



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**Trabajo de Graduación**

**Evaluación de la cobertura vegetal en las áreas de  
recarga hídricas priorizadas en los municipios de  
Juigalpa, Chontales y San Ramón, Matagalpa,  
Nicaragua**

**AUTORES:**

Br. Carlos Allan Haar Guido

Br. Moisés Abraham Izaguirre Polanco

**ASESORES:**

Dra. Martha Orozco Izaguirre

Dr. Benigno Antonio González Rivas

Managua, Nicaragua,  
Noviembre, 2016



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

### **Trabajo de Graduación**

# **Evaluación de la cobertura vegetal en las áreas de recarga hídricas priorizadas en los municipios de Juigalpa, Chontales y San Ramón, Matagalpa, Nicaragua**

## **AUTORES:**

Br. Carlos Allan Haar Guido

Br. Moisés Abraham Izaguirre Polanco

## **ASESORES:**

Dra. Martha Orozco Izaguirre

Dr. Benigno Antonio González Rivas

Managua, Nicaragua,  
Noviembre, 2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

**Ingeniero Forestal**

---

**Presidente**

---

**Vicepresidente**

---

**Secretario**

**Managua, Noviembre del año 2016**

# Índice de contenido

	Pág.
Índice General	
INDICE DE CUADRO .....	i
INDICE DE FIGURA .....	ii
INDICE DE ANEXO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	viii
SUMMARY .....	ix
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	2
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>4</b>
3.1. Ubicación de las áreas de estudio.....	4
3.2. Descripción de las áreas de estudio.....	5
3.2.1. Caracterización del municipio de San Ramón .....	5
3.2.2. Caracterización del municipio de Juigalpa.....	6
3.3. Diseño Metodológico .....	7
3.3.1 Área de estudio .....	7
3.3.2 Determinación de la composición florística .....	7
3.3. Variables evaluadas.....	8
3.3.1. Diámetro normal a 1.30 m del suelo .....	8
3.3.2. Pendiente.....	9
3.4. Determinación de Composición florística .....	9
Abundancia.....	9
3.5. Cálculo de Índice de diversidad .....	10
3.5.1. Índice de Simpson .....	10
3.5.2. Índice de Shannon-Wiener .....	11
3.5.3. Coeficiente de Jaccard .....	11
3.5.4. Parámetros establecidos para los cálculos de los índices de biodiversidad.....	12
3.6. Cálculo del número de individuos por hectárea .....	12
3.7. Usos del suelo y cobertura vegetal .....	12
3.7.1. Usos del suelo.....	13

3.7.2. Cobertura Vegetal.....	13
3.7.3. Porcentaje de cobertura arbórea con Densiómetro .....	14
3.8. Cálculo de la recarga de agua subterráneas .....	15
3.8.1. Calculo de coeficiente según tipo de suelo (Kfc).....	16
3.8.2. Calculo de coeficiente de pendiente (Kp) .....	16
3.8.3. Calculo de coeficiente de uso del suelo (Kv) .....	17
3.9. Restauración de fragmentos de bosques degradados.....	17
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>20</b>
4.1 Composición arbórea áreas priorizadas.....	20
4.2. Índices de Biodiversidad Simpson, Shannon-Wiener y coeficiente de jaccard .....	23
4.2.1. Coeficiente de Similaridad de Jaccard .....	25
4.3. Distribución de individuos por categoría diamétrica en las áreas priorizadas de recarga hídrica.....	26
4.4. Cambios de usos del suelo y cobertura vegetal que mejoren la recarga hídrica .....	27
4.4.1. Usos del suelo en zonas de recarga hídrica, municipio de San Ramón .....	27
4.4.2. Usos del suelo en zonas de recarga hídrica, municipio de Juigalpa.....	29
4.4.3. Cobertura vegetal arbórea .....	31
4.5. Recarga de agua subterránea para los municipios de San Ramón, (Matagalpa) y Juigalpa, (Chontales) .....	35
4.6. Medidas iniciales para la restauración de las áreas priorizadas de recarga hídrica ....	36
4.6.1. Estrategia para la recuperación de las zonas de recarga.....	37
4.6.2. Especies integradoras en los sistemas agroforestales.....	39
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VI. LITERATURA CONSULTADA .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADRO

Cuadro N°		Pág.
1.	Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso del suelo (Matus 2007).....	13
2.	Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura (Matus 2007).....	14
3.	Coeficiente según tipo de suelo para recarga de aguas subterráneas....	16
4.	Coeficientes de pendiente para recarga de aguas subterráneas.....	17
5.	Coeficientes de uso de suelo para recarga de aguas subterráneas.....	17
6.	Distribución de las parcelas en las 5 áreas de recarga hídrica en el municipio de San Ramón, Matagalpa.....	20
7.	Distribución de las parcelas en las 5 áreas de recarga hídrica en el municipio de Juigalpa, Chontales.....	21
8.	Composición arbórea, Municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa Chontales.....	22
9.	Diversidad de especies presente en las áreas de recarga en San Ramón, Matagalpa.....	23
10.	Índice de Similaridad de Jaccard, para los municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa Chontales.....	25
11.	Usos de suelo en hectáreas que predominan en las áreas de recarga hídricas correspondiente a la zona de San Ramón, Matagalpa (UNA-MARENA, 2015) .....	28
12.	Posibilidad de recarga según los usos de suelo predominante en el área de San Ramón Matagalpa.....	29
13.	Usos de suelo en hectáreas que predominan en las áreas de recarga hídricas de Juigalpa, Chontales (UNA- MARENA, 2015).....	30
14.	Posibilidad de recarga según los usos de suelo predominante en el área de Juigalpa, Chontales.....	31
15.	Porcentaje de cobertura de copa predominante en las áreas de recarga hídricas correspondiente al municipio de San Ramón, Matagalpa.....	32
16.	Porcentaje de cobertura de copa predominante en las áreas de recarga hídricas correspondiente al municipio de Juigalpa, Chontales.....	34
17.	Volumen de aguas subterráneas para el municipio de San Ramón, Matagalpa.....	35
18.	Volumen de aguas subterráneas para el municipio de Juigalpa, Chontales.....	36
19.	Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zona de recarga hídrica de los municipios de San Ramón y Juigalpa.....	39
20.	Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas agroforestales y silvopastoriles para las zonas de estudio San Ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.....	41

## INDICE DE FIGURA

<b>Figura N°</b>		<b>pág.</b>
1.	Ubicación de los municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa Chontales.....	4
2.	Tipo de forma de la parcela.....	8
3.	Forcípula de metal.....	8
4.	Clinómetro Suunto para medir pendiente y altura.....	9
5.	Orientación del densiómetro para evaluación de cobertura.....	15
6.	Esquema de los pasos para la restauración de zonas degradadas.....	18
7.	Familias representativas de las áreas de recarga hídrica en San Ramón, Matagalpa.....	20
8.	Familias representativas de las áreas de recarga hídrica en Juigalpa, Chontales.....	21
9.	Distribución del número de individuos por hectárea por clase diamétricas en las áreas priorizadas de recarga hídrica en San Ramón Matagalpa, Juigalpa.....	27

## INDICE DE ANEXO

Anexo N°		Pág.
1.	Especies arbóreas encontradas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en el municipio de San Ramón, Matagalpa, 2015.....	46
2.	Especies arbóreas encontradas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en el municipio de Juigalpa, Chontales 2015.....	48
3.	Familias botánicas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en San Ramón, Matagalpa.....	50
4.	Familias botánicas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en Juigalpa, Chontales.....	50
5.	Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zona de San Ramón, Matagalpa.....	51
6.	Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zona de Juigalpa, Chontales .....	52
7.	Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas agroforestales para las zonas de estudio San ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.....	53
8.	Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas silvopastoriles para las zonas de estudio San Ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.....	54

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios padre todo poderoso que me ha permitido culminar mis estudios, brindándome salud y tiempo.

A mi madre: Sra. Verónica del Socorro Guido Gonzáles quien ha estado a mi lado todo este tiempo brindándome su apoyo incondicional y por brindarme formación personal y profesional, a mi abuela Sra. Catalina Gonzales por brindarme su apoyo y su formación como buena persona, a mi padre; Sr. Erick Haar García por brindarme sus consejos para salir adelante.

A mis tíos y tías por brindarme sus consejos y apoyo para poder culminar mis estudios, ya que fueron una base fundamental para alcanzar mi meta.

A la Lic Yadira Bolaños por brindarme sus consejos de superación personal a mi amigo Greyvin Monjareth por brindarme su amistad de igual manera a Wittney Lezama y a Katya Romero por brindarme su apoyo y cariño.

A mis amigos y compañeros de clase; Juan Carlos Soza López, Moisés Abraham Izaguirre Polanco, Lester Rene Varela Salgado, Agnes Marjorie Vindell Blandón, Freddy Leonel Valiente Torrez y Milton José Molina por su amistad brindada en este largo camino de profesionalización.

*Carlos Allan Haar Guido*

## **DEDICATORIA**

A Dios eterno que es el motivo por el cual he llegado aquí y me ha dado las fuerzas y sabiduría para cumplir con este proceso de formación profesional y que sigue bendiciéndome con lo necesario para así mejorar día a día.

A mis padres Sr. Denis Rene Izaguirre Paguaga y Sra. Esperanza Isabel Romero Polanco que son los motores de impulsan mi desarrollo espiritual y personal, que incondicionalmente y con gran sacrificio desinteresado me han brindado su apoyo en cada etapa de mi vida.

A mis hermanas Karen, Elena, Hilia y Génesis Izaguirre que directa e indirectamente han contribuido a que la culminación de mis estudios sea una realidad.

A mis amigos y compañeros de clases ("*La Manada*") que me acompañaron en todo este proceso de aprendizaje, con los que he compartido buenos y malos momentos pero que siempre están ahí ratificando una amistad que cada día se solidifica más.

***Moises Abraham Izaguirre Polanco.***

***Martin Luther King, Jr.***  
***“El hombre no forja las letras, las letras forjan al hombre”***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios padre, por permite la vida y salud a mi mama por su inmenso apoyo en los momentos más difíciles.

A mis asesores la Dra. Martha Orozco al Dr. Benigno González por su apoyo durante el proceso de realización de esta investigación.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Ing. Msc. Olman Narváez, por su tiempo y su valiosa contribución en la investigación.

*Carlos Allan Haar Guido*

## **AGRADECIMINETO**

A Dios eterno que me ha bendecido con salud y me ha guardado en mi diario caminar.

A mis Padres que siempre ha estado ahí dándome su apoyo moral y brindarme los recursos necesarios para culminar mis estudios superiores.

A mis asesora Dra. Martha Orozco Izaguirre, por confiar en mí y darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de tesis y el tiempo brindado en la revisión de este documento.

A mi asesor Dr. Benigno González por el tiempo incondicional que nos brindó en la revisión de este documento ya que su colaboración fue fundamental en el procesamiento de la información de dicha investigación, por cada uno de sus consejos brindado por su persona.

A Msc. Miguel Garmendia que fue un importante colaborador que apporto valiosos comentarios al procesamiento de la información relevante en el documento.

A mi compañero de tesis Carlos Allan Haar por compartir la oportunidad de desarrollar juntos este trabajo que ha sido un éxito.

A mis maestros de la facultad de recursos naturales y del ambiente que me brindaron el pan del saber a lo largo de toda mi carrera.

*Moises Abraham Izaguirre Polanco.*

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en áreas de recarga prioritizadas de los municipios de San Ramón (5), Matagalpa y Juigalpa, Chontales (5). El propósito de este estudio es determinar la diversidad arbórea, identificar cambios de uso del suelo, cobertura arbórea y cobertura vegetal, así mismo proponer medidas iniciales para la restauración de fragmentos de bosques degradados. Para tal efecto, se establecieron parcelas de 10 x 10 m (0.1 ha) en áreas prioritizadas de recarga hídrica, tomando variable como diámetro normal a especies mayores a 10 cm y su porcentaje de cobertura. Se determinaron 39 especies arbóreas distribuidas en 24 familias botánicas de las cuales las más representativas fueron: Pinaceae y Sterculiaceae en las áreas de recarga en el municipio de San Ramón. Para las áreas de recarga ubicadas en el Municipio de Juigalpa se determinaron 37 especies arbóreas distribuidas en 25 familias de las cuales las más representativas fueron Bixaceae y Fabaceae. El uso del suelo predominante en la zona de San Ramón es el bosque con 40.3%. En el municipio de Juigalpa el uso del suelo predominante es el pasto con 41.6%. Este municipio se caracteriza por ser una de las zonas ganaderas más importantes de Nicaragua. Se compararon los porcentajes de coberturas con la posibilidad de recarga hídrica según la metodología de (Matus 2007). A nivel general sólo el 17% de las áreas de recarga del municipio de Juigalpa presenta una posibilidad de recarga alta, para San Ramón la probabilidad de recarga es del 40%. En este estudio se proponen medidas para el aumento de la cobertura boscosa, la cual consiste en establecer especies maderables tradicionales con copas aparasoladas. Enriquecer con especies que se integren en sistemas agroforestales y plantar especies que se implementen en sistemas silvopastoriles con el fin de disminuir la presión sobre el bosque al aprovechar productos como leña, postes, estacas y forrajes, además de aumentar la cobertura y con ello el aumento de las posibilidades de recarga hídrica, a través de la infiltración del agua en el suelo.

## SUMMARY

The study took place in five water recharge areas at each locality, San Ramón Municipality from Matagalpa Department and Juigalpa Municipality from Chontales Department. The purpose of this study was to determine tree diversity; identify changes in soil use, tree cover and vegetation cover; and propose initial guidelines in order to restore degraded forest fragments. Therefore, 10 x 10 m (0.1 ha) plots were established in each water recharge area. Normal diameter was taken for each tree with more than 10 cm diameter, in addition to cover percentage. In San Ramón Municipality 39 tree species were identified, distributed in 24 botanical families where Pinaceae and Sterculiaceae were the most representative. In Juigalpa Municipality 37 tree species were identified, distributed in 25 families where Bixaceae and Fabaceae were the most representative. According to the land use, 40.3% of the land in the San Ramón was forest, on the other hand 41.6% of the land in Juigalpa was grass. The later municipality is consider one of the most important livestock zone in Nicaragua. Cover percentages were compared with the water recharge possibility using Matus (2007) method. In general, only 17% of the recharge areas in Juigalpa Municipality and 40% of the recharge areas in San Ramón Municipality had high recharge possibility. This study proposes guidelines to increase forest cover, which consists of establishing traditional timber species with **aparasoladas** crowns. At the same time, it is advisable to enrich the area with tree species important in agroforestry systems and silvopastoral systems in order to reduce the pressure on the forest by taking advantage of products such as firewood, poles, cuttings and fodder. At the same time, this would increase the forest cover and the possibilities of water recharge through water infiltration into the soil.

## I. INTRODUCCION

Los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de los elementos en el tiempo y el espacio, por lo tanto, es imposible solucionar un problema ecosistémico manipulando solo uno de sus elementos: el agua; por lo que resulta conveniente, en este caso utilizar el enfoque de cuenca hidrográfica para entender las interacciones de recursos naturales (vegetación, suelo, relieve y clima), así como en la forma que se organiza la población humana para apropiarse de ellos y su impacto en la cantidad, calidad y temporalidad del agua (Cotler, 2004).

En Nicaragua, el deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en unos de los problemas ambientales, sociales y económicos más importantes del país. Los principales problemas que presentan las cuencas hidrográficas son: el socioeconómico, relacionado con la pobreza rural de la zona alta que motiva la emigración a centros urbanos (sub poblados) y a la degradación de los recursos naturales por el avance de la frontera agrícola.

Este deterioro de las cuencas hidrográficas influye en las zonas de recarga hídrica , ya que el cambio de uso y manejo de los suelos disminuyen la infiltración del agua y por ende la recarga de los acuíferos, influyendo en que las fuentes de agua se sequen. La disponibilidad del agua cada año se ve más afectada por diversas actividades humanas como: sobrepastoreo, contaminación de ríos por agroquímicos sintéticos, reducción del porcentaje de cobertura vegetal, pérdidas de suelo por erosión, entre otros. El grado de deterioro de las zonas de recarga está determinado por el grado de erosión de los suelos, compactación y la deforestación, sobre todo en zonas de pendientes muy fuertes que favorecen la escorrentía (Castro, 2009).

La tala de bosques o roza de la vegetación en forma excesiva, conduce a cambios en el ciclo normal del agua. El aumento en escurrimientos da como resultado disminución de la infiltración y menor recarga a los mantos freáticos e insuficiente agua para alimentar los manantiales en tiempos de secas (Díaz, 2012).

Los recursos forestales de Nicaragua representan un alto potencial económico para mejorar la calidad de vida de la población rural. Los bosques son las barreras protectoras de las fuentes de

agua, así como también, son el hábitat de innumerables especies de flora y fauna. Por otro lado, en la vida rural, los bosques son un sustento social, económico y cultural. Desde estos puntos de vistas es importante mejorar el conocimiento sobre su estado y manejo, que sustenten el desarrollo de las políticas del sector forestal, las cuales deben ser integradas a la situación actual y a las tendencias y perspectivas del desarrollo rural del país (INAFOR 2007)

Con esta investigación se pretende formular medidas de prácticas de conservación para los ecosistemas forestales de las zonas de recarga hídrica, haciendo énfasis en los recursos hídricos, con la finalidad de incrementar la resiliencia de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores. Lo que permitirá hacer un buen manejo de las zonas de recargas hídrica, y con ello que se logre la recuperación del recurso hídrico para satisfacer la demanda del vital líquido a los diferentes usuarios en la cuenca hidrográfica, priorizando las fuentes que sirven de abastecimiento de agua para consumo humano.

### **1.1. Antecedentes**

Este estudio se realizó en áreas de recarga hídrica priorizadas por Programa de Compensación por Servicios Ambientales, realizado por la UNA-Banco Mundial 2013, Análisis de riesgo de las fuentes de agua ante el cambio climático en comunidades rurales de los municipios de San Ramon y Juigalpa. El objetivo de ese estudio fue de analizar los factores de riesgo de las fuentes de agua ante el cambio climático en comunidades rurales del municipio de San Ramón Juigalpa.

La información generada es la base en el proceso de planificación municipal para la adaptación al cambio climático; dado que el estudio identifica áreas prioritarias de acuerdo a las evaluaciones de vulnerabilidad de la población y sus fuentes de agua ante diferentes amenazas climáticas proyectadas. Se caracterizaron las áreas de recarga de recarga hídrica, donde el presente estudio propone prácticas de conservación de los ecosistemas forestales para favorecer la recarga de los mismos y por ende el agua en las comunidades que habitan en ellas.

## **II. OBJETIVOS**

## **2.1. Objetivo General**

Formular medidas de prácticas de conservación para los ecosistemas de los municipios de San Ramón y Juigalpa, haciendo énfasis en los recursos hídricos, con la finalidad de incrementar la resiliencia de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

## **2.2. Objetivos específicos**

- 1) Determinar la diversidad de especies en las áreas de bosque de las zonas de recarga hídrica de los municipios de San Ramón y Juigalpa
- 2) Identificar cambios de usos de suelo y cobertura vegetal que afectan la recarga hídrica en las áreas de captación priorizadas en los municipios
- 3) Proponer medidas para el incremento de la cobertura boscosa en los fragmentos de las zonas de recarga hídrica de los municipios de San Ramón y Juigalpa

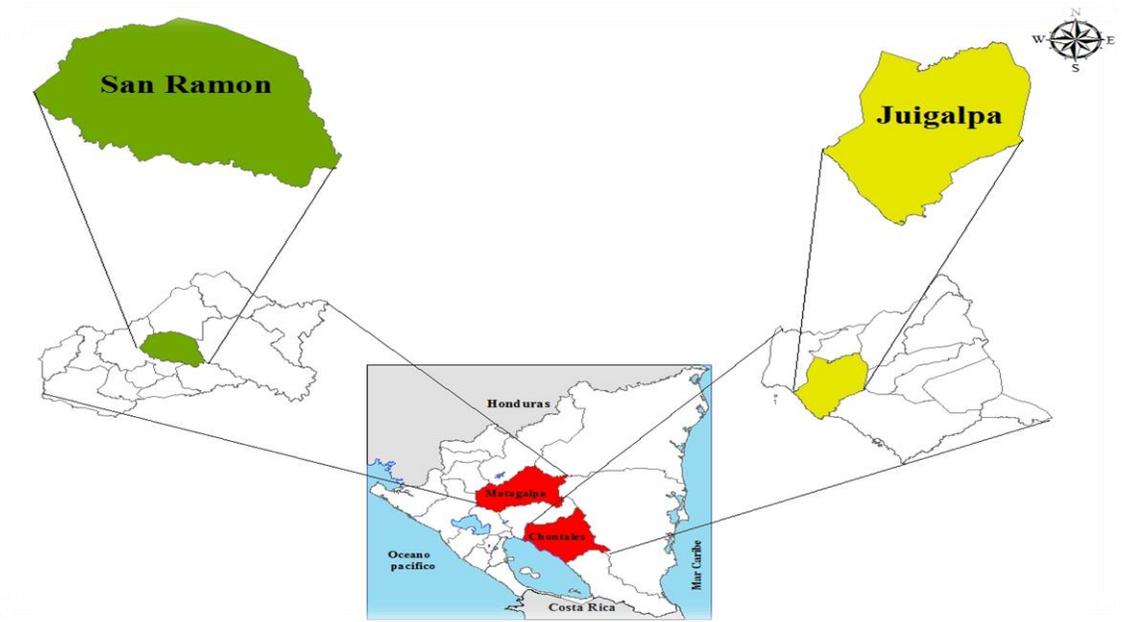
### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación de las áreas de estudio

El estudio se realizó en de dos municipios de Nicaragua, siendo:

1.- Municipio de San Ramón, Matagalpa ubicado a una distancia de 145 km de la capital Managua, Nicaragua. Limita al norte con el municipio de El Tuma-La Dalia, al sur con el municipio de Muy Muy, al este con el municipio de Matiguás y al oeste con el municipio de Matagalpa, está comprendido entre las coordenada de latitud  $12^{\circ}55'$  Norte y de longitud  $085^{\circ}55'$  Oeste (Figura 1).

2.- Municipio de Juigalpa, ubicado a una distancia de 139 km de la ciudad de Managua, Nicaragua. Limita al norte con el municipio de San Francisco de Cuapa, al sur con el municipio de Acoyapa y El lago de Nicaragua, al este con los municipios de La Libertad y San Pedro de Lóvago y al oeste con el municipio de Comalapa, está comprendido entre las coordenadas de latitud  $11^{\circ}40'$  y  $12^{\circ}30'$  Norte y de longitud  $84^{\circ}35'$  y  $85^{\circ}40'$  Oeste (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de los municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales

## **3.2. Descripción de las áreas de estudio**

### **3.2.1. Caracterización del municipio de San Ramón**

#### *Clima*

El municipio de San Ramón se caracteriza por tener un clima sabana de tropical; este tipo de clima predomina en la zona del pacífico y en las estribaciones occidentales del macizo montañoso central. La altitud que presenta es de 640 msnm. La clasificación de los fenómenos climáticos en el municipio, facilita la definición potencial de los cultivos, fechas óptimas de siembra, entre otros aspectos de interés para la planificación agroforestal del territorio lo que permite proponer planes de desarrollo con enfoque de cuencas hidrográficas y desarrollo rural.

#### *Temperatura y precipitación*

En relación a la temperatura y precipitación se tiene que para el municipio de San Ramón, Matagalpa se registran una temperatura media entre los 20° a 26° C., y la precipitación pluvial varía entre los 2,000 a 2,400 mm. Caracterizándose por una buena distribución en el año.

#### *Bosque y uso del suelo*

Las áreas de bosques del municipio de San Ramón se remiten en su mayor parte a las zonas con topografías altas, la vegetación corresponde en una gran parte al bosque latifoliado, incluyéndose los bosques riparios (a orillas de ríos), estos en conjunto representan el 16% del territorio, de los cuales solo el 2% corresponde al bosque de coníferas. Estas áreas se encuentran bajo presión, debido a la presencia de plagas forestales y avance de la frontera agrícola, debido a la poca vigilancia fitosanitaria y falta de un plan de manejo de áreas protegidas (INEC, 2003).

### **3.2.2. Caracterización del municipio de Juigalpa**

#### ***Clima***

Con respecto al municipio de Juigalpa, se caracteriza por tener un clima sabana tropical, el clima es seco modificado con características cálidas y húmedas. La altitud promedio que presenta es de 116.85 msnm, con una temperatura media de 28°, siendo los meses más calientes de marzo a mayo y los meses más fríos diciembre y enero, el periodo de lluvia varía entre 5 a 7 meses (INEC, 2003).

#### ***Temperatura y precipitación***

En el caso del municipio de Juigalpa, Chontales se registra una temperatura media entre los 25°C y 28°C; siendo el mes más caliente marzo y mayo, con una temperatura media de 28°C y los meses más fríos diciembre y enero, con una temperatura media de 25.7°. La precipitación anual varía entre 1,000 y 1,500 mm/año.

#### ***Bosque y uso del suelo***

El uso de suelo predominante en el municipio Juigalpa es el agrosilvopastoril distribuido en (ganadería extensiva, cultivos perennes, pequeños huertos y áreas con árboles dispersos) representa el 47.47% del territorio, el café con sombra (sistema Agroforestal) representa el segundo uso de suelo de relevancia con un 22.88% del territorio y está concentrado en la zona más húmeda al norte del municipio.

Para el municipio de Juigalpa, Chontales el áreas boscosa del municipio cubre 7,455 Ha, equivalentes al 10% del área total, su principal uso de la tierra está enfocado a pastizales más maleza, este uso se da en casi todo el municipio. Los pastizales son básicamente naturales y crecen en zona de valles y bajos utilizándose de forma extensiva, este uso ocupa el 82% del área total municipal (INEC, 2003).

### **3.3. Diseño Metodológico**

#### **3.3.1 Área de estudio**

El estudio se realizó en las áreas de recarga hídrica priorizadas en los municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales, con el fin de recuperar el recurso hídrico para satisfacer la demanda de los usuarios, priorizando las fuentes que sirven de abastecimiento de agua para consumo humano. Se estudiaron 10 áreas de recarga hídrica, lo cual se ubican 5 áreas de recarga para cada municipio.

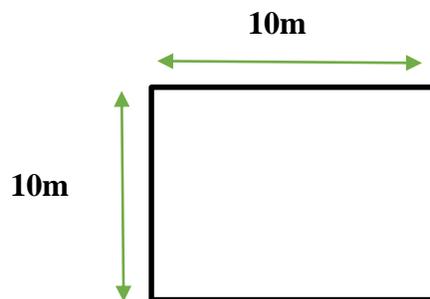
#### **3.3.2 Determinación de la composición florística**

##### *Establecimiento de parcelas*

Las parcelas se tomaron al azar en los fragmentos de bosque de cada productor, que aceptó ser parte del Programa de Compensación por Servicios Ambientales. Cada parcela se estableció tomando como referencia la fuente de agua, según la distancia que estuviera la finca o parcela del productor a la fuente. También se tomó en consideración los árboles con un diámetro normal a partir de 10cm, en parcelas de  $100m^2$  (10m x 10m) equivalente a 0.01 ha. En los fragmentos de bosques con más del 80% de cobertura vegetal estimada con el densiometro se establecieron dos parcelas para tener mayor representatividad del mismo.

Dentro de las parcelas se recolectó la siguiente información:

- Identificación y el conteo de las especies cuyo árboles son  $\geq$  a 10 cm de diámetro normal que se encuentren dentro de las parcelas
- En cada fragmento de bosque evaluado se estableció una parcela, si el porcentaje de cobertura se consideró bajo, en el caso que el porcentaje de cobertura se considera alto se establecieron dos parcelas con el propósito de obtener una mejor representatividad de los datos.



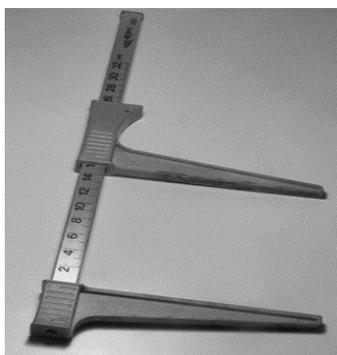
**Figura 2.** Tipo de forma de la parcela

### **3.3. Variables evaluadas**

En el estudio se evaluaron las siguientes variables:

#### **3.3.1. Diámetro normal a 1.30 m del suelo**

Se refiere a los 1.30 m sobre el nivel del suelo en los árboles en pie. Para medir el diámetro normal se utilizó La Forcípula, este instrumento de metal o de madera consta de una regla graduada y dos brazos perpendiculares a esta, un brazo fijo y el otro brazo movable que se desplaza a lo largo de la regla (Ugalde, 1981) (Figura 3).



**Figura 3.** Forcípula de metal

### 3.3.2. Pendiente

La pendiente se midió utilizando el clinómetro Suunto, el cual permitió conocer el grado de inclinación del terreno con respecto al plano horizontal. Sujeta el clinómetro, Mira la parte superior del objeto que quieres medir a través del visor del clinómetro, se tomó una lectura del ángulo en el que se encuentra el clinómetro. Dependiendo del modelo, este valor puede estar en grados o puede tratarse de la tangente del ángulo. Esto con la finalidad de relacionar la posibilidad de recarga hídrica según el tipo de pendiente (Figura 4).



**Figura 4.** Clinómetro Suunto para medir pendiente y altura

### 3.4. Determinación de Composición florística

Se evaluó mediante la riqueza de especies (número de especie y familias). La diversidad de especies es un aspecto muy importante que debe ser considerado dentro del concepto de la dinámica de bosque.

En la evaluación de la diversidad se utilizaron índices, ya que estos ayudan a resumir la información en un solo valor, permitiendo tener comparaciones rápidas entre las áreas en estudio, sujetas a mediciones futuras aplicadas a las mismas áreas.

#### **Abundancia**

Se refiere a la densidad de individuos, números de árboles por unidad de área (Matteucci y Colma, 1962). La abundancia relativa es el número de individuos de cada especie entre el total de los individuos.

A continuación se detallan los índices utilizados en este estudio:

### 3.5. Cálculo de Índice de diversidad

Los índices de diversidad son herramientas que permiten tener una perspectiva de la situación de la comunidad, con el fin de realizar monitoreo ambientales y tomar decisiones de conservación y manejo (Spellerberg, 1991).

#### 3.5.1. Índice de Simpson

Los datos se analizaron a través del índice de diversidad de Simpson, este es un índice de dominancia, por lo tanto, está basado en parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

Se interpreta como la probabilidad de un encuentro intraespecífico. Representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, aplicando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

**Dónde:**

*S* = Número total de especies

*N* = Número de todos los individuos de todas las especies

*n<sub>i</sub>* = Número de individuos de la especie *i*

Para poder interpretar el índice en una forma directa en este sentido. Entonces es común usar el recíproco y el inverso del índice de Simpson

$$\text{InvD}=1-D$$

### 3.5.2. Índice de Shannon-Wiener

Para evaluar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon - Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, adquiere valores de cero cuando existe una sola especie. El índice Shannon - Wiener, aumenta con el número de especies y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares (Pérez, 2004).

$$H' = -\sum_{i=1}^s [(ni/n) \ln (ni/n)]$$

**Dónde:**

*H'* = Índice de Shannon - Wiener

*ni* = Número de individuos que pertenece a la *i*-ésima especie en la muestra.

*n* = Número total de individuos en la muestra

### 3.5.3. Coeficiente de Jaccard

El coeficiente de igualdad o Similaridad florística se determinó por el coeficiente de Jaccard, (Magurran, 1988) Este índice está diseñado para ser igual a 1, en casos de Similaridad completa e igual a 0 si las estaciones son disimilares y no tienen especies en común.

$$IJ = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

*Ij* = Coeficiente de similitud de Jaccard

*a* = Número de especies en el sitio A

*b* = Número de especies en el sitio B

*c* = Número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

Además de las fórmulas establecidas en el contexto para la fácil aplicación y procesamiento de los datos para los índices de biodiversidad se utilizó el programa estadístico *paleontologicas!* *statistic (PAST)*

### 3.5.4. Parámetros establecidos para los cálculos de los índices de biodiversidad

El índice de Simpson presenta valores de 0-1, donde el sitio más diverso es el que más se acerca a cero (Miranda, 1999).

El índice de Shannon Wiener presenta Valores de 1.3 a 3.5, donde la diversidad aumenta de menor a mayor (Margalef, 1972).

### 3.6. Cálculo del número de individuos por hectárea

Consiste en el cálculo de la cantidad de individuos que caben en una hectárea. La distribución del número de árboles es fundamental para el estudio del bosque tropical, la misma representan un indicador de la estructura de la masa arbórea, permitiendo diferenciar entre estructuras de diferentes bosques densos y al interior de estos mismos. Además, ofrecen información sobre el estado de equilibrio poblacional de una comunidad y de hecho, reflejan el equilibrio del bosque tropical si este está en estado natural y no intervenido (INAFOR 2006).

$$NI/ha = [1/(Np * Tp)] * \Sigma NI_m$$

Donde:

*NI/ha*: Número de individuos por hectárea

*Np*: Número de parcelas

*Tp*: Tamaño de la parcela

*\Sigma NI<sub>m</sub>*: Sumatoria de todos los individuos muestreados

### 3.7. Usos del suelo y cobertura vegetal

La 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.

Según el INAB (2003) la cobertura vegetal y los usos del suelo son los principales factores que afectan la recarga hídrica. 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.

### 3.7.1. Usos del suelo

Es importante mantener o establecer los usos que, por sus características, favorecen la infiltración del agua y evitar los usos que deterioran los suelos. En el cuadro 1 se presenta una clasificación del potencial de diferentes usos para la recarga hídrica.

La ponderación que se utilizó en la evaluación de cada elemento en la metodología se encuentra entre los valores de 1 a 5 (Matus 2007), según las diferentes situaciones que se puedan encontrar dentro de cada elemento evaluado y tratando de homogenizar las categorías de puntuación a implementar.

De esta forma, el valor 1 es la puntuación más baja dentro de cada elemento por presentar las características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica y 5 la puntuación más alta dentro de cada elemento por presentar las características más favorables para la recarga hídrica. Se describe a continuación la metodología para evaluación de cada elemento (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso del suelo (Matus, 2007).

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque donde se dan los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas o zacate denso	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelos y agua	Moderada	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelos y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

### 3.7.2. Cobertura Vegetal

La Cobertura vegetal corresponde al porcentaje del suelo ocupado por comunidades vegetales permanentes. En el cuadro 2 se presentan los valores ponderados para los diferentes porcentajes de cobertura vegetal permanente, que posibilitan la recarga del acuífero.

Para calcular este porcentaje se debe cuantificar en términos de porcentaje el área cubierta por hierbas, piedras y suelo desnudo, luego se suma el porcentaje de hierbas y hojarascas y se le resta el porcentaje de suelo desnudo, a esto se le llama método de punta de zapato (ANACAFÉ, 2006).

En las parcelas se caminó entre los surcos, cada 5 pasos se ubica la punta del zapato y se establece un círculo de 30cm de radio y se anotó el porcentaje de cobertura y suelo desnudo o piedras dentro del círculo.

Luego se sumó el porcentaje de hierbas y hojarascas y se le resta el porcentaje de suelo desnudo obteniendo el porcentaje de cobertura vegetal.

**Cuadro 2.** Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura (Matus, 2007).

<b>Cobertura Vegetal (%)</b>	<b>Posibilidad de Recarga</b>	<b>Ponderación</b>
<b>&gt;80</b>	Muy alta	5
<b>70-80</b>	Alta	4
<b>50-80</b>	Moderada	3
<b>30-50</b>	Baja	2
<b>&lt;30</b>	Muy baja	1

### **3.7.3. Porcentaje de cobertura arbórea con Densiómetro**

Se estimó el porcentaje de cobertura arbórea en las parcelas establecidas de 10 x 10 metros, (ANACAFÉ, 2006).

Para esto, se utilizó el densiómetro se orientó hacia el Norte, Sur, Este y Oeste. En cada cuadrado del espejo se imagina 4 puntos igualmente espaciados (figura 4) y luego se procedió a contar el número de puntos no cubiertos por los doseles (Figura 5).

El densiómetro tiene 24 cuadros, y cada cuadro 4 puntos, que corresponde a un total de 96 puntos. Así la suma de los puntos sin cobertura restados de 100 multiplicado por 1.04, da el porcentaje de cobertura arbórea. Luego se promedia las 4 mediciones (N, S, E y O) del punto. Este método se utilizó en cada una de las parcelas establecidas en el bosque de las áreas de recargas.



**Figura 5.** Orientación del densiómetro para evaluación de cobertura

### **3.8. Cálculo de la recarga de agua subterráneas**

La recarga de agua subterránea es un método científico, teórico que sirve como herramienta para tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico.

La valoración de recarga del acuífero se hizo a través del método de recarga de agua subterránea (RAS), cuya estimación se basa en el balance climático multiplicado por un coeficiente de infiltración según metodología desarrollada por Schosinky y Losilla (2000). Este valor obtenido se multiplicó por el área de suelo que hay en cada zona de recarga, determinando la cantidad de agua que infiltra y que puede llegar a recargar el acuífero.

La ecuación utilizada para determinar la recarga de agua subterránea es la siguiente:

$$R = BC * C$$

**Donde:**

*R= Recarga Acuífera*

*BC= Balance Climático*

*C= Coeficiente de Infiltración*

El balance climático permite obtener la información de la cantidad de agua que está disponible en el acuífero.

$$BC = P - ETP_{real}$$

**Donde:**  
*BC* = Balance Climático  
*P* = Precipitación (mm)  
*ETP real* = Evapotranspiración real (mm)

$$C = k_{fc} + k_p + k_v$$

**Dónde:**  
*C* = Coeficiente de infiltración  
*K<sub>fc</sub>* = Coeficiente del tipo del suelo  
*K<sub>p</sub>* = Coeficiente de pendiente  
*K<sub>v</sub>* = Coeficiente del uso del suelo

Se describen a continuación los parámetros utilizados para el cálculo del coeficiente de infiltración.

**3.8.1. Calculo de coeficiente según tipo de suelo (K<sub>fc</sub>)**

Refleja la permeabilidad del suelo, rocas impermeables o suelos arcillosos que impiden la recarga; suelos recientes no compactados y arenosos facilitan la infiltración. En el cuadro se presentan los valores de los K<sub>fc</sub> según el tipo de suelo.

**Cuadro 3.** Coeficiente según tipo de suelo para recarga de agua subterránea.

Tipo de suelo	K <sub>fc</sub>
Suelos arcillosos, latosoles de altura, zonas urbanas, suelos o rocas compactas e impermeables.	0.10
Suelos de combinación de limo y arcilla, litosoles y regosoles de valle, zonas con fallas tectónicas.	0.15
Suelos arenosos, recientes, suelos de cause de rio, suelos no muy compactos, zonas con muchas fallas.	0.20

**3.8.2. Calculo de coeficiente de pendiente (K<sub>p</sub>)**

Es un factor sumamente importante, ya que se relaciona directamente con escorrentía de agua superficial que no llega el acuífero. El cuadro 4 se muestra los valores de  $K_p$  según el tipo de pendiente.

**Cuadro 4.** Coeficientes de pendiente para recarga de agua subterránea.

<b>Pendientes</b>	<b><math>K_p</math></b>
Muy plano	0.40
0-15%	0.15
15-30%	0.10
30-50%	0.07
50-70%	0.05
<70%	0.01

### 3.8.3. Calculo de coeficiente de uso del suelo ( $K_v$ )

Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. En el cuadro 5 se presentan valores de  $K_v$  para algunos tipos de usos de suelos.

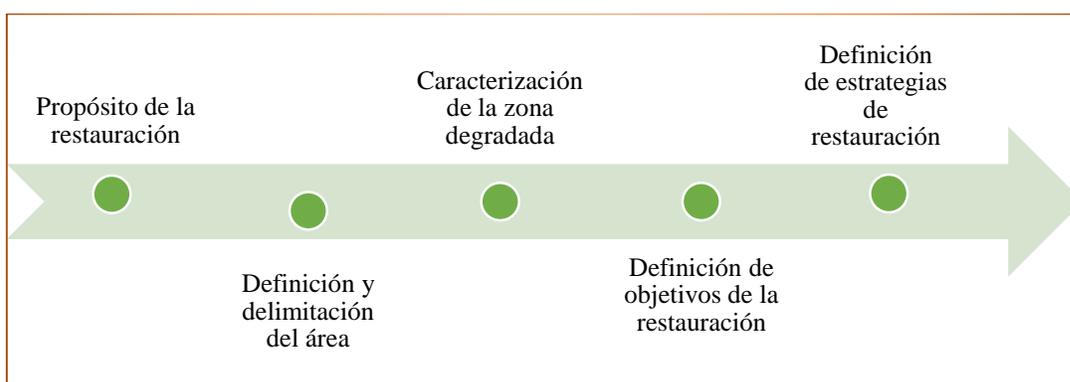
**Cuadro 5.** Coeficientes de uso de suelo para recarga de agua subterránea.

<b>uso del suelo</b>	<b><math>K_v</math></b>	<b>uso del suelo</b>	<b><math>K_v</math></b>
Vegetación espinosa	0.30	Hortalizas	0.15
Tejido urbano, zonas comerciales	0.30	Cultivos Anuales	0.15
Cultivo de piña	0.30	Bosque de coníferas	0.15
Árboles frutales	0.20	Tierras sin Bosque	0.15
Bosques de galería	0.20	Zonas verdes urbanas	0.15
Bosque latifoliado	0.20	Pastos cultivados	0.10
Plantaciones de bosque mono específico	0.20	Caña de azúcar	0.10
Sistemas agroforestales	0.20	Lagos, lagunas	0.00
Vegetación arbustiva baja	0.20	Praderas pantanosas	0.05

## 3.9. Restauración de fragmentos de bosques degradados

Los esfuerzos deberán enfocarse principalmente en restablecer el funcionamiento de los procesos primarios esenciales: aquellos que intervienen en la estabilidad del suelo (procesos erosivos), la hidrología (infiltración y escorrentía) y el ciclo de nutrientes. Así también en favorecer el movimiento de los recursos limitados como, por ejemplo, suelo, agua, nutrientes y materia orgánica.

### 3.9.1. Procesos para la restauración de zonas degradadas



**Figura 6.** Esquema de los pasos para la restauración de zonas degradadas

Para la restauración de las zonas degradadas se realizó a través de la selección de especies priorizando las nativas de cada área de recarga, teniendo en cuenta sus principales características. La selección de las especies de plantas se realizó tomando en consideración los siguientes criterios:

#### ***Especies proporcionadoras de sombra***

Las plantas seleccionadas presenten una copa aparasolada (en forma de sombrilla o paraguas) y amplia, para dar sombra a ciertos cultivos y al ganado.

#### ***Integradoras de sistemas agroforestales***

Las plantas seleccionadas deberán ser aquellas que son utilizadas en el manejo de sistemas agroforestales, cuya su principal característica son los usos múltiples.

Las plantas seleccionadas tienen la capacidad de proteger el suelo para evitar o disminuir los impactos de los dos tipos de erosión más comunes, la hídrica y la eólica.

Al momento de seleccionar las especies, también se deben tener en cuenta las necesidades y las creencias de los principales usuarios del bosque, principalmente de aquellos cuyo medio de sustento depende en mayor grado de éste (OIMT, 2002).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

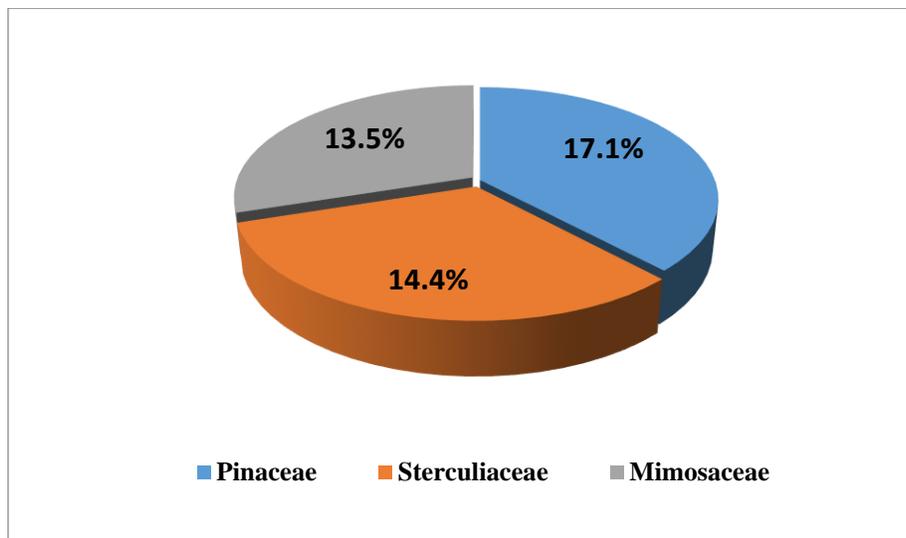
### 4.1 Composición arbórea áreas priorizadas

En el Municipio de San Ramón, en las 5 áreas de recarga hídrica priorizadas, se establecieron 12 parcelas

**Cuadro 6.** Distribución de las parcelas en las 5 áreas de recarga hídrica en el municipio de San Ramón, Matagalpa

Áreas de recarga	N Parcela
Tapasle	2
La Suana	1
San Juan	2
El Jícaro	3
El Horno	4
<b>Total</b>	<b>12</b>

Donde se encontraron un total de 111 individuos mayores a 10 cm de diámetro normal, que corresponden a 39 especies arbóreas distribuidas en 24 familias botánica, entre ellas: Pinaceae con diecinueve árboles, Sterculiaceae con dieciséis árboles, Mimosaceae con dieciséis árboles y de igual manera la familia Fabaceae con dieciséis árboles (Figura 7).



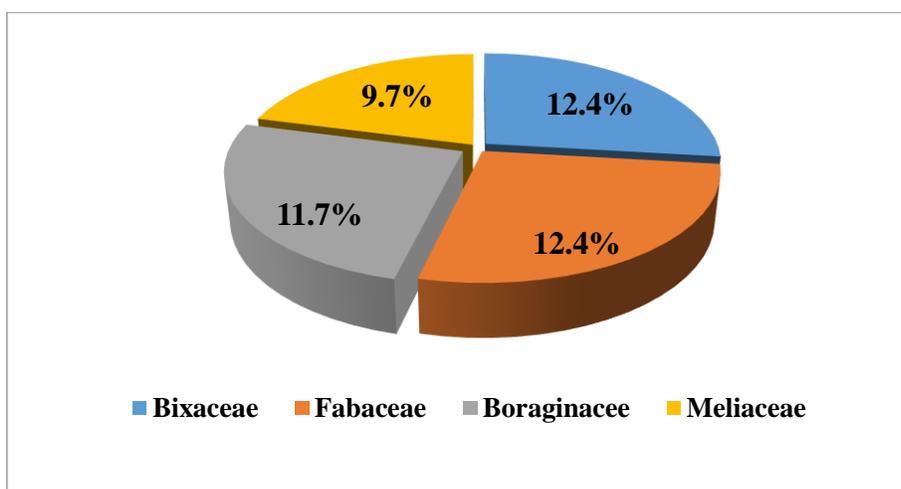
**Figura 7.** Familias representativas de las áreas de recarga hídrica en San Ramón, Matagalpa.

Mientras en el Municipio de Juigalpa, se encontró un total de 145 individuos mayores a 10 cm de diámetro normal, que corresponden a 37 especies arbóreas distribuidas en 25 familias botánica, de las cuales, las más representativas son: Bixaceae dieciocho árboles, Fabaceae dieciocho árboles, Boraginaceae dieciséis árboles y la familia Meliaceae con catorce árboles.

**Cuadro 7.** Distribución de las parcelas en las 5 áreas de recarga hídrica en el municipio de Juigalpa, Chontales

Áreas de recarga	N Parcela
San Miguelito	8
Piedras Grandes	1
San Ramón	1
Aguas Buenas	5
Amerrisque	7
<b>Total</b>	<b>22</b>

La composición arbórea perteneciente a Juigalpa es producto de las 22 parcelas establecidas en las áreas de recarga hídrica priorizadas. Se encontró mayor cantidad de especies dentro de las áreas de recarga de San Miguelito con 21 especies arbóreas, Amerrisque con 19 especies y Aguas Buenas con 14 (Figura 8).



**Figura 8.** Familias representativas de las áreas de recarga hídrica en Juigalpa, Chontales.

En el cuadro 8 se presenta la composición arbórea de las áreas de recarga priorizada en los municipios de San Ramón y Juigalpa. En las áreas de recarga El Júcaro y El Horno es donde hay mayor número de árboles por especies arbóreas. Mientras que en el municipio de Juigalpa, en tres áreas de recarga San Miguelito, Amerrisque y Aguas Buenas tiene mayor número de árboles por especies arbóreas.

**Cuadro 8.** Composición arbórea, Municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa chontales

<b>San Ramón</b>	<b>Número especies</b>	<b>Numero de Arboles</b>	<b>Juigalpa</b>	<b>Número especies</b>	<b>Numero de Arboles</b>
Tapasle	4	19	San Miguelito	21	51
La Suana	9	17	Piedras Grande	4	9
San Juan	7	14	San Ramón	5	5
El Júcaro	11	26	Aguas Buenas	14	33
El Horno	13	35	Amerrisque	20	47

#### 4.2. Índices de Biodiversidad Simpson, Shannon-Wiener y coeficiente de jaccard

Para caracterizar un área o una zona es necesario contar con indicadores que reflejen la naturaleza del taxón evaluado. Existen muchos índices para medir la diversidad alfa o diversidad dentro de las comunidades, cada índice propuesto mide la diversidad desde diferentes criterios referidos a la estructura de la comunidad o la riqueza de especies (Moreno 2001). Se presenta a continuación los resultados obtenidos de los índices de biodiversidad en las zonas de recarga hídrica de cada municipio.

Basado en los datos obtenidos a través de los cálculos de índices, según Simpson, Shannon Wiener y Jaccard, se tuvieron los siguientes resultados que se presentan el (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Diversidad de especies presente en las áreas de recarga en San Ramón, Matagalpa.

San Ramón			Juigalpa		
Áreas de recarga hídrica	Simpson1-D	Shannon-Wiener	Áreas de recarga hídrica	Simpson1-D	Shannon-Wiener
Tapasle	0.482	0.8976	San Miguelito	0.8989	2.606
La Suana	0.7751	1.838	Piedras Grande	0.6667	1.215
San Juan	0.8367	1.946	San Ramón	0.8	1.609
El Jícaro	0.8846	2.269	Aguas Buenas	0.8242	2.132
El horno	0.6841	1.784	Amerisque	0.8809	2.522

Para el caso de San Ramón Matagalpa, el índice de Simpson demuestra que para las zonas de San Juan y el Jícaro, presentan valores mayor de (0.7) lo que indica una alta expectativa de que dos individuos que se tomen al azar pertenezcan a la misma especie, por lo tanto evidencia que en estas zonas existen especies dominantes dentro de las áreas de bosque, siendo la zona de Tapasle la que presenta menos especies dominantes ya que es la que más se aproxima a cero.

La especies dominantes en áreas de recarga para el municipio de San Ramón son las siguientes especies: *Guázuma ulmifolia*, *Pinus acarpa* y *Gliricidia sepium*, las cuales presentan copas irregulares, que moderadamente brinda protección al suelo al momento que se presenta la precipitación lo que da paso a que las gotas de lluvia caigan a mayor velocidad provoca erosión en el suelo y por consiguiente afecta en el proceso de infiltración que conlleva a una disminución del abastecimiento de los mantos acuíferos en la zonas de recarga.

En el municipio de Juigalpa, las zonas de San Miguelito, San Ramón, Aguas Buenas y Amerrisque presentan valores mayores de 0.7, lo que demuestra que existen especies dominantes en estas zonas, siendo la de menor valor la zona de Piedras Grandes, reflejando que es la zona con menos especies dominantes dentro de las zonas de estudio en el municipio de Juigalpa, chontales.

Para las áreas de recarga en el municipio de Juigalpa las especies dominantes que se encontraron son las siguientes *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* y *Cochlopermum vitifolium* la cual sólo la especie *Cedrela odorata* presenta una copa grande redondeada, robusta y extendida la cual favorece a reducir el impacto de la precipitación sobre el suelo incidiendo en la infiltración, por reducir la velocidad con que caen las gotas de agua e impactar con las hojas y ramas. Las otras dos especies predominantes sus copas dejan espacios vacíos lo cual permite un mayor impacto de la lluvia al suelo.

La prueba de Shannon en las áreas de recarga en estudio de ambos municipios demuestra que las zonas más diversas son Júcaro (2.269) en San Ramón ya que en esta área se encuentran 11 especies y San Miguelito (2.606), en Juigalpa, con presencia de 21 especies, estas zonas son las más diversas ya que presentan mayor cantidad de especies.

#### 4.2.1. Coeficiente de Similitud de Jaccard

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies, por lo que mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. El índice refleja que las zonas más similares entre los municipios, son las zonas de recarga hídrica de El Jícaro (San Ramón) y Aguas Buenas (Juigalpa.), Piedras Grandes (Juigalpa) y El Jícaro (San Ramón), con un porcentaje del 15%. Siendo estas las zonas de recarga que más similitud tienen entre las 10 áreas de recarga en estudio en los dos municipios.

Los resultados obtenidos (Cuadro 10) indican que las especies encontradas e identificadas en cada zona de recarga hídrica en estudio entre los municipios no son similares, lo que demuestra que estas zonas son diversas en especies arbóreas, lo que puede influir en el nivel de interceptación del agua de lluvia y que favorezca la infiltración del agua en el suelo y con ello favorecer la recarga hídrica, debido a que estas especies presentan distintas características

**Cuadro 10.** Matriz comparativa del coeficiente de similitud de Jaccard, para los municipios de San Ramón, Matagalpa y Juigalpa Chontales.

Jaccard	El Horno	El Jicaro	La Suana	San Juan	Tapasle	Aguas Buenas	Amerrisque	Pie Grandes	San Miguel	San Ramon
<b>Matagalpa</b>										
El Horno	1	0,043478	0	0,052632	0,0625	0,04	0,064516	0,0625	0,064516	0
El Jicaro	0,043478	1	0	0,058824	0,071429	0,14286	0,14815	0,15385	0,10714	0,066667
La Suana	0	0	1	0	0	0,0625	0,043478	0	0	0
San Juan	0,052632	0,058824	0	1	0,22222	0	0,08	0	0,08	0
Tapasle	0,0625	0,071429	0	0,22222	1	0	0,090909	0	0,14286	0
<b>Juigalpa</b>										
Aguas Buenas	0,04	0,14286	0,0625	0	0	1	0,32	0,21429	0,1	0,28571
Amerrisque	0,064516	0,14815	0,043478	0,08	0,090909	0,32	1	0,090909	0,21212	0,19048
Pie Grande	0,0625	0,15385	0	0	0	0,21429	0,090909	1	0,043478	0,125
San Miguel	0,064516	0,10714	0	0,08	0,14286	0,1	0,21212	0,043478	1	0,086957
San Ramon	0	0,066667	0	0	0	0,28571	0,19048	0,125	0,086957	1

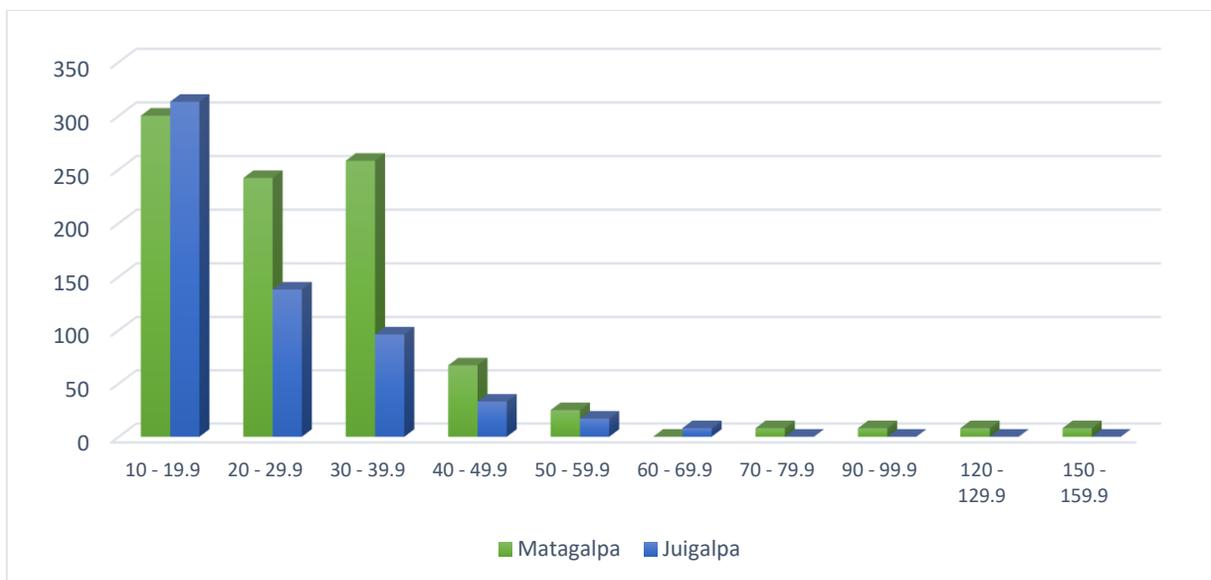
### **4.3. Distribución de individuos por categoría diamétrica en las áreas priorizadas de recarga hídrica**

El resultado obtenido con respecto a la distribución del número de individuos por hectárea en las áreas de recarga hídrica en San Ramón, Matagalpa proyecta 925 individuos por hectárea, siendo el mayor número de individuos los que se encuentran en la categoría de 10 - 19.9 cm, (300 ind/ha), seguida de la categoría de 20 - 29.9 cm con 242 ind./ha que corresponde al 32% y 26% respectivamente del total de árboles en las áreas de captación de agua.

Para el caso de los diámetros mayores de 60 centímetros existe poca presencia de individuos, con una similitud en las categorías diamétricas de (70-79.9, 90-99.9, 120-129.9 y 150-159.9) con 8 ind/ha, correspondiente al 4%.

En base a los datos analizados los resultados obtenidos con respecto a Juigalpa, Chontales la distribución del número de individuos por hectárea orienta un total de 604 ind/ha, por consiguiente las categorías diamétricas de 10-19.9 y 20-29.9 cm son las categorías con mayor presencia de individuos resultando 313 y 138 ind/ha respectivamente, (Figura 9) y entre ambas representan un 75% del total de los individuos analizados en estas áreas de recarga.

Con respecto a las categorías mayores 30 centímetros se encuentran distribuidos los valores más bajos de la distribución de ind/ha y agrupados forman el 25% faltante del total de individuos analizados.



**Figura 9.** Distribución del número de individuos por hectárea por clase diamétricas en las áreas priorizadas de recarga hídrica en San Ramón, Matagalpa, Juigalpa, Chontales.

#### **4.4. Cambios de usos del suelo y cobertura vegetal que mejoren la recarga hídrica**

La recarga de acuíferos se podría modificar con cambios en las prácticas de usos del suelo. Los factores de mayor influencia son la evapotranspiración y la infiltración. En el cuadro 11 se muestra los usos del suelo en cada área de recarga hídrica del municipio de San Ramón y en el cuadro 12 se muestran los usos del suelo de las recargas hídrica en estudio del municipio de Juigalpa.

##### **4.4.1. Usos del suelo en zonas de recarga hídrica, municipio de San Ramón**

El uso actual del suelo en las áreas de recarga es muy diverso, en los recorridos y verificación de campo se logró determinar siete categorías de uso del suelo, siendo éstas: Café con Sombra, Bosque (Latifoliado y Pino), Cultivos anuales, Pastos, Pasto con árboles, sistemas agroforestales y Tacotal.

El área ocupada por los usos del suelo, en su mayoría corresponde a Bosque con un 40.3% (966.24 ha), del área total que tiene las 5 zonas de recarga hídrica en el municipio, seguido de

Silvopastoril con 19.4% (464.44 ha), cultivos anuales con 18.5% (443.46 ha) y pasto con 16.7% (399.21). Dentro del área de estudio la zona de recarga con mayor presencia de bosque es la zona de San Juan con 456.99 ha. El uso con menor área corresponde al Sistemas Agroforestales (1.15 ha).

**Cuadro 11.** Usos del suelo en hectáreas que predominan en las áreas de recarga hídricas correspondiente a la zona de San Ramón, Matagalpa (UNA- MARENA, 2015)

Usos	Tapasle (ha)	La Suana (ha)	San Juan (ha)	El Jícaro (ha)	El Horno (ha)	Área Total (ha)	%
<b>Bosque</b>	17.9	37.79	456.99	63.16	390.4	966.24	40.3
<b>Café con Sombra</b>	0	34.79	0	0	16.6	51.39	2.1
<b>Cultivo Anual</b>	3.24	2.6	345.13	33.44	59.05	443.46	18.5
<b>Pasto</b>	15.13	0.83	153.96	23.49	205.8	399.21	16.7
<b>Silvopastoril</b>	0	0	231.99	14.47	217.98	464.44	19.4
<b>Tacotal</b>	7.57	0	27.5	10.3	24.46	69.83	2.9
<b>Sistema Agroforestal</b>	0	0	1.15	0	0	1.15	0.05
<b>Total</b>	<b>43.84</b>	<b>76.01</b>	<b>1216.72</b>	<b>144.86</b>	<b>914.29</b>	<b>2395.72</b>	<b>100.0</b>

La posibilidad de recarga para las comunidades del municipio de San Ramón esta dadas de acuerdo a los distintos usos de la tierra. Las áreas de recarga con mayor posibilidad son las que tienen bosque y café con sombra (43% del área en estudio), estos favorecen una posibilidades de recarga de alta a muy alta. Estos comentarios son basados en los porcentajes de cobertura forestal (bosque) porque de acuerdo al cuadro 12 el bosque representa una posibilidad de recarga muy alta.

El áreas de recarga con mayor cobertura forestal es San Juan con 37%, otra Área de recarga con cobertura forestal alta es El Horno con 390.4 ha y representa el 42% de bosque para el área del Horno. Tapasle posee una cobertura forestal de 40%, sin embargo, el área de recarga es relativamente pequeña con 17.9 ha. Los porcentajes de cobertura para cada área de recarga son bastantes similares (menos de 50%), lo cual indica que las áreas de recarga para el Municipio de San Ramón presentan problemas de recarga hídrica, problemas que se pueden agudizar si no se toman medidas que favorezcan a incrementar los niveles de recarga hídrica en las zonas.

Mientras tanto, las zonas de recarga San Juan y el Horno en el municipio de San Ramón, presentan un área considerable cubierta de bosque, lo que beneficia la infiltración del agua en el suelo, permitiendo mantener los niveles de las fuentes de agua, sin embargo, hay que proponer medidas como seguir conservado las áreas con bosque, establecer prácticas de sistemas agroforestales en las áreas de cultivos anuales y pasto, para evitar la degradación de los suelos y con ello mantener la calidad y cantidad de agua en esas áreas de recarga hídrica.

Las áreas de tacotales pueden ser importantes para aumentar la infiltración, sin embargo, su área es demasiado pequeña para influir a la reducción de escorrentía y proceso de infiltración.

**Cuadro 12.** Posibilidad de recarga según los usos de suelo predominante en el área de San Ramón, Matagalpa

Uso	Ponderado	Posibilidad de recarga
Bosque	5	Muy Alta
Café con sombra	4	Alta
Cultivo anual	2	Baja
Pasto	1	Muy Baja
Tacotal	2	Baja
Sistema Agroforestal	4	Alta

#### 4.4.2. Usos del suelo en zonas de recarga hídrica, municipio de Juigalpa

El uso actual del suelo en las áreas de recarga del municipio de Juigalpa es muy diverso, en los recorridos y verificación de campo se logró determinar seis categorías de uso de suelo, siendo éstas: Bosque Latifoliado, Cultivos anuales, Pastos, Sistemas silvopastoriles, Bosque de galería y Tacotal.

En las zonas de recarga del municipio de Juigalpa el uso del suelo que tiene mayor área corresponde a pasto con un 41.6%. Este municipio se caracteriza por ser una zona ganadera de Nicaragua, a este uso le siguen los Sistemas silvopastoriles que cubren un 20.3%. El bosque representa el 17.4% del territorio.

El Bosque de galería ocupa un área de 99.69 ha, lo que corresponden al 2.25% del territorio, en áreas este uso debe de ser mayor para la protección de los ríos, tiene una función de filtro para no dejar pasar residuos agrícolas a la corriente del río, mantienen la calidad del agua y brindan protección al suelo, disminuyendo la pérdida de suelos por erosión hídrica. Además, protege de las inundaciones y mejoran la calidad de los suelos. Los bosques de galería son ecosistemas estratégicos por ser corredores biológicos y de flujo genético que conectan pequeñas zonas. Tienen una gran importancia porque albergan numerosa flora y fauna silvestre y desempeñan funciones de sustento y cobijo para una gran cantidad de animales, principalmente a las aves, además de recreación para la población.

Los cultivos anuales (maíz, frijol) se encuentran establecidos en terrenos con pendientes de 15 y 30%, lo que conlleva al riesgo de erosión hídrica y la degradación progresiva de los suelos (física, química y biológica), lo que afecta directamente la calidad de las aguas superficiales por el arrastre de sedimentos (escorrentía superficial) y el uso de agroquímicos.

Las áreas de pasto presentes se encuentran en pendientes mayores del 15%, lo que genera una mayor escorrentía, compactación de los suelos por el sobrepastoreo.

**Cuadro 13.** Usos del suelo en hectáreas que predominan en las áreas de recarga hídrica en el municipio de Juigalpa, Chontales (UNA- MARENA, 2015).

Usos	San Miguelito	Aguas Buenas	Amerrisque	Piedra Grande	San Ramón	Área Total	%
						(Ha)	Área Total
<b>Bosque</b>	350.47	172.1	112.32	47.63	102.46	784.98	17.4
<b>Pasto</b>	675.98	574.96	206.28	96.1	320.51	1873.83	41.6
<b>Cultivo anual</b>	133.84	52.6	0	0	188.93	375.37	8.3
<b>Tacotal</b>	26.51	129.98	48.59	108.5	141.85	455.43	10.1
<b>Silvopastoril</b>	69.66	417.9	140.39	75.35	208.92	912.22	20.3
<b>Bosque de Galería</b>	0	51.34	24.43	16.15	7.77	99.69	2.2
<b>Total</b>	<b>1256.46</b>	<b>1398.88</b>	<b>532.01</b>	<b>343.73</b>	<b>970.44</b>	<b>4501.52</b>	<b>100</b>

En el municipio de Juigalpa prevalecen con mayor posibilidad de recarga el uso de bosque y bosque de galería, siendo los usos con menor posibilidad de recarga los pastos y cultivos anuales.

Siendo el pasto el uso del suelo con mayor extensión en el área de estudio en el municipio de Juigalpa, se evidenció una severa degradación física, química y biológica por el sobrepastoreo, aunado a esta situación, no presentan medidas de conservación de suelos y agua. La recarga hídrica de Aguas Buenas, es la que presenta una mayor extensión de pasto (574.96 ha) y un área de Sistemas silvopastoriles con 417.9 has.

En las zonas de recarga municipio de Juigalpa, el bosque sufre una gran amenaza por el cambio drástico, es el uso del suelo, pasando a pasto y cultivo anual. El área de recarga de San Miguelito presenta mayor área de bosque que las demás, sin embargo, no está exenta de las amenazas producidas por el hombre.

Los tacotales en las áreas de recarga del municipio de Juigalpa pueden ser importantes para aumentar la infiltración, ya que dos áreas de recarga (San Ramón y Piedras Grandes) presenta un área mayor de tacotal que de bosque.

**Cuadro 14.** Posibilidad de recarga según los usos del suelo predominante en área de recarga hídrica de Juigalpa, Chontales.

Uso	Ponderado	Posibilidad de recarga
Bosque	5	Muy alta
Pasto	1	Muy baja
Tacotal	3	Moderada
Cultivo Anual	2	Baja
Silvopastoril	4	Alta
Bosque de Galería	5	Muy alta

#### 4.4.3. Cobertura vegetal arbórea

Los porcentajes de cobertura en los distintos usos del suelo determinados en las zonas de recarga hídrica del municipio de San Ramón, Matagalpa, la posibilidad de recarga oscilan en los rangos de muy bajo a moderado. Mientras en las zona de recarga en el municipio de

Juigalpa, tienen una posibilidad de recarga alta y muy baja. En el cuadro 15, se muestran los resultados del porcentaje de cobertura en las áreas de recarga hídrica del municipio de San Ramón

Según el cuadro 15, el bosque tiene el mayor porcentaje de cobertura vegetal con un 72%, en el área de recarga El Jícaro, lo que le da una posibilidad de recarga hídrica alta. El resto de las zonas presentan coberturas que oscilan entre 50 y 68%, con lo cual, su posibilidad de recarga es de moderada. En el área de recarga de San Juan presenta áreas cubiertas con tacotal con una cobertura de 43%, para una posibilidad de recarga de baja, uso de la tierra que se debe de mantener dejando que siga su proceso de regeneración natural.

El café con sombra ocupa área de recarga hídrica en La Suana y El Horno, y representan una cobertura de 25% (La Suana) y 55% (El Horno). Las posibilidades de recarga para El Horno es moderada, mientras que para La Suana es muy baja, tomando en consideración el parámetro de porcentaje de cobertura vegetal.

**Cuadro 15.** Porcentaje de cobertura de copa predominante en las áreas de recarga hídrica correspondiente al municipio de San Ramón, Matagalpa.

Áreas de Recarga Hídrica	Porcentaje Cobertura Arbórea (%)			Porcentaje Cobertura Vegetal (%)	
	Bosque	Café con Sombra	Tacotal	Cultivo Anual	Pasto
Tapasle	53	-	-	10	5
La Suana	68	25	-	-	-
San Juan	60	-	43	13	8
El Jícaro	72	-	-	7	15
El Horno	50	55	-	-	-
Ponderación	3	2	2	1	1
Potencial Recarga	<b>Moderado</b>	<b>Baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Muy Baja</b>	<b>Muy Baja</b>

El porcentaje de cobertura vegetal en las áreas con uso de cultivos anuales corresponden entre 71% y 13%, indicando a una posibilidad de recarga muy baja. En las áreas de pasto los porcentajes de cobertura vegetal están entre 5% y 15%, lo que indica una posibilidad de recarga hídrica muy baja. Predominando el suelo desnudo y la presencia de rocas.

Es importante señalar que a nivel general el 60% de las áreas de recarga del municipio tiene posibilidad de recarga de baja, muy baja y moderada lo que corresponden a los usos de cultivos

anuales, pasto, tacotal y café con sombra, solamente el 40% del municipio presenta una posibilidad de recarga alta correspondiente al bosque.

Las fuentes de agua en cada área de recarga en el municipio de San Ramón, tienen una buena probabilidad de recarga, ya que el mayor uso del suelo es bosque (entre 50 y 72% de cobertura), aporta biomasa al suelo y con ello el contenido de materia orgánica, mantenido su fertilidad natural. Además, favorece la reducción de pérdida de suelos por erosión hídrica, reduce el escurrimiento superficial. Sin embargo, hay que tomar medidas de protección, conservación de los mismos, para que aumenten los porcentajes presentes de cobertura arbórea y vegetal, que aumenten la recarga en las fuentes hídricas.

En el cuadro 16 se muestran los porcentajes de cobertura vegetal arbórea en las áreas de recarga hídrica en el municipio de Juigalpa, donde el uso bosque presenta el mayor porcentaje de cobertura arbórea con un 80% siendo esta la zona de San Ramón, lo que le da una posibilidad de recarga de Alta. Seguida por la zona de recarga Amerrisque el bosque tiene un 71% de cobertura arbórea y el bosque de galería 60% con un moderada posibilidad de recarga. El resto de zonas presentan una posibilidad de recarga de baja a muy baja, debido a que la cobertura vegetal oscila entre 10 y 40%. En el área de recarga San Miguelito presenta áreas cubiertas con tacotal con un porcentaje de cobertura de 20% para una posibilidad de recarga de baja, uso del suelo que se debe de dejar que siga su proceso de regeneración natural, para aumentar el porcentaje de cobertura y con ello aumentar la recarga de los acuíferos

**Cuadro 16.** Porcentaje de cobertura de copa predominante en las áreas de recarga hídricas correspondiente al municipio de Juigalpa, Chontales.

Áreas de recarga Hídrica	Porcentaje Cobertura Vegetal Arbórea			Porcentaje Cobertura vegetal		
	Bosque	Bosque de Galería	Tacotal	Silvopastoril	Pasto	Cultivo Anual
San Miguelito	65	-	20	-	17	10

Aguas Buenas	57	-	-	-	10	-
Amerrisque	71	60	-	40	21	-
Piedra Grande	66	-	-	-	18	-
San Ramon	80	.	-	-	19	30
Ponderado	3	3	1	2	1	1
<b>P. Recarga</b>	Moderada	Moderada	Muy Baja	Baja	Muy Baja	Muy Baja

Las coberturas presentes en el pasto oscilan entre 10% y 21% presentando una posibilidad de recarga muy baja, en estos usos están predominando los suelos desnudos y la presencia de piedras en el suelo. Los sistemas silvopastoriles del área de recarga Amerrisque presentan una cobertura vegetal de 40% con una posibilidad de recarga baja.

Los cultivos anuales presentan una cobertura de 10% (San Miguelito) y 30% San Ramón, las posibilidades de recarga para ambas zonas es de muy baja según los parámetros de cobertura.

Es importante señalar que en las 5 áreas de recarga priorizadas en el municipio, tienen nivel general del 83% de las que tienen posibilidad de recarga de baja, muy baja y moderada. Esto se debe por el uso predominante de pasto, cultivos anuales representan un 50% del área total de las 5 áreas en estudio. Para mejorar la infiltración del agua en los suelos, se debe de hacer cambios en cuanto a incrementar el porcentaje de la cobertura. Con la implementación de Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles, además de hacer rotación de potreros, así como iniciar con la semi-estabulación del ganado para contribuir a la recuperación de los suelos compactados por el sobrepastoreo del ganado en esas tierras

Las áreas de recarga hídrica, que poseen mejor posibilidad de mantener las fuentes de agua son las que pertenecen al municipio de San Ramón, Matagalpa, esto debido a que tiene mayor con áreas de bosque. Sin embargo, se deben establecer medidas para el aumento de la cobertura de los bosques, aumento de la cobertura vegetal en áreas de cultivos anuales y áreas de pasto, pasando a sistemas Agroforestales y Silvopastoriles, en todas las áreas de recarga en estudio, así como para todo el resto de los municipios de San Ramón y Juigalpa.

#### 4.5. Recarga de agua subterránea para los municipios de San Ramón, (Matagalpa) y Juigalpa, (Chontales)

Para tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico, así como, también en el ordenamiento territorial, es importante estimar la recarga de agua subterránea. Por lo que en el cuadro 17 se presenta el volumen de agua que recarga a las aguas subterráneas en cada zona priorizada en el municipio San Ramón.

Según el cuadro 17, en las área de recarga de San Juan y El Horno, se dan la mayor recarga al agua subterránea, estimándose 3.35 y 3.00 Millones de Metros Cúbicos (MMC) respectivamente.

**Cuadro 17.** Volumen de agua que recarga las aguas subterráneas en el municipio de San Ramón, Matagalpa

<b>San Ramón</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>RAS(m)</b>	<b>Volumen m<sup>3</sup></b>	<b>Volumen MMC</b>
Tapasle	0.62	620000	0.19	119325.2	0.12
La Suana	0.81	810000	0.22	174781.8	0.17
San Juan	12.17	12170000	0.28	3350644.4	3.35
El Jícaro	1.45	1450000	0.19	270599	0.27
El Horno	9.45	9450000	0.32	2995933.5	3.00

En Tapasle, La Suana y El Jícaro, según las características del suelo, la pendiente del terreno y el uso actual es donde se estimó el menor de volumen de agua que recarga a los acuíferos. Esto puede ser debido a que existe mucha vegetación arbustiva baja y suelos desprovistos de cobertura, así como pendientes de entre 30 y 50%.

Para el municipio de Juigalpa, en el cuadro 18 se presentan los volúmenes de agua estimados que recargan a los acuíferos en cada zona de recarga hídrica priorizada.

En las áreas de recarga de Aguas Buenas, San Miguelito y San Ramón, es donde se dan las mayores recargas hídricas al acuífero, para lo cual se estimó 1.75, 1.69 y 1.41 MMC respectivamente. Mientras que en Piedras Grandes y Amerrisque la recargar de agua al acuífero es menor. En estas áreas de recarga influyen las pendientes del terreno que son mayores al 50%,

uso del suelo que es cultivo anual y pastos, así como el manejo de los suelos, ya que no tienen establecido obras de conservación de suelos y agua.

**Cuadro 18.** Volumen de aguas subterráneas para el municipio de Juigalpa, Chontales

<b>Juigalpa</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>RAS(m)</b>	<b>Volumen m<sup>3</sup></b>	<b>Volumen. MMC</b>
San Miguelito	13.08	13080000	0.13	1686796.8	1.69
Piedra Grandes	3.43	3430000	0.13	428955.8	0.43
San Ramon	9.93	9930000	0.14	1409067	1.41
Aguas. Buenas	13.98	13980000	0.13	1748338.8	1.75
Amerisque	5.32	5320000	0.12	644518	0.64

Las áreas en estudio en el municipio de Juigalpa presentan menor volumen de recarga en las aguas subterráneas, con respecto a las áreas del municipio de San Ramón. Esto puede ser debido a que el bosque solo representa el 17.4% del territorio. El bosque brinda protección al suelo, reduce la escorrentía y permite mayor infiltración.

En resumen se puede decir que: Las áreas de recarga del municipio de Juigalpa recargan mucho menos volumen de agua al acuífero que las áreas del municipio de San Ramón esto se debe a los usos de suelo que existen en ambos municipios.

Las áreas presentes en el municipio de San Ramón cuentan con un porcentaje mayor de cobertura de bosque, lo que favorece a la infiltración del agua, el pasto está en muy pocas proporciones con un 16% del territorio de las áreas de recarga. La extensión del territorio de las áreas de recarga en el municipio de San Ramón son mayores que el municipio de Juigalpa.

La ganadería como actividad principal tiene gran presión en las áreas de recarga en el municipio de Juigalpa, por lo que influye la compactación en los suelos debido al sobrepastoreo, reflejándose en los resultados la baja infiltración que poseen las áreas en el municipio de Juigalpa.

#### **4.6. Medidas iniciales para la restauración de las áreas priorizadas de recarga hídrica**

Las medidas iniciales para restauración de las áreas de recarga hídrica, se basa en los resultados obtenidos.

En las cinco áreas de recarga estudiadas en el municipio de San Ramón, el bosque no tiene un porcentaje de cobertura arbórea mayor del 80%. En el municipio de Juigalpa de las cinco áreas en estudio, sólo San Ramón tiene bosques con 80% de cobertura vegetal arbórea. Por lo que a nivel general de las diez áreas de recarga, tienen la posibilidad de recarga hídrica moderada por este uso. Mientras que en los usos de pasto, cultivos anuales, bosque de galería, café bajo sombra, tacotal y sistema silvopastoril, de cada zona de recarga hídrica tienen un porcentaje de cobertura menor de 40% en ambos municipios.

Para aumentar la posibilidad de recarga hídrica, se proponen alternativas como las siguientes:

- Aumento de la cobertura boscosa
- Protección al suelo
- Mejoramiento en el proceso de infiltración del agua al suelo
- Mejorar los niveles de agua subterráneas
- Mejorar la disponibilidad del agua para las comunidades.
- Extensión comunal: organización, capacitación y difusión

#### **4.6.1. Estrategia para la recuperación de las zonas de recarga**

El agua es uno de los recursos naturales más degradados, debido principalmente a la reducción de la cobertura forestal, las prácticas agronómicas inadecuadas y cambios en el uso del suelo que reducen la capacidad de captación y almacenamiento de agua en los mantos acuíferos.

Los cuerpos de agua (lagos, ríos, quebradas y ojos de agua), en las zonas de estudio, se encuentran desprovistos de una cobertura vegetal que sirva como protector natural para mantener las condiciones naturales adecuadas que aseguren la calidad del agua y evitar el deterioro y contaminación de la misma. Por ello, es necesario establecer coberturas vegetales protectoras que contribuyan a garantizar la protección del recurso edáfico e hídrico.

En el cuadro 19, se presentan las especies nativas que pueden influir en el aumento la cobertura boscosa en las áreas de recarga priorizadas ya que cumplen con las características como copa

aparasolada, crecimiento rápido, enriquecer el número de individuos en el bosque. Estas especies que se proponen, tiene el propósito de mejorar la protección al suelo, aporte de biomasa, evitar el deterioro del suelo y lo más importante mejora los niveles de infiltración del agua, por consiguiente la disponibilidad de los cuerpos de agua (cantidad y calidad) de las zonas de recarga hídricas.

**Cuadro 19.** Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zonas de recarga hídrica de los municipios de San Ramón y Juigalpa.

Municipio	San Ramón		Juigalpa	
Criterio	Especie		Especie	
	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nativas</li> <li>• Crecimiento rápido</li> <li>• sobrevivencia</li> <li>• Aumento de cobertura boscosa</li> </ul>	Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Almendro de río	<i>Andira inermis</i>
		<i>Heliocarpus appendiculaatus</i>		
	Majagua		Muñeco	<i>Cordia collococca</i>
	Mora	<i>Chlorofora tinctoria</i>	Mora	<i>Chlorofora tinctoria</i>
	Guabillo	<i>Inga vera</i>	Nanciton	<i>Hyeronima alchorneoides</i>
	Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>
	Guayabon	<i>Terminalia oblomga</i>	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
	Pino	<i>Pinus ocarpa</i>	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>

Para aumentar la cobertura boscosa se seleccionaron 7 especies con los criterios que se observan en el cuadro 19. Estas especies seleccionadas tienen la capacidad de proteger el suelo para evitar o disminuir los impactos de la lluvia reducir las pérdidas de suelos por erosión hídrica.

Las especies se seleccionaron mediante la revisión de literatura ya son especies que presentan copa densa, la mayoría presentan copa en forma de sombrilla, lo cual permite una mayor reducción de erosión de los suelos permitiendo la infiltración del agua hacia los mantos acuíferos, de igual manera brindando protección a las fuentes de agua utilizadas para consumo de los animales domésticos

#### 4.6.2. Especies integradoras en los sistemas agroforestales

Las especies propuestas para la integración en los sistemas agroforestales y silvopastoriles, no solamente tienen su rol en dar protección a suelo y disminución de la escorrentía, sino que también cumplen con las necesidades de los principales usuarios de estos, en la obtención de alimento y en la comercialización de los mismos, generando ingresos a las familias, además que se disminuye la presión sobre el bosque al aprovechar productos como leña, postes, estacas y forrajes.

Los árboles dispersos en potreros son capaces de generar un microclima durante el verano, la sombra proveniente de la forestación reduce el stress provocado por el calor sobre el ganado y reduce la pérdida de palatabilidad y turgencia sobre el componente herbáceo permitiendo el consumo del mismo por parte del componente ganadero y aumentando los kilos del ganado y por ende la producción y calidad de la carne y leche.

Los sistemas agroforestales tienen relación con otros sistemas de producción agropecuaria, que permite:

**1. Conservación y manejo del suelo**, este incluye el control de la erosión, el manejo de cuerpos de aguas, la estabilización de taludes y la reducción del viento. Un efectivo control de la erosión se realiza al complementar las plantaciones agroforestales con obras de conservación, tales como, zanjas de infiltración o acequias de laderas.

**2. Mejoramiento del microclima en áreas de producción o de vivienda**, permite la modificación de factores microclimáticos, como el viento, la humedad y la radiación solar.

**Vientos:** El establecimiento de cortinas rompe vientos disminuye la velocidad del viento evitando daños, tanto en las plantaciones o cultivos, como los causados al suelo por el arrastre de las partículas producido por la erosión eólica.

**Humedad:** Consecuentemente con la reducción del viento se produce una disminución de evaporación del suelo, lo cual permite mantener mayores niveles de humedad en el mismo. Igualmente se concentra mayor humedad con la presencia de árboles, la cual es captada en sus copas y posteriormente desplazada al suelo al escurrir por su tronco o por goteo de la misma.

**Insolación:** El establecimiento de árboles en cultivos susceptibles al sol, garantiza su cobertura y protección, siempre y cuando se tengan en cuenta las características de la especie forestal a establecer.

### **3. Diversificación de productos**

Los principales productos que el productor puede esperar incluyen madera, leña, frutos, forraje, medicinas, a más de otras utilidades como la delimitación de la propiedad y la protección de áreas o cultivos.

Las especies presentes en el cuadro 20, son propuestas para ambos municipios, ya que son especies que se adaptan a climas cálidos, semicalidos, semisecos, secos y templados por ejemplo la guayaba *Psidium guajaba*. Se pueden establecer en potreros, orillas de caminos y en áreas de cultivo y pastizales, cumpliendo como protectora al suelo y mejorando los porcentajes de coberturas.

**Cuadro 20.** Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas agroforestales y silvopastoriles para las zonas de estudio San Ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.

Criterio	Especies	
	Nombre común	Nombre científico
Aumento de la cobertura cultivos agrícolas	Aguacate	<i>Persea americana</i>
	Jocote	<i>Spondia purpurea</i>
	Mango	<i>Mangifera indica</i>
	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>
	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
	Limón	<i>Citrus limón</i>
	Níspero	<i>Eryobotria japónica</i>
Aumento de la cobertura para ganadería	Genízaro	<i>Albizia saman</i>
	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	Guachipilin	<i>Diphysa rabinioides</i>
	Guanacaste de oreja	<i>Enterolobium cyclocarpus</i>
	Leucaena	<i>Brasimun aliscatrum</i>
	Ojoche	<i>Leucaena leucocephala</i>

## V. CONCLUSIONES

En la composición arbórea del bosque de las áreas de recarga de los municipios de San Ramón; presentan mayor cantidad de especies así como una abundancia mayor de árboles por hectáreas que las áreas de recarga del municipio de Juigalpa. Las áreas de bosque de los dos municipios se pueden considerar como bosques jóvenes porque presentan un alto porcentaje de los árboles en categorías diamétricas de 10cms.

Las especies encontradas en el bosque de las áreas de recarga hídrica de los municipios de San Ramón y Juigalpa no son similares. Lo que puede influir en el nivel de interceptación del agua, y con ello la infiltración y recarga del acuífero

De acuerdo a los usos de suelos, predominan las áreas de cultivos y áreas de pasto dentro de las 5 áreas de recarga del municipio de Juigalpa, lo que puede influir a su baja recarga al agua subterránea.

Las áreas de recarga del Municipio de San Ramón presentan una mayor cobertura de bosque. Cada área de recarga tiene aproximadamente el 40% de cobertura forestal. En el municipio de Juigalpa la cobertura de bosque representa aproximadamente el 17% existiendo una diferencia significativa entre ambos municipios

Las medidas para el incremento de la cobertura vegetal en las áreas de recarga hídrica priorizadas están basada en criterios de selección con fin de enriquecer los fragmentos de bosques degradados proponiendo 7 especies para las zonas de San Ramón, Matagalpa y 7 especies de para la zona de Juigalpa, Chontales ya que estas cumplen con los criterios definidos; nativas, crecimiento rápido, alto porcentaje de sobrevivencia y que aumenten la cobertura boscosa

## VI. LITERATURA CONSULTADA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2006.** Metodología para la evaluación de servicios ambientales. Guatemala, GT. 36 p.
- Castro, j. 2009.** Análisis de vulnerabilidad de fuentes de agua de consumo humano y de las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca la concordia, Jinotega, Nicaragua. (En línea). Turrialba, CR. CATIE. Consultado 26 feb 2015. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2925E/A2925E.PDF>
- Cotler, H. 2004.** El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Ed. Instituto Nacional de Ecología INE). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México D. F. 269 p.
- Díaz Rivera, E.S. 2012.** Estudio de La Composición Florística, del Bosque Ripario en la Microcuenca La Laguneta, Municipio de Pueblo Nuevo, Estelí. Tesis Ing. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 50 p.
- INAB (Instituto Nacional de Bosque). 2003.** Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural. Manual Técnico. Guatemala, GT. 106 p.
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal) 2006.** Manejo forestal. Elaboración de planes de manejo y planes operativos de aprovechamiento en bosques húmedos latifoliados. Managua, NI. 28p
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal) 2007.** Resumen de resultados del inventario nacional forestal 2007-2008. Proyecto FAO/UTF/NIC/030/NIC TCP/NIC/3105. Managua, NI. 19 p
- INEC (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos). 2003.** Características del Departamento de Chontales. (En línea). Managua, NI. Consultado 18 feb 2015. Disponible en: <http://www.inide.gob.ni/atlas/caracteristicasdep/Chontales.htm>.
- Lamprecht, H. 1962.** Ensayo sobre métodos de análisis Estructural de los bosques Tropicales. Acta Científica Venezolana. Universidad de Los Andes. Venezuela. Vol. 13, Número 22. 57-65 p.
- Magurran, A. 1988.** Ecological Diversity and Its Measurement. University Press. Cambridge. London. Pag. 179.
- Margalef, R.1972.** Homenaje a Evelyn Hutchinson, o por qué existe un límite superior a la diversidad, Trans. Connect.Acad.Artes Ciencia. 44:211-35.
- Matus, O. Faustino, J. y Jiménez, F. 2007.** Metodología para la identificación participativa de Zonas con potencia de Recarga Hídrica en Subcuenca Hidrográficas. Validación en la subcuenca del rio Jucuapa, Nicaragua. NI. 12p.

- Miranda, R. 1999.** Biodiversidad: Factores que la afectan en la biosfera e Índices de Diversidad. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 55 p.
- Matteucci, S.; Colma, A. 1962.** Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría general de la Organización de Los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo, Científico y tecnológico. Washington. Monografía número 22.
- Moreno, C. 2001.** Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza - España. 84 pág.
- OIMT 2002.** Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Serie de políticas forestales OIMT N° 13. OIMT, Yokohama, Japón.
- Pérez Pérez, A, M. 2004.** Aspectos conceptuales, análisis numérico, monitoreo y comunicación de datos sobre Biodiversidad. Primera edición MARENA- ARAUCARIA. Centro de malacología/Diversidad animal UCA. Managua. Nicaragua. 302 p.
- Schosinsky y losilla. 2000.** Modelo Analítico para Determinar la Infiltración con Base en la lluvia mensual. Revista Geológica de América Central 23:43-55.
- Spellerberg, I. 1991.** Monitoring ecological change Cambridge University Press, U.K. 334 p.
- Ugalde, L. 1981.** Conceptos básicos de Dasometria. CATIE. Turrialba, CR. 23p.
- UNA, MARENA. 2015.** Levantamiento de línea base para la evaluación de las fincas o parcelas del programa de compensación por servicio ambiental. Usos de suelo en áreas de recarga seleccionada, municipio San Ramón, Matagalpa. MARENA. Managua. NI. 29 p.
- UNA, MARENA. 2015.** Levantamiento de línea base para la evaluación de las fincas o parcelas del programa de compensación por servicio ambiental. Usos de suelo en áreas de recarga seleccionada, municipio Juigalpa, Chontales. MARENA. Managua. NI. 29 p.
- MARENA, 2007.** Programa Socioambiental de desarrollo Forestal (POSAF). Manejo y aprovechamiento del bosque latifoliado. MARENA. Managua, NI. 62p.
- UNA (Universidad Nacional Agraria). 2012.** Estudio de caracterización Microcuena Quebrada seca. Totogalpa, Madriz. (Correo electrónico). Managua, NI. UNA.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Especies arbóreas encontradas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en el municipio de San Ramón, Matagalpa, 2015.

No	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
2	Carao	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae
3	Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae
4	Gavillo de río	<i>Inga vera ssp. Spuria</i>	Mimosaseae
5	Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
6	Quebracho	<i>Lysiloma auritum</i>	Mimosaseae
7	Tapatamal	<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Polygonaceae
8	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
9	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moreaceae
10	Guabo Negro	<i>Inga punctata</i>	Mimosaseae
11	Cañafístula	<i>Cassia fistula</i>	Caesalpiniaceae
12	Cedro Real	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
13	Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
14	Jobo lagarto	<i>Sciadodendro excelsum</i>	Araliaceae
15	Majagua	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae
16	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae
17	Guaba	<i>Inga densiflora</i>	Mimosaseae
18	Chaperno	<i>Albicia adinocephala</i>	Mimosaseae
19	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	Pinaceae
20	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
21	Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae
22	Plátano	<i>Sapinduns saponaria</i>	Musaceae
23	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
24	Mampas	<i>Lippia myriocephala</i>	Verbenaceae

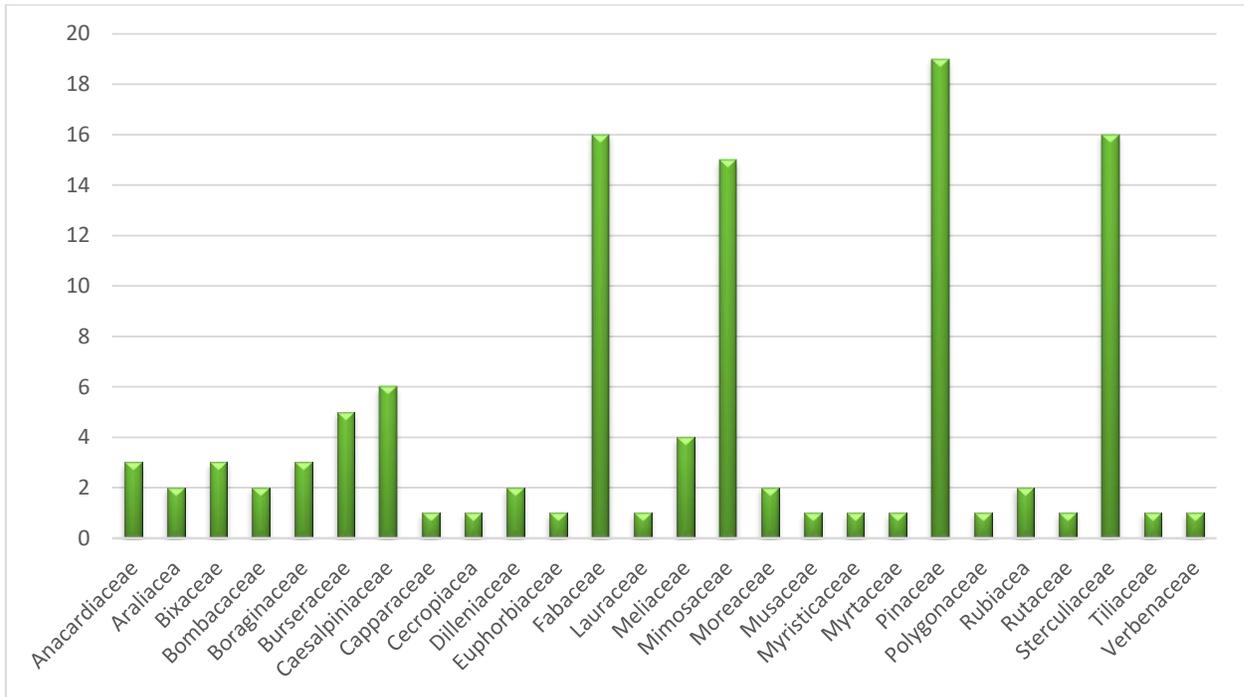
25	Arrayan	<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae
26	Achote de Monte	<i>Bixa Orellana</i>	Bixaceae
27	Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
28	Frijolillo	<i>Leucaena salvadorensis</i>	Fabaceae
29	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimu</i>	Rubiacea
30	Higo	<i>Ficus carica</i>	Moreaceae
31	Guanacaste de Oreja	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaseae
32	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
33	Guanacaste Blanco	<i>Albicia caribea</i>	Mimosaseae
34	Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	Mimosaseae
35	Sangregrado	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Euphorbiaceae
36	Limoncillo	<i>Capparis verrucosa</i>	Capparaceae
37	Sebo	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae
38	Almendro	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae
39	Chaparro	<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae
40	Coyote	<i>platymiscium pleiostachyum</i>	Fabaceae

**Anexo 2.** Especies arbóreas Chontales 2015.encontradas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en el municipio de Juigalpa

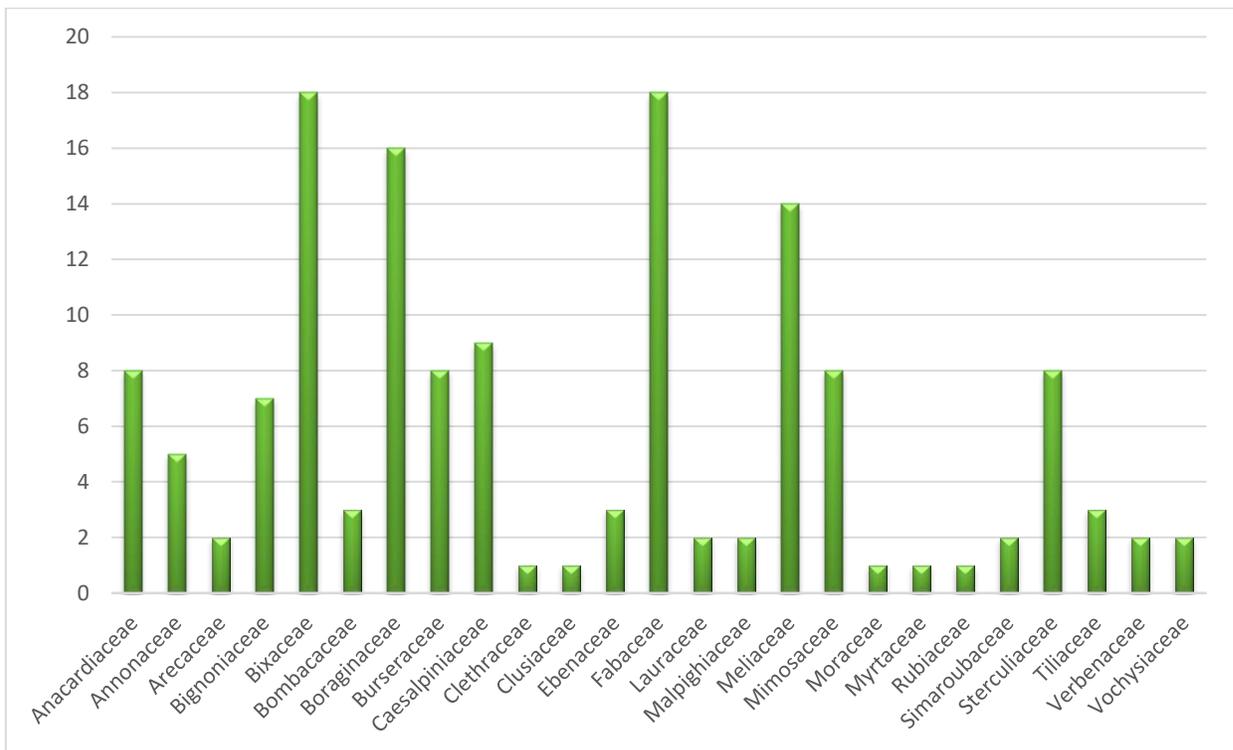
No	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
1	Aguacate de monte	<i>Persea coerulea</i>	Lauraceae
2	Carol	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
4	Guácimo ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
5	Guacuco	<i>Eugenia hondurensis</i>	Myrtaceae
6	Jocote jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae
7	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
8	Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
9	Poro-poro	<i>Cochlopermun vitifoliwn</i>	Bixaceae
10	Muñeco	<i>Cordia collococca</i>	Boraginaceae
11	Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Fabaceae
12	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae
13	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
14	Igualtil	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
15	Manga larga	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae
16	Genizaro	<i>Pithecellobium saman</i>	Mimosaceae
17	Nancite macho	<i>Clethra lanata</i>	Clethraceae
18	Quita Calzón	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae
19	Sombra de mico	<i>Phoebe mexicana</i>	Lauraceae
20	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
21	Quebracho	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Mimosaseae
22	Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae
23	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae
24	Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>	Mimosaceae

25	Chicharon blanco	<i>Rhdera trinervis</i>	Verbenaceae
26	Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabaceae
27	Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae
28	jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
29	poro poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae
30	Caraña	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae
31	Jocomico	<i>Rheedia intermedia</i>	Clusiaceae
32	Acetuno	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae
33	Chocoyo	<i>Diospyros nicaraguensis</i>	Ebenaceae
34	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
35	Coyol	<i>Attalea cohune</i>	Arecaceae
36	Soncoya	<i>Annona purpurea</i>	Annonaceae
37	Chilamate	<i>Ficus colubrinae</i>	Moraceae
38	Aguegue	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae

**Anexo 3.** Familias botánicas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en San Ramón, Matagalpa.



**Anexo 4.** Familias botánicas en las áreas de recarga hídrica priorizadas en San Ramón, Matagalpa.



**Anexo 5.** Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zona de San Ramón, Matagalpa.

<b>Criterios</b>	<b>Especies recomendadas</b>	<b>Características de las especies</b>
Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa	Almendro de río ( <i>Andira inermis</i> )	Árbol caducifolio de hasta 30 metros de altura, copa umbeliforme y redondeada árbol idóneo para plantarse a la orilla de corrientes de agua.
	Majagua ( <i>Heliocarpus appendiculaatus</i> )	Árbol de hasta 25 metros de altura con ramas ascendentes
	Mora ( <i>Chlorofora tinctoria</i> )	Es un árbol que crece hasta los 22 m de altura, posee copa ancha, Se propaga fácilmente de forma natural a través de pájaros y murciélagos que comen los frutos y esparcen en los campos las semillas a través de la digestión.
	Guabillo ( <i>Inga vera</i> )	Es una especie que se adapta a climas Cálidos y húmedos, Árbol de mediano a grande entre 6 y 18 m. de altura. Diámetro entre 15 y 20 cm. a la altura del pecho. Copa amplia y de ramas largas, siempre verde
	Roble ( <i>Tabebuia rosea</i> )	Árbol caducifolio de copa estratificada, de hasta 15 metros de altura
	Guayabon ( <i>Terminalia oblonga</i> )	Árbol de tamaño grande de 30 m. de altura y 30 cm. de diámetro con gambas altas y delgadas y copa mediana de ramas grandes. Se reporta una sobrevivencia en ensayos con mezclas de especies y tacotales, de 70 a 83%.
	Pino ( <i>Pinus ocarpa</i> )	Árbol de hasta 45 metros de altura, presenta copa irregular y relativamente ralas

**Anexo 6.** Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa para la zona de Juigalpa, Chontales.

Criterios	Especies recomendadas	Características de las especies
Especies propuestas para el aumento de la cobertura boscosa	Almendro de río ( <i>Andira inermis</i> )	Árbol caducifolio de hasta 30 metros de altura, presenta copa umbreliforme y redondeada, con follaje denso
	Muñeco ( <i>Cordia collococca</i> )	Árbol que alcanza hasta los 30 metros de altura, presenta copa umbelada y redondeada, follaje denso y ramas grandes
	Mora ( <i>Chlorofora tinctoria</i> )	Es un árbol que crece hasta los 22 m de altura, posee copa ancha, Se propaga fácilmente de forma natural a través de pájaros y murciélagos que comen los frutos y esparcen en los campos las semillas a través de la digestión.
	Nancitón ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	Árbol de hasta 40 m copa largamente umbelada, follaje denso, tronco generalmente recto y cilíndrico El Nancitón tiene una buena sobrevivencia, hasta 89% en poblaciones puras y 95% si se planta en charrales o tacotales.
	Chaperno ( <i>Albizia adinocephala</i> )	Árbol utilizado para brindar sombra y mejorar suelos degradados, puede alcanzar hasta los 20 metros de altura
	Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	Árbol de gran tamaño de hasta 40 metros de altura, posee una copa amplia, posee cierta resistencia a hongos e insectos
	Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> )	Se desarrolla en un amplio rango de hábitat. Ha sido reportada en el bosque tropical seco, transición a bosque húmedo, los árboles pueden alcanzar alturas de 8 m. en cinco años

**Anexo 7.** Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas agroforestales para las zonas de estudio San ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.

<b>Criterios</b>	<b>Especies recomendadas</b>	<b>Características de las especies</b>
Especies propuestas para el aumento de la cobertura en sistemas agroforestales	Aguacate	Árbol de hasta 10 metros de altura , frutos comestibles
	Jocote ( <i>Spondia spp</i> )	Árbol o arbusto de 3 a 8 metros de altura incluso puede llegar a los 15 metros, copa muy extendida, útil para sistemas agroforestales, como cercas vivas.
	Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	Árbol de tamaño mediano, de 10-30 m de altura, con un fruto carnoso (drupa) comestible
	Guayaba ( <i>Psidium guajaba</i> )	Árbol perennifolio o caducifolio de 3 hasta 10 metros de altura, copa irregular, utilizada como cercas, prosperando en distintas condiciones climáticas.
	Naranja ( <i>citrus sinesis</i> )	Árbol frutal de tamaño mediano, de hasta 13 metros de altura, posee copa grande y redondeada
	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> )	Árbol de tamaño mediano a grande, inerme, perennifolio bajo óptimas condiciones o subcaducifolio, de 10 a 25 m, Copa redondeada, grande, extendida y abierta, con una cobertura de 6 a 10 m.
	Limón ( <i>Citrus limón</i> )	Árbol perennifolio, pequeño que puede alcanzar hasta los 4 metros de altura, presenta una copa abierta y con gran profusión de ramas.
	Níspero ( <i>Eryobotria japónica</i> )	Árbol de 6 a 9 metros posee copa redondeada, ramifica a muy baja altura, con ramillas gruesas.

**Anexo 8.** Especies propuestas para el aumento de la protección al suelo en sistemas silvopastoriles para las zonas de estudio San ramón, Matagalpa y Juigalpa, Chontales.

<b>Especies</b>		<b>Características</b>
<b>N. Común</b>	<b>N. Científico</b>	
Genízaro <b>Árboles en potreros</b>	<i>Albizia saman</i>	Árbol de unos 12 metros d altura, posee una copa densa y Contiene de 30 a 40% de proteínas en sus tallos y hojas tiernas y una alta digestibilidad por el ganado
Guácimo de ternero <b>Cercas vivas</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Contiene proteínas y una alta digestibilidad para el ganado
Guachipilín <b>Cercas vivas</b>	<i>Diphysa rabinoides</i>	Contenido de proteínas en su tallo y hojas tiernas con un alta digestibilidad
Guanacaste de oreja <b>Árboles en poteros</b>	<i>Emterolobium ciclocarpus</i>	Árbol con una copa densa, presenta un alto Contenido de proteína principalmente en sus tallos, hojas y vainas verdes
Ojoche <b>Árboles en potreros</b>	<i>Brasimun aliscatrum</i>	Contenido de proteínas en hojas frutas y semillas, alta digestibilidad y aumenta la producción de leche.
Leucaena <b>Cerca viva</b>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Crecimiento rápido, contenido alto de proteína en tallos tiernos y hojas, digestibilidad alta