y cantidad/Mz):

1 _____ 2 _____
3 _____

3-Época y modo de aplicación:

1 _____ 2 _____
3 _____

2-Rendimientos productivos anteriores por rubro.

Rubro	Área/Cantidad	Producción 2011	Producción 2012	Producción 2013

3-Participación en procesos de transferencia de tecnologías agropecuarias

Si	No	Cuales

4-Tipo de pendiente.

Rubro	Área	Porcentaje de pendiente	Rango

5-Utilizacion de los suelos para uso animal o vegetal en los últimos diez años.

Si	No	Historial

Anexo 2: Entrevista a aplicar a los productores (diversidad de recursos hídricos y prácticas agronómicas y culturales que ellos dispensan en sus áreas productivas).

Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo practicas agronómicas y culturales sostenibles en la micro cuenca Moyúa, Matagalpa 2015.

Nombre del productor: _____

Nombre de la finca: _____

Área total: _____

Dirección: _____

Pueblo/comarca: _____

1-Diversidad de recursos hídricos

Fuentes de agua	Si	No	Distancia	Q Est. lluv	Q Est. seca
Laguna					
Ríos					
Riachuelos					
Quebradas					
Ojos de agua					
Pozos					
Otros					

2-Practicas agronómicas y culturales dispensadas por los productores en sus áreas productivas.

Prácticas agronómicas	Si	No	Componentes
Sistemas agroforestales			
Sistemas silvopastoriles			
Sistemas agrosilvopastoriles			
Riego eficiente			
Diques			
Barreras vivas			
Barreras muertas			
Cultivos en curvas a nivel			
Cultivos en callejones o franjas			
Cultivos de cobertura o abonos verdes			
Cortinas rompe vientos			
Terrazas individuales			
Terrazas continuas angostas			
Terrazas continuas anchas			
Abonamiento orgánico			
Uso racional de fertilizantes			
Drenaje agrícola			
Acequias			
Reforestación			
Asociación de cultivos			
Rotación de cultivos			
Zanjas a nivel			
Zanjas a desnivel			
Ollas o presas de captación de agua			
Otras			

Prácticas culturales	Si	No	Componentes
Cero labranza			
Labranza mínima			
Uso de rastrojos			
Uso de estiércoles			
Época de siembra			
Fases lunares			
Otras			

Anexo 3: Entrevista y guía de observación a aplicar a los productores (servicios ecosistémicos y biodiversidad del área de producción).

Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo practicas agronómicas y culturales sostenibles en la micro cuenca Moyúa, Matagalpa 2015.

Nombre del productor: _____

Nombre de la finca: _____

Área total: _____

Dirección: _____

Pueblo/comarca: _____

1-Servicios ecosistémicos

Servicios ecosistémicas	Tipos	Si	No
Bienes	Alimentos		
	Madera		
	Leña		
	Animales		
	Pieles		
	Medicina		
	Otros		
Habitad	Oxigeno		
	Suelo		
	Agua		
	Sombra		
	Hogar para animales		
	Microclima		
Amenidades	Recreatividad		
	Turismo		

2-Biodiversidad

Flora			
Especies	Si	No	Cuales
Forestales			
Medicinales			
Frutales			
Ornamentales			
Controladoras de plagas			

Fauna			
Especies	Si	No	Cuales
Mamíferos			
Aves			
Reptiles			
Peces			
Anfibios			
Moluscos			

Anexo 4: Guía fotográfica y de observación de parámetros físicos químicos y biológicos del suelo.

Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo practicas agronómicas y culturales sostenibles en la micro cuenca Moyúa, Matagalpa 2015.

Nombre del productor: _____

Nombre de la finca: _____

Área total: _____

Dirección: _____

Pueblo/comarca: _____

Observación y toma de fotografía a los parámetros físicos químicos y biológicos del suelo:

Muestreo de suelo para determinación de:

1. Textura
2. Estructura
3. Densidad
4. Porosidad
5. Profundidad
6. Pedregosidad
7. Velocidad de infiltración
8. Capacidad de campo
9. Pendiente
10. Potencial de hidrogeno
11. Capacidad de Intercambio Catiónico
12. Vida en el suelo

Anexo 5: Fotografías del estudio.

Fotografía 1: Colocación de pines de roldanas en las unidades experimentales.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 2: Medición de pendiente.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 3: Extracción de muestras de suelo.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 4: Muestreo de densidad aparente.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 5: Muestreo de fauna de suelo.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 6: Medicion de la velocidad de infiltracion del suelo.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 7: Participación de los productores.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 8: Tratamiento 1 (biomembrana9.



Fuente: Resultados de la investigación.

Fotografía 9: Extracción de jacinto de agua de la laguna.



Fotografía 10: Biodiversidad



Fuente: Resultados de la investigación.

Anexo 8: Análisis de agua.

2015-AN-171



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

PROYECTO PAC Y D-CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 M.Sc. Thelma Salvatierra
 Tel. 22786981

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE: IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

LUGAR Y/O COMUNIDAD: LAGUNA DE MOYUA (ESTRADA MUELLE)

MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: CUIDAD DARÍO, MATAGALPA

COORDENADAS: 1392107 N ; 462782 E

ELEVACIÓN: No Reportada

FECHA DE MUESTREO: 2015-02-12

HORA DE MUESTREO: 09 h 45

AGUA NATURAL

Laguna

Laguna de Moyua (Estrada Muelle)

Cuidad Darío, Matagalpa

1392107 N ; 462782 E

No Reportada

2015-02-12

09 h 45

CÓDIGO DEL LABORATORIO: AN-171

FECHA DE RECEPCIÓN: 2015-02-13

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS: 2015-02-13

FECHA DEL REPORTE: 2015-03-04

Parámetros	Método	Limite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección	Valores máximos admisibles CAPRE ⁴
TURBIDEZ	2130.B ¹		37,20	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B ¹		8,41	Unidades de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 25,8 °C	2510.B ¹		403,00	µS.cm ⁻¹		1,0 a 100 000,00	Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E ¹		249,43	mg.l ⁻¹			1000,00 mg.l ⁻¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹		35,0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l ⁻¹ Pt-Co
CALCIO	ICS-900 ²	0,25	44,23	mg.l ⁻¹	2,207		Sin referencia
MAGNESIO	ICS-900 ²	0,25	10,12	mg.l ⁻¹	0,833		50,00 mg.l ⁻¹
SODIO	ICS-900 ²	0,25	24,07	mg.l ⁻¹	1,047		200,00 mg.l ⁻¹
POTASIO	ICS-900 ²	0,25	11,32	mg.l ⁻¹	0,290		10,00 mg.l ⁻¹
CLORUROS	4110.B ¹	0,25	15,82	mg.l ⁻¹	0,446		250,00 mg.l ⁻¹
NITRATOS	4110.B ¹	0,25	< 0,25	mg.l ⁻¹			50,00 mg.l ⁻¹
SULFATOS	4110.B ¹	0,25	5,02	mg.l ⁻¹	0,105		250,00 mg.l ⁻¹
CARBONATOS	2320.B ¹	2,00	6,00	mg.l ⁻¹	0,200		Sin referencia
BICARBONATOS	2320.B ¹	0,75	217,23	mg.l ⁻¹	3,560		Sin referencia
DUREZA Corro CaCO ₃	ICS-900 ²	0,25	152,00	mg.l ⁻¹	3,040		Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Corro CaCO ₃	2320.B ¹	0,62	188,00	mg.l ⁻¹	3,760		Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1,67	5,00	mg.l ⁻¹	0,100		Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTTO	4500-SiO ₂ .C ¹	0,20	54,89	mg.l ⁻¹			Sin referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ .B ¹	0,003	0,016	mg.l ⁻¹			0,10 a 3,00 mg.l ⁻¹ *
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B ¹	0,02	2,30	mg.l ⁻¹			0,30 mg.l ⁻¹
FLUORUROS	4110.B ¹	0,25	0,39	mg.l ⁻¹			0,7 - 1,5 mg.l ⁻¹
AMONIO	4500-NH ₃ .F ¹	0,0003	0,028	mg.l ⁻¹			0,5 mg.l ⁻¹
NITROGENO TOTAL	Segunda Derivada ³	0,100	0,791	mg.l ⁻¹			Sin referencia
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.E ¹		0,76	%			

Datos de campo:

pH: 8,24 Unidades de pH Oxígeno Disuelto: 6,7 mg.l⁻¹

Temperatura: 24,4 °C Conductividad: 441 µS.cm⁻²

* Si se toma el valor de 3,00 mg.l⁻¹ debe relacionarse el nitrato y nitrito por fórmulas

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 st. Edition. Washington: APHA.

² Thermo Fisher Scientific. (2012). *Dionex ICS-900 Ion Chromatography System Operator's Manual*. Rev. 03. U.S.A.

³ Crumpson, W.G., T.M. Isenhardt & P.D. Mitchell. (1992). Nitrate an organic N analysis with second-derivate spectroscopy. *Limnology & Oceanography* 37:907-913.

⁴ Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). *Normas de Calidad para consumo humano*. Costa Rica.



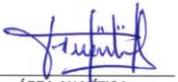
Lic. Rolando Fuentes Gómez



MSc. Junette Molina Marín
 Jefe de Laboratorio de Aguas Naturales



ÁREA ANALÍTICA
CIRA/UNAN



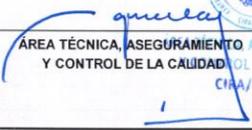
ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los cuatro días del mes de Marzo del año dos mil quince.



ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
CIRA/UNAN





Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos de Microbiología

CLIENTE

PROYECTO PAC Y D- CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 MSc. Theima Salvatierra
 Tel. 2278 6981

MATRIZ DE LA MUESTRA	AQUA NATURAL
FUENTE	Laguna
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Laguna de Moyua 4 (Tomas Moreno)
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Laguna de Moyua, Comarca Playas de Moyua
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Ciudad Darío, Matagalpa
COORDENADAS	1392200 N; 600634 E
ELEVACIÓN	428 mnm
FECHA DE MUESTREO	2015-02-12
HORA DE MUESTREO	13 h 10
CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-0243
FECHA DE RECEPCIÓN	2015-02-12
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2015-02-12
FECHA DEL REPORTE	2015-02-20

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado CAPRE ²	Valor Guía WHO ³
• COLIFORMES TOTALES	9221 B ¹	< 1.8	4.90E+01	NMP/ 100 ml	Negativo	Sin Referencia
• COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E ¹	< 1.8	6.80E+00	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml
• <i>Escherichia coli</i>	9221 F ¹	< 1.8	4.50E+00	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml
• ESTREPTOCOCOS FECALES	9230 B ¹	< 1.8	2.30E+01	NMP/ 100 ml	Sin Referencia	Sin Referencia
• ENTEROCOCOS	9230 B ¹	< 1.8	1.30E+01	NMP/ 100 ml	Sin Referencia	Sin Referencia

Ensayos Acreditados



Clave:

NMP/100 ml. Número más Probable en cien milímetros de muestra analizada.

Observación:

Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación anterior)

Referencias:

- ¹ American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. Washington: APHA.
² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1993). Normas de Calidad para Consumo Humano Costa Rica.
³ World Health Organization (W.H.O.). 2011. Guidelines for drinking-water Quality, fourth edition. Geneva 27, Switzerland: W.H.O.

Datos de Campo:

pH: 7,25 Unidades de pH
 Temperatura: 25,8 °C
 Conductividad: 400 µS/cm¹
 Oxígeno disuelto: 4,9 mg/l¹
 Saturación de Oxígeno: 63 %

MSc. Claudia Taleno

Lc. Argemiro Zelaya N
 s.i. Jefe de laboratorio de Microbiología

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-0243 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el personal técnico del Centro. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros, los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.

ÁREA ANALÍTICA
 ÁREA ANALÍTICA
 CIRA/UNAN

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil quince.

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO
 Y CONTROL DE LA CALIDAD
 CIRA/UNAN



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 m al norte. Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8168, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

PROYECTO PAC Y D - CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 MSc. Thelma Salvatierra
 Tel: 2278 6981

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE
 IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 LUGAR Y/O COMUNIDAD
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO
 COORDENADAS
 ELEVACIÓN
 FECHA DE MUESTREO
 HORA DE MUESTREO
 TIPO DE MUESTREO

CÓDIGO DEL LABORATORIO
 FECHA DE RECEPCIÓN
 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS
 FECHA DEL REPORTE

AGUA NATURAL

Laguna
 Laguna Moyua 1 (Entrada Muelle)
 Laguna de Moyua, Puertas Viejas
 Ciudad Dario, Matagalpa
 1392107 N ; 602782 E
 No reportada
 2015-02-12
 09 h 45
 Puntual

AR-0166
 2015-02-13
 2015-02-13
 2015-03-03

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
FÓSFORO REACTIVO DISUELTO	4500-P E ¹	0,016	0,721	mg ⁻¹
FÓSFORO TOTAL	4500-P B.E ¹	0,016	0,835	mg ⁻¹

Datos de Campo:

pH: 8,24 Unidades de pH
 Temperatura: 24,4 °C
 Conductividad: 441 µS cm⁻¹
 Oxígeno Disuelto: 6,7 mg⁻¹

Lic. Roberto Delgado Picado

Ing. Felipe Mendoza Ariaza
 Jefe de laboratorio de Aguas Residuales

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Ed. Washington: APHA.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Aguas Residuales hace constar que la muestra codificada como AR-0166 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el personal técnico del Centro. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Residuales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



ÁREA ANALÍTICA
 CIRA/UNAN

ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los tres días del mes de marzo del año dos mil quince.



ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
 CIRA/UNAN



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 m al norte. Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni

**CLIENTE**

PROYECTO PAC Y D - CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 MSc. TheIma Salvatierra
 Tel: 2278 6981

Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL
FUENTE	Laguna
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Laguna Moyua 4 (Tomás Moreno)
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Laguna de Moyua, Comarca Playas de Moyua
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Ciudad Darío, Matagalpa
COORDENADAS	1392200 N ; 600634 E
ELEVACIÓN	428 msnm
FECHA DE MUESTREO	2015-02-12
HORA DE MUESTREO	13 h 10
TIPO DE MUESTREO	Puntual
CÓDIGO DEL LABORATORIO	AR-0169
FECHA DE RECEPCIÓN	2015-02-13
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2015-02-13
FECHA DEL REPORTE	2015-03-03

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
FÓSFORO REACTIVO DISUELTUO	4500-P E ¹	0,016	0,691	mg l ⁻¹
FÓSFORO TOTAL	4500-P B E ¹	0,016	0,860	mg l ⁻¹

Datos de Campo:

pH: 7,25 Unidades de pH
 Temperatura: 25,8 °C
 Conductividad: 400 µS cm⁻¹
 Oxígeno Disuelto: 4,9 mg l⁻¹
 Saturación de Oxígeno: 63 %

Lic. Roberto Delgado Picado

Ing. Felipe Menboza Amaza
Jefe de laboratorio de Aguas Residuales

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
 ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaraguense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Aguas Residuales hace constar que la muestra codificada como AR-0169 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el personal técnico del Centro. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Residuales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



ÁREA ANALÍTICA
 CIRA/UNAN

ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los tres días del mes de marzo del año dos mil quince.



ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO
 Y CONTROL DE LA CALIDAD

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO
 Y CONTROL DE LA CALIDAD
 CIRA/UNAN

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Ed. Washington: APHA.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 303 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

PROYECTO PAC Y D - CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 MSc. Thelma Salvatierra
 Tel. 22786981

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE
 IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 LUGAR Y/O COMUNIDAD
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO
 COORDENADAS
 ELEVACIÓN
 FECHA DE MUESTREO
 HORA DE MUESTREO
 CÓDIGO DEL LABORATORIO
 FECHA DE RECEPCIÓN
 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS
 FECHA DEL REPORTE

AGUA NATURAL

Laguna
 Laguna de Moyua 4 (Tomás Moreno)
 Laguna de Moyua, Comarca Playas de Moyua
 Ciudad Darío, Matagalpa
 1392200 N; 860634 E
 428 msnm
 2015-02-12
 13 h 10
 AN-175
 2015-02-13
 2015-02-13
 2015-03-02

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	mg.l ⁻¹	Rango de Detección	Valores máximos admisibles CAPRE ⁴
TURBIDEZ	2130.B ¹		31,80	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B ¹		8,37	Unidades de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 25,4 °C	2510.B ¹		404,00	µS.cm ⁻¹		1,0 a 100 000,00	Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E ¹		244,00	mg.l ⁻¹			1000,00 mg.l ⁻¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹		35,0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l ⁻¹ Pt-Co
CALCIO	ICS-900 ²	0,25	43,65	mg.l ⁻¹	2,178		Sin referencia
MAGNESIO	ICS-900 ²	0,25	9,79	mg.l ⁻¹	0,806		50,00 mg.l ⁻¹
SODIO	ICS-900 ²	0,25	23,08	mg.l ⁻¹	1,004		200,00 mg.l ⁻¹
POTASIO	ICS-900 ²	0,25	10,96	mg.l ⁻¹	0,280		10,00 mg.l ⁻¹
CLORUROS	4110.B ¹	0,25	14,69	mg.l ⁻¹	0,414		250,00 mg.l ⁻¹
NITRATOS	4110.B ¹	0,25	< 0,25	mg.l ⁻¹			50,00 mg.l ⁻¹
SULFATOS	4110.B ¹	0,25	4,91	mg.l ⁻¹	0,102		250,00 mg.l ⁻¹
CARBONATOS	2320.B ¹	2,00	12,00	mg.l ⁻¹	0,400		Sin referencia
BICARBONATOS	2320.B ¹	0,75	200,15	mg.l ⁻¹	3,280		Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	ICS-900 ²	0,25	149,15	mg.l ⁻¹	2,983		Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2320.B ¹	0,62	184,00	mg.l ⁻¹	3,680		Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1,67	10,00	mg.l ⁻¹	0,200		Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTOS	4500-SiO ₂ .C ¹	0,20	55,89	mg.l ⁻¹			Sin referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ .B ¹	0,003	0,010	mg.l ⁻¹			0,10 ó 3,00 mg.l ⁻¹ *
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B ¹	0,02	2,10	mg.l ⁻¹			0,30 mg.l ⁻¹
FLUORUROS	4110.B ¹	0,25	0,39	mg.l ⁻¹			0,7 - 1,5 mg.l ⁻¹
AMONIO	4500-NH ₃ .F ¹	0,003	0,027	mg.l ⁻¹			0,5 mg.l ⁻¹
NITROGENO TOTAL	Segunda Derivada ¹	0,100	0,801	mg.l ⁻¹			Sin referencia
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.E ¹		0,84	%			

Datos de campo:

pH 7,25 Unidades de pH Saturación de Oxígeno Disuelto: 63 %
 Conductividad: 400 µS.cm⁻¹ Oxígeno Disuelto: 4,9 mg.l⁻¹ Temperatura: 25,8 °C

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. Washington: APHA.

² Thermo Fisher Scientific. (2012). Dionex ICS-900 Ion Chromatography System Operator's Manual. Rev. 03. U.S.A.

³ Crompton, W.G., T.M. Isenhart & P.D. Mitchell. (1992). Nitrate an organic N analysis with second-derivate spectroscopy. Limnology & Oceanography 37:907-913.

⁴ Comité Coordinador Regional de Instituciones de Aguas Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). Normas de Calidad para consumo humano. Costa Rica.

* Si se toma el valor de 3,00 mg.l⁻¹ debe relacionarse el nitrato y nitrato por fórmula

Lic. Silvia Mongalo Lanuza
 MSc. Junette Molina Marica
 Jefe de Laboratorio de Aguas Naturales

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra codificada como AN-175 fue capturada, preservada y transportada a este laboratorio por el personal técnico del Centro. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



ÁREA ANALÍTICA

ÁREA ANALÍTICA
 CIRA/UNAN

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los dos días del mes de marzo del año dos mil quince.

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
 CIRA/UNAN



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



Resultados Analíticos de Microbiología

CLIENTE

PROYECTO PAC Y D- CIRA/UNAN
 Managua, Managua
 MSc. Thelma Salvatierra
 Tel. 2278 6981

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL
FUENTE	Laguna
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Laguna Moyua 1 (Entrada al Muelle)
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Laguna de Moyua, Puertas Viejas
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Ciudad Darío, Matagalpa
COORDENADAS	1392107 N; 602782 E
ELEVACIÓN	No reportada
FECHA DE MUESTREO	2015-02-12
HORA DE MUESTREO	09 h 45
CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-0239
FECHA DE RECEPCIÓN	2015-02-12
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2015-02-12
FECHA DEL REPORTE	2015-02-20

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado CAPRE ²	Valor Guía WHO ³
• COLIFORMES TOTALES	9221 B ¹	< 1.8	1.30E+02	NMP/ 100 ml	Negativo	Sin Referencia
• COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E ¹	< 1.8	2.00E+00	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml
• <i>Escherichia coli</i>	9221 F ¹	< 1.8	2.00E+00	NMP/ 100 ml	Negativo	No Detectable en 100 ml
• ESTREPTOCOCCOS FECALES	9230 B ¹	< 1.8	4.50E+00	NMP/ 100 ml	Sin Referencia	Sin Referencia
• ENTEROCOCCOS	9230 B ¹	< 1.8	< 1.8	NMP/ 100 ml	Sin Referencia	Sin Referencia

Ensayos Acreditados



Clave:

NMP/ 100 ml. Número más Probable en cien milímetros de muestra analizada.

Observación:

Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación anterior)

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 st. Edition. Washington: APHA.

² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1993). Normas de Calidad para Consumo Humano Costa Rica.

³ World Health Organization (W.H.O.), 2011. Guidelines for drinking- Water Quality, fourth edition. Geneva 27, Switzerland: W.H.O

Datos de Campo:

pH: 8,24 Unidades de pH

Temperatura: 24.4 °C

Conductividad: 441 µS cm-1

Oxígeno disuelto: 6,7 mg l⁻¹

MSc. Claudia Talero

 Lic. Argemira Zeleda N
 a.i. Jefe de laboratorio de Microbiología

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-0239 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el personal técnico del Centro. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



ÁREA ANALÍTICA

ÁREA ANALÍTICA

Los resultados obtenidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil quince.

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
 CIRA/UNAN

Anexo 9: Análisis de suelo.



Tele-fax: (2311-2451)
Cel. Ofic. 88542550
Cel. Móvil. 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.
LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Francisco Javier Chavarría

Lugar muestreo: Comunidad Mayúa

Dirección: San Ramón. Matagalpa

Munic./Depto.: Ciudad Darío/Matagalpa

Nombre muestra: Productor: Noel Moreno, Coordenadas X: 16 P0600363, Y:1391985

Fecha muestreo: 25/04/2015

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 11/06/2015

Fecha ingreso: 27/05/2015

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-3479-15

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.7
Materia Orgánica	%	0.39
Nitrógeno	%	0.02
Fósforo	ppm	13.7
Potasio	meq/100g	0.2
Calcio	meq/100g	29.2
Magnesio	meq/100g	6.9
Hierro	ppm	71.9
Cobre	ppm	13.8
Zinc	ppm	0.4
Manganeso	ppm	21.1
Densidad Aparente	g/ml	1.34
Arcilla	%	28.48
Limo	%	28.00
Arena	%	43.52
Textura	-	Franco Arcilloso
Ca+Mg/K	-	180.50

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General



Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Francisco Javier Chavarría

Lugar muestreo: Comunidad Mayúa

Dirección: San Ramón. Matagalpa

Munic./Depto.: Ciudad Darío/Matagalpa

Nombre muestra: Productor: Noel Moreno, Coordenadas X:
16 P0600363, Y:1391985

Fecha muestreo: 25/04/2015

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 11/06/2015

Fecha ingreso: 27/05/2015

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-3479-15

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Ca/Mg	-	4.23
Ca/K	-	146.00
Mg/K	-	34.50

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.*



Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General



Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo



Tele-fax: (2311-2451)
Cel. Ofic. 88542550
Cel. Móvil. 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.
LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Francisco Javier Chavarría

Lugar muestreo: Comunidad Mayúa

Dirección: San Ramón, Matagalpa

Munic./Depto.: Ciudad Darío/Matagalpa

Nombre muestra: Productor: Narciso Moreno, Coordenadas
X: 16P0602193, Y:1390794

Fecha muestreo: 25/04/2015

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 11/06/2015

Fecha ingreso: 27/05/2015

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-3480-15

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.7
Materia Orgánica	%	2.62
Nitrógeno	%	0.13
Fósforo	ppm	11.7
Potasio	meq/100g	0.6
Calcio	meq/100g	28.5
Magnesio	meq/100g	10.8
Hierro	ppm	75.2
Cobre	ppm	15.6
Zinc	ppm	0.4
Manganeso	ppm	16.5
Densidad Aparente	g/ml	1.32
Arcilla	%	36.48
Limo	%	22.00
Arena	%	41.52
Textura	-	Franco Arcilloso
Ca+Mg/K	-	65.50

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General



Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo



Tele-fax: (2311-2451)
Cel. Ofic.: 88542550
Cel. Móvil: 88542644

LABORATORIOS QUIMICOS S.A.

LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Francisco Javier Chavarría

Lugar muestreo: Comunidad Mayúa

Dirección: San Ramón, Matagalpa

Munic./Depto.: Ciudad Darío/Matagalpa

Nombre muestra: Productor: Narciso Moreno, Coordenadas
X: 16P0602193, Y:1390794

Fecha muestreo: 25/04/2015

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 11/06/2015

Fecha ingreso: 27/05/2015

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-3480-15

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Ca/Mg	-	2.64
Ca/K	-	47.50
Mg/K	-	18.00

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.*

Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General



Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Anexo 10: Presupuesto de la investigación.

Nº	Descripción del gasto	UM	Cantidad	Costo
01	Análisis de suelo	Muestras	2	1,876.00
02	Impresiones de documentos y otros materiales	Muestras	12	2,015.00
03	Movilización y transporte	Global	1	4,300.00
04	Materiales e insumo	Global	1	900.00
05	Mano de obra contratada	Jornal	5	500.00
06	Alimentación	Global	1	2,800.00
Total				C\$ 10,591.00