

**RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA MICROCUENCA
SANTA HELENA (SUESCA, CUNDINAMARCA)**

CONVENIO:

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA-CAR PONTIFICIA
UNIVERSIDAD JAVERIANA (UNESIS- ESCUELA DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA)**

**JUNIO 2004
BOGOTÁ D.C**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA	10
4.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SUESCA.....	10
4.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y ADMINISTRATIVOS.....	10
4.1.2 ASPECTOS BIOFÍSICOS.....	10
4.1.3 USO DE LA TIERRA	10
4.1.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	11
4.2 GENERALIDADES DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE SUESCA.....	11
4.2.1 LOCALIZACIÓN	11
4.2.2 CLIMATOLOGÍA.....	11
4.2.3 BALANCE HÍDRICO	12
4.2.4 GEOLOGÍA.....	13
4.2.5 HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA	13
4.2.6 COBERTURA Y USO DEL SUELO.....	13
4.2.7 FAUNA.....	15
4.2.8 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	15
4.2.9 HISTORIA DEL USO	15
4.2.10 PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE SUESCA.....	16
4.3 MICROCUENCA SANTA HELENA.....	17
4.3.1 LOCALIZACIÓN	17
4.3.2 ESTADO ACTUAL DE LA MICROCUENCA.....	17
4.3.3 SUELOS.....	18
4.3.4 ZONA DE VIDA.....	18
4.3.5 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	18
5. METODOLOGÍA PARA ABORDAR LA RESTAURACIÓN.....	20
5.1. ETAPA I. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA SANTA HELENA.....	23
5.1.1 DESARROLLO DE PROCESOS DE SENSIBILIZACIÓN Y APROPIACIÓN DEL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO Y MANEJO DE LOS RECURSOS EN LA CUENCA EN EL MARCO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.	23
5.1.1.1 Justificación	23
5.1.1.2 Objetivos.....	23

5.1.1.2.1 General	23
5.1.1.2.2. Específico	23
5.1.1.3 Metodología	24
5.1.1.4 Resultados Esperados.....	26
5.1.1.5 Cronograma.....	26
5.1.1.6 Presupuesto	27
5.1.2 ZONIFICACIÓN BIOFÍSICA DE LA MICROCUENCA SANTA HELENA COMO CRITERIO DE HETEROGENEIDAD AMBIENTAL.....	28
5.1.2.1 Justificación	28
5.1.2.2 Objetivos	28
5.1.2.2.1 Objetivo general	28
5.1.2.2.2 Objetivos específicos	28
5.1.2.3 Metodología	28
5.1.2.4 Resultados esperados.....	29
5.1.2.5 Cronograma.....	30
5.1.2.6 Presupuesto	32
5.1.3.1 EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA COMO HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA MICROCUENCA DE SANTA HELENA	34
5.1.3.1.1 Planteamiento del problema:	34
5.1.3.1.2 Pregunta de investigación	34
5.1.3.1.3 Objetivos:	34
5.1.3.1.3.1 General	34
5.1.3.1.3.2 Específicos	34
5.1.3.1.4 Aspectos metodológicos	35
5.1.3.1.5 Resultados esperados	37
5.1.3.1.6 Cronograma de actividades	38
5.1.3.1.7 Presupuesto	38
5.1.4. CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN VASCULAR EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO), MUNICIPIO DE SUESCA – CUNDINAMARCA.	39
5.1.4.1. Justificación	39
5.1.4.2. Objetivos	39
5.1.4.2.1 Objetivo general	39
5.1.4.2.2 Objetivo específicos	39
5.1.4.3. Metodología	40
5.1.4.3.1 Estrato arbustivo y arbóreo.....	40
5.1.4.3.2 Estrato herbáceo	41
5.1.4.3.3. Análisis de datos.....	41
5.1.4.3.4 Formas de vida de la vegetación.....	42
5.1.4.4. Resultados esperados.....	43
5.1.4.5. Cronograma.....	43
5.1.4.6. Presupuesto	44
5.1.5 CARACTERIZACIÓN DE LA ENTOMOFAUNA PRESENTE EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, SUESCA-CUNDINAMARCA).	45
5.1.5.1. Justificación	45
5.1.5.2. Objetivos	46
5.1.5.2.1 Objetivo General.....	46
5.1.5.2.2 Objetivos Específicos.....	46
5.1.5.3. Metodología	46
5.1.5.3.1 Caracterización de la estructura y composición de la comunidad de insectos.....	47

5.1.5.3.1.1 Métodos de campo	47
5.1.5.3.1.2 Métodos de laboratorio	52
5.1.5.3.1.3 Métodos de análisis de información	52
5.1.5.3.2 Comparación de la estructura y composición de la comunidad.	53
5.1.5.3.2.1 Contraste de posición de Krustal-Wallis para k muestras.....	54
5.1.5.3.2.2 Afinidad	54
5.1.5.3.3 Definición de indicadores de áreas disturbadas.	55
5.1.5.4. Resultados esperados.....	55
5.1.5.5. Cronograma.....	55
5.1.5.6 Presupuesto	56
5.1.6 CARACTERIZACIÓN DEL ENSAMBLAJE DE AVES PRESENTE EN LA QUEBRADA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, SUESCA-CUNDINAMARCA)	57
5.1.6.1. Justificación	57
5.1.6.2. Objetivos.....	57
5.1.6.2.1 Objetivo general:.....	57
5.1.6.2.2 Objetivos específicos:.....	57
5.1.6.3. Metodología	58
5.1.6.3.1 Fase de campo	58
5.1.6.3.2 Recolección de la información para el primer objetivo específico	58
5.1.6.3.2.1 Conteo por puntos intensivos	58
5.1.6.3.2.2 Muestro con redes de captura.....	59
5.1.6.3.3 Análisis de datos para el primer objetivo específico	59
5.1.6.3.4 Recolección de la información para el segundo objetivo específico... ..	61
5.1.6.3.4.1 Muestras de materia fecal.....	61
5.1.6.3.4.2 Muestras contenido estomacal.....	61
5.1.6.3.5 Análisis de datos para el segundo objetivo específico.....	62
5.1.6.3.6 Recolección de información para el tercer objetivo específico.....	62
5.1.6.3.7 Análisis estadístico para el tercer objetivo específico	62
5.1.6.4. Resultados esperados.....	63
5.1.6.5. Cronograma.....	63
5.1.6.6. Presupuesto	64
5.1.7 DIAGNÓSTICO DE LA HERPETOFAUNA Y DE SUS MICROHABITATS ASOCIADOS PRESENTES EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA)	65
5.1.7.1. Justificación	65
5.1.7.2. Objetivos.....	65
5.1.7.2.1 Objetivo General.....	65
5.1.7.2.2 Objetivos Específico	65
5.1.7.3. Metodología	66
5.1.7.3.2 Diseño de Muestreo	66
5.1.7.3.3. Composición de la comunidad de reptiles y anfibios	67
5.1.7.3.4 Identificación de microhabitats	68
5.1.7.4. Resultados esperados.....	70
5.1.7.5. Cronograma.....	70
5.1.7.6 Presupuesto	71
5.1.8 EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO, DISTURBADO POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA	72
5.1.8.1. Justificación	72
5.1.8.2. Objetivos.....	72
5.1.8.2.1 Objetivo General.....	72
5.1.8.2.2 Objetivos Específicos.....	72
5.1.8.3. Metodología	73

5.1.8.3.1 Trabajo de campo.....	73
5.1.8.3.2 Trabajo de laboratorio.....	74
5.1.8.3.3 Análisis de la información	74
5.1.8.4. Resultados Esperados.....	74
5.1.8.5. Cronograma	75
5.1.8.6. Presupuesto	75
5.2 FASE II. MONTAJE DE EXPERIENCIAS PILOTO Y SEGUIMIENTO	76
5.2.1 EFECTO DE LA PLANTACIÓN DE CHILCO (BACCHARIS LATIFOLIA R. & P.) Y CORONO (XYLOSMA SPICULIFERUM TR. & PL.) A DIFERENTES DENSIDADES SOBRE LA SUCESIÓN VEGETAL EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA. SUESCA. CUNDINAMARCA.....	76
5.2.1.1. Justificación	76
5.2.1.2. Objetivos	76
5.2.1.2.1 Objetivos General	76
5.2.1.2.2 Objetivos Específicos.....	76
5.2.1.3. Metodología.	77
5.2.1.3.1 Fase de campo	77
5.2.1.3.2 Diseño Experimental:	77
5.2.1.3.3 Monitoreo:	79
5.2.1.4. Resultados esperados.....	84
5.2.1.5. Cronograma	84
5.2.1.6. Presupuesto.....	85
5.2.2 EFECTO DE LA PLANTACIÓN DE CIRO (BACCHARIS BOGOTENSIS H.B.K) Y ESPINO (DURANTA MUTISSI L.F) A DOS DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA).....	87
5.2.2.1 Justificación.....	87
5.2.2.2. Objetivos	87
5.2.2.2.1 Objetivos General	87
5.2.2.2.2 Objetivos Específicos.....	87
5.2.2.3. Metodología.	88
5.2.2.3.1 Diseño experimental	88
5.2.2.3.2 Establecimiento de las parcelas	88
5.2.2.3.3 Establecimiento de tratamientos.....	89
5.2.2.3.4 Monitoreo	91
5.2.2.3.5 Estructura y Composición de la Vegetación	91
5.2.2.3.6 Atributos vitales	94
5.2.2.3.7 Distancia de siembra ideal	94
5.2.2.4 Resultados esperados.....	94
5.2.2.5 Cronograma	95
5.2.2.6 Presupuesto	95
5.2.3 EFECTO DEL MONTAJE DE UN CORREDOR RIPARIO SOBRE EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, MUNICIPIO DE SUESCA – CUNDINAMARCA.	97
5.2.3.1 Justificación.....	97
5.2.3.2 Objetivos	97
5.2.3.2.1 Objetivos General	97
5.2.3.2.2 Específicos	97
5.2.3.3 Metodología.	98
5.2.3.4 Resultados esperados.....	106
5.2.3.5 Cronograma	107
5.2.3.6 Presupuesto	107

5.2.4 EFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE UN CORREDOR RIPARIO ARTIFICIAL SOBRE EL DESARROLLO DEL SUELO, EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, SUESCA-CUNDINAMARCA, COLOMBIA.....	109
5.2.4.1 Justificación	109
5.2.4.2 Objetivos	109
5.2.4.2.1 Objetivo general.....	109
5.2.4.2.2 Objetivos específicos.....	109
5.2.4.3 Metodología de investigación	110
5.2.4.4 Resultados esperados.....	111
5.2.4.5 Cronograma	112
5.2.4.6 Presupuesto	112
5.2.5 EFECTO DEL MONTAJE DE PLANTACIÓN DE CUATRO ESPECIES NATIVAS EN UN CORREDOR RIPARIO SOBRE EL REPOBLAMIENTO DE LA ENTOMOFAUNA EN LA MICROCUENCA DE SANTA HELENA –SUESCA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA).....	113
5.2.5.1. Justificación	113
5.2.5.2. Objetivos.....	113
5.2.5.2.1 Objetivo General.....	113
5.2.5.2.2 Objetivos Específicos.....	114
5.2.5.3. Metodología	114
5.2.5.3.1 Diseño Experimental	114
5.2.5.3.2 Fase de Laboratorio	117
5.2.5.3.3 Análisis Estadísticos	117
5.2.5.4. Resultados Esperados.....	118
5.2.5.5. Cronograma	118
5.2.5.6. Presupuesto	118
5.2.6 PERCHAS ARTIFICIALES PARA AVES, COMO FACILITADORES DE LA DIPERSIÓN DE SEMILLAS Y DEFINICIÓN DE SU VIABILIDAD, EN ÁREAS DEGRADADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA QUEBRADA SANTA HELENA, SUESCA, CUNDINAMARCA	120
5.2.6.1. Justificación	120
5.2.6.2. Objetivos.....	121
5.2.6.2.1. Objetivo general.....	121
Evaluar las perchas artificiales como facilitadores de la dispersión ornitocórica de semillas, y la viabilidad de estas.	121
5.2.6.2.2. Objetivos específicos.....	121
5.2.6.3. Metodología y análisis.....	121
5.2.6.4. Resultados esperados.....	124
5.2.6.5. Cronograma	124
5.2.6.6 Cronograma	125
6.PRESUPUESTO GENERAL	126
7.CRONOGRAMA GENERAL	132
8. BIBLIOGRAFÍA.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Balance Hídrico - Climático basado en las estaciones El Hatillo y Carrizal periodo 1960-2000 (Datos: CAR, Suesca).....	12
Figura 2. Coberturas vegetales presentes en la cuenca de la Laguna de Suesca.....	14
Figura 3. Esquema para abordar la restauración ecológica, conservación y producción sostenible en la microcuenca Santa Helena.....	22
Figura 4. Arreglos de las trampas Pitfall en cada una de las parcelas.....	48
Figura 5. Localización de los sitios de muestreo para la toma de las muestras de suelo para la caracterización de la edafofauna. E = Áreas disturbada.....	51
Figura 6. Posición de las trampas en la parcela de 400 m ² y en la de 100 m ² :	52
Figura 7. Esquema metodológico para la evaluación del efecto de la siembra de las especies <i>Baccharis latifolia</i> y <i>Xylosma spiculiferum</i> a diferentes densidades.....	78
Figura 8. Distribución de bloques	79
Figura 9. Proyección de la copa	82
Figura 10. Distribución de las parcelas de 25 m ²	89
Figura 11. Siembra a 1m.....	90
Figura 12a. Parcelas de 10m X 10m y con individuos (CORONO Y CHILCO) plantados a distancia de 1 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.	99
Figura 12b. Parcelas de 10m X 10m y con individuos (ESPINO Y CIRO) plantados a distancia de 1 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.	99
Figura 13. Distancias al tresbolillo para cada árbol de seis parcelas con distancia entre individuos de 1 m.	100
Figura 14a. Parcelas de 10 m X 10 m y con individuos (CORONO Y CHILCO) plantados a distancia de 2 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.....	101
Figura 14b. Parcelas de 10m X 10m y con individuos (ESPINO Y CIRO) plantados a distancia de 2 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.	101
Figura 15. Distancias al tresbolillo para cada árbol de seis parcelas con distancia entre individuos de 2 m.	102
Figura 16. Esquema para estimar la proyección de copa de un árbol.	104
Figura 17a. Esquema metodológico de las parcelas experimentales sobre un corredor ripario con densidad de siembra a una distancia de 1m	115
Figura 17b. Esquema metodológico de las parcelas experimentales sobre un corredor ripario con densidad de siembra a una distancia de 2m.	115
Figura 18. Muestra la disposición de las perchas asociada a la trampa de semillas, las medidas están indicadas en metros.....	122

1. INTRODUCCIÓN

Por lo general, las cuencas abastecedoras de las lagunas ubicadas en la provincia andina de Colombia son afectadas por diversos tipos de disturbios antrópicos, tales como: la tala, quema y el uso agropecuario entre otros, que a su vez generan cambios en su dinámica natural. La cuenca de la laguna de Suesca no es la excepción ya que presenta problemas de deforestación, erosión y un uso agropecuario intensivo, que repercuten sobre la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos y el empobrecimiento mismo de la tierra indispensable para la subsistencia de los habitantes de la zona.

Los sistemas de producción existentes en dicha cuenca han surgido a expensas de la transformación de los ecosistemas naturales, que proveen servicios ambientales claves como son: la regulación del recurso hídrico, la producción de oxígeno, hábitat para las especies, producción de alimento y regulación de la erosión del suelo.

Las condiciones de alteración en que se encuentra la cuenca de la laguna de Suesca, conforman un panorama preocupante del medio físico que es soporte territorial de las actividades humanas. Todo parece indicar que tanto la baja capacitación como el bajo nivel socioeconómico de la población han influido en la degradación gradual de los recursos. Actualmente, la región se encuentra habitada por una población campesina que lentamente se desintegra debido a que cada vez son más escasos los recursos para su supervivencia.

La microcuenca Santa Helena es un ejemplo claro del estado de degradación de dicha cuenca, ya que en ella se evidencian los mismos problemas de erosión, deforestación, pastoreo y uso agrícola intensivo. En este contexto fue contemplada como área piloto para la aplicación de tratamientos conducentes a la restauración parcial o total de la estructura y los procesos afectados por causas naturales y antrópicas sobre la cuenca de la laguna de Suesca.

Por tal motivo, el presente proyecto pretende iniciar procesos de restauración basados en el conocimiento del estado actual de la microcuenca para que contribuyan a lograr la armonía entre la oferta de los recursos y la demanda realizada por la comunidad, con el fin de lograr a futuro un manejo sostenible. El desarrollo se realizará en tres etapas: 1) zonificación y diagnóstico de la microcuenca que tiene como propósito establecer áreas homogéneas de acuerdo al régimen de disturbio y definir el punto de partida y de llegada de los tratamientos de restauración 2) montaje de experiencias piloto de restauración y seguimiento, cuyo propósito es definir las técnicas y estrategias más adecuadas para cada uno de los compartimentos del ecosistema y 3) el trabajo comunitario cuyo objetivo es contribuir en lograr un cambio en la actitud de la comunidad frente al uso del territorio.

El presente proyecto se enmarca dentro del convenio celebrado entre la Pontificia Universidad Javeriana y la Corporación Autónoma Regional – CAR cuyo objeto es aunar esfuerzos para el desarrollo de los planes operativos enmarcados en el “Plan Guía de Manejo para los Sitios de Interés Ambiental con Potencial Ecoturístico del Municipio de Suesca” formulado para las Áreas Piloto del SISTEMA REGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS - SIRAP.

2. JUSTIFICACIÓN

La Laguna de Suesca representa el área de mayor prioridad de acción dentro de las áreas piloto enmarcadas en el Plan de Manejo del municipio de Suesca, ya que es el principal cuerpo de agua léntico y un bien ambiental, con un alto valor histórico-cultural, local y regional (CAR, 2001). La cuenca ha sido soporte de cientos de familias campesinas que durante años han subsistido a expensas de los servicios ambientales obtenidos, tales como: oferta de leña, de nutrientes para los cultivos y pastos y oferta hídrica.

Sin embargo, el desconocimiento del funcionamiento de los ecosistemas, los bajos niveles de educación y la deficiente planificación y ejecución de programas de manejo y administración de recursos naturales han llevado a la cuenca a su degradación ecológica. Dicha degradación se manifiesta principalmente en el secamiento de quebradas, erosión del suelo, desaparición de bosques y arbustales naturales, presencia de plantaciones forestales exóticas y producción agropecuaria deficiente.

Basados en la problemática ambiental, económico y social en que se encuentra la cuenca de la Laguna de Suesca se hace fundamental iniciar experiencias piloto de restauración ecológica y conservación en algunas de sus microcuencas que lleven a implementar prácticas en toda la cuenca de la laguna, con base en los resultados obtenidos.

La restauración ecológica de la Microcuenca Santa Helena en el Municipio de Suesca pretende ser un modelo de aplicación de técnicas y estrategias de restauración en cada uno de los compartimentos de los ecosistemas, en áreas semisecas de alta montaña, cuyo objetivo principal es revertir los procesos de alteración y procurar un manejo sostenible de la tierra, teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada una de las áreas disturbadas. Este proceso será desarrollado con la participación activa de la comunidad de tal forma que sean ellos quienes se apropien del proyecto y le den viabilidad y continuidad.

Este proyecto se ajusta a las propuestas plasmadas en el Plan de manejo ambiental de la Laguna de Suesca desarrollado por la CAR (1998), donde se contempla el "desarrollo de prácticas biofísicas y sociales encaminadas a la recuperación de la estructura ecológica de la región". Para asegurar el éxito del proyecto es necesario la participación activa de la comunidad a diferentes niveles: 1) acompañamiento en la caracterización de la microcuenca y montaje de experiencias piloto, 2) participación activa en talleres comunitarios para incentivar el intercambio de saberes, 3) Desarrollo conjunto de planificación de fincas como base para el montaje experiencias, 3) comunicación de los resultados a otras comunidades.

El proyecto servirá como punto de partida para emprender la restauración ecológica de las áreas disturbadas de la microcuenca, a través de un trabajo coordinado entre la CAR y la Unidad de Ecología y Sistemática (Escuela de Restauración Ecológica) de la Pontificia Universidad Javeriana.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar técnicas y estrategias (tratamientos) de restauración ecológica basados en el estado de alteración de la microcuenca Santa Helena, que permitan la neutralización de los agentes tensionantes, el inicio y aceleración de la sucesión, el manejo sostenible de los recursos y un cambio de actitud de la comunidad frente al manejo del recurso hídrico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar la zonificación ecológica de la microcuenca Santa Helena, con base en los aspectos físicos y bióticos, como herramienta de ordenamiento para abordar la restauración ecológica y la implementación de sistemas productivos sostenibles.
2. Evaluar las formas de utilización de la tierra en la microcuenca Santa Helena estableciendo la demanda básica de recursos para su desarrollo y las posibilidades de su manejo a largo plazo con criterios de sostenibilidad biofísica.
3. Identificar y caracterizar las condiciones socioeconómicas básicas de las familias asentadas en la microcuenca, tendientes a definir patrones de comportamiento en el aprovechamiento de los recursos y posibilidades de apropiación de las estrategias de restauración y conservación por parte de los pobladores.
4. Evaluar el efecto de la plantación de las especies nativas *Baccharis bogotensis* H.B.K; *Duranta mutisii* L. f., *Baccharis latifolia* R. & P. y *Xylosma spiculiferum* Tr. & Pl.) a diferentes densidades sobre el desarrollo de la sucesión vegetal, en áreas alteradas por uso agropecuario.
5. Evaluar el efecto de la implementación de corredores riparios con las especies (*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq, *Duranta mutisii* L. f., *Baccharis latifolia* R. & P. y *Xylosma spiculiferum* Tr. & Pl.) sobre el proceso de restablecimiento del ecosistema.
6. Evaluar el efecto del establecimiento de perchas artificiales, para la visitancia de aves, como estrategia de restauración ecológica en áreas disturbadas por uso agropecuario.

4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

4.1 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SUESCA

4.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y ADMINISTRATIVOS

El municipio de Suesca se encuentra ubicado al Nor-Oriente del departamento de Cundinamarca. Las coordenadas geográficas de la cabecera municipal son de 05°06'17" de latitud Norte y de 73°48'08" de longitud Oeste. El área municipal ocupa una superficie aproximada de 176 km² y está dividida en 25 veredas según la división político-administrativa del municipio. Sus límites son al norte con los municipios de Cucunubá y Lenguaque, al oriente con Chocontá, al sur con Sesquile y Gachancipá y por el Occidente con Nemocón, Tausa y Cucunubá.(IGAC 1996; DANE, 1999).

4.1.2 ASPECTOS BIOFÍSICOS

La mayor parte de la superficie del Municipio de Suesca es plana a ligeramente ondulada. Su altitud promedio es de 2600 m.s.n.m, con una temperatura media anual de 13.7 °C. Las precipitaciones anuales son de 658 m.m., presenta un periodo de lluvias y otro seco. Entre los accidentes orográficos se destacan los cerros Amargosal, Buenavista, La Cabaña, la Casita, La esperanza, La Mana, Los Pantanos, Los Bebederos y Llano Grande. Lo bañan el Río Bogotá y varias corrientes menores; también se encuentra parte de la Laguna de Suesca. (IGAC, 1996).

En el municipio se encuentran representadas tres zonas de vida o formaciones vegetales (determinadas por la temperatura, altitud y precipitación). Estas zonas de vida son: a) el Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), b) Bosque Húmedo Montano (bh-M) y c) Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB)(IGAC 1996).

4.1.3 USO DE LA TIERRA

El uso de los suelos en el municipio está ligado a las actividades pecuarias y agrícolas. Los cultivos transitorios más importantes son: la papa, la arveja y el haba. Otros cultivos transitorios que no tienen una importancia significativa en la economía del municipio son la avena, cebada, cebolla bulbo, maíz mazorca, pimentón, tomate y trigo. El cultivo permanente de mayor importancia en el municipio es la fresa (DANE, 1999).

Las actividades pecuarias en el municipio están representadas por la explotación: avícola, cunícola, porcícola para engorde y ganado bovino, principalmente, para producción lechera. El ganado bovino representa el tipo de explotación pecuaria más importante del municipio (DANE, 1999). Estas actividades son desempeñadas en su mayoría por la población rural. Los productos que se obtienen de estas actividades, generalmente, se venden a intermediarios en las misma cabecera municipal y luego son llevados a centros de consumo más grandes como Bogotá (IGAC, 1993).

4.1.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Según el Censo Nacional realizado por el DANE en 1993, el municipio contaba con un total de 11.463 habitantes, de los cuales 3.125 se encontraban localizados en la cabecera municipal y 8.338 en el área rural (IGAC, 1996). Según el mismo DANE, la población total proyectada para el año 2002 para el municipio de Suesca sería de 14.395 habitantes, de ellos 4379 se localizarían en la cabecera municipal y 10.016 habitantes en el área rural (DANE 1999).

La población que permanece económicamente activa se encuentra ocupada en diversas labores como la agricultura, la ganadería y la minería. El sector agropecuario es el principal generador de empleo en el área rural mientras el comercio lo es en el área urbana (DANE, 1999).

El municipio cuenta con los servicios públicos de alcantarillado, energía y acueducto, sin embargo, no todas las viviendas de la cabecera municipal ni del área rural disponen de ellos (DANE, 1999).

4.2 GENERALIDADES DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE SUESCA

4.2.1 LOCALIZACIÓN

La cuenca de la laguna de Suesca está ubicada sobre Cordillera Oriental al nororiente del Departamento de Cundinamarca entre los Municipios de Suesca y Cucunuba (CAR, 1998). Se encuentra cerca de otros cuerpos lenticos como el de la Laguna de Cucunubá al norte, el embalse del Neusa al oeste, el embalse del Sisga al sur-oriente y el embalse de Tominé al sur (SIE, 1998).

Su extensión total es de 2610.8 ha., el espejo de agua se encuentra a 2800 m.s.n.m. y la altura máxima que alcanza su sistema montañoso es de 3100 m.s.n.m. Las veredas del municipio que hacen parte de laguna son El Hatillo y Ovejas. De acuerdo al Esquema de Ordenamiento (EOT) las Veredas El Hatillo y Ovejas son las de mayor superficie y las que más territorio comprometen. El Hatillo tiene 16,92 km², 9.56 % del territorio, y Ovejas 16,31 km², 9.21% del territorio (CAR, 2001).

4.2.2 CLIMATOLOGÍA

En la cuenca de la Laguna de Suesca se encuentran distribuidas dos zonas de vida o formaciones vegetales determinadas por la temperatura, altitud y precipitación: Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB). El clima de la cuenca es agresivo pues presenta contrastes en su pluviometría, estas condiciones favorecen la aparición y desarrollo de procesos erosivos los cuales son acelerados por la acción humana (SIE, 1998).

4.2.3 BALANCE HÍDRICO

Los datos climáticos de precipitación y temperatura que involucran al área de estudio, se encuentran registrados en las estaciones El Hatillo y Carrizal, al sur y norte de la Laguna respectivamente. La Estación El Hatillo, se encuentra en el Municipio de Suesca a 2885 m.s.n.m., sus coordenadas son de 73° 48' de Longitud Oeste y 05°10' de Latitud Norte, es la más cercana a la microcuenca y es únicamente de categoría pluviométrica, mientras que Carrizal, ubicada en el Municipio de Cucunuba a 2860 m.s.n.m, es de categoría ordinaria (CO) y se ubica entre los 73° 46' de Longitud Oeste y 05° 12' de Latitud Norte, de esta última se tomaron los datos de temperatura. Para la elaboración del balance hídrico, se definió un periodo de 41 años (1961-2002) para la precipitación y de 35 años (1965-2000) para la temperatura de tal forma que se pudieran observar de manera general las condiciones climáticas de la región. El balance hídrico se elaboró de acuerdo al método de Penam, además teniendo en cuenta las condiciones propias de los suelos, el valor de la constante de retención se estimo tomando los primeros 30 cm del suelo (Figura 1).

El promedio de las medias anuales de lluvias del periodo comprendido entre 1961 y 2002, es de 838.1 mm mientras que el promedio anual de temperatura del periodo 1965-2000 en la región es de 11,7 °C.

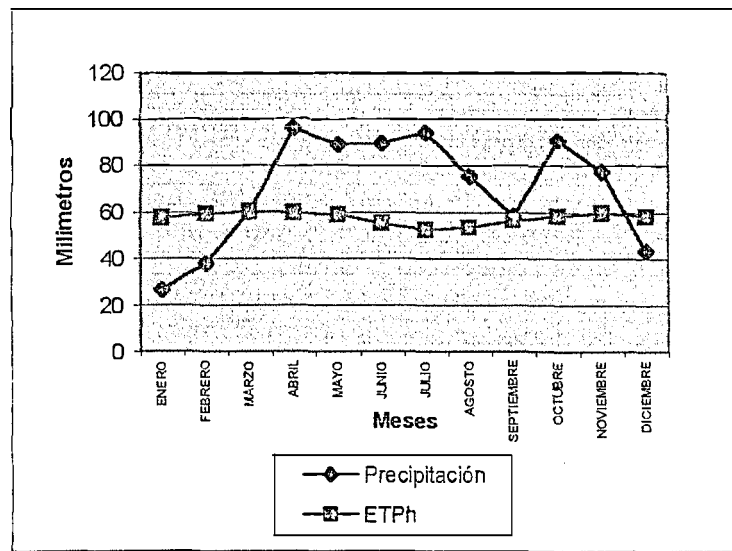


Figura 1. Balance Hídrico - Climático basado en las estaciones El Hatillo y Carrizal periodo 1960-2000 (Datos: CAR, Suesca)

La gráfica demuestra que esta zona se caracteriza por presentar un régimen de lluvias Bimodal con dos periodos de lluvia que se presentan durante los meses de abril-julio y octubre-noviembre. Durante el periodo comprendido entre los meses de mayo a noviembre se presenta escorrentía y los meses donde se encuentran los mayores valores son junio, julio y octubre, lo cual se evidencia con la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. En este periodo la humedad alcanza sus máximos valores y al mismo tiempo la precipitación excede la evaporación así que el suelo se mantiene saturado de agua. En este periodo de lluvias se presentan las menores temperaturas. Las épocas secas se presentan en los periodos de diciembre-marzo y agosto-septiembre. En los meses de febrero, marzo, abril y noviembre se presentan las máximas temperaturas Sin embargo las temperaturas extremas

presentan su máxima oscilación en los meses de diciembre, enero y febrero, esto se debe al tiempo anticiclónico de esta época que genera cielo despejado y viento en calma lo cual favorece las heladas en las madrugadas y los días calurosos (CLARO, 1995). Durante este periodo la evaporación excede a la precipitación en alto grado lo cual indica un déficit de agua en el suelo especialmente en los meses de febrero y marzo (BAKKER & VAN DER WIEL, 1983; CAR, 2001).

4.2.4 GEOLOGÍA

La Laguna se encuentra sobre areniscas de la formación Guadalupe (G. Inferior y G. Superior) y sobre arcillolitas limosas intercaladas con areniscas. En algunas zonas se presentan mantos de carbón de la formación Guaduas. Además, la laguna se encuentra encima de un anticlinal (anticlinal de Nemocón del Norte). El relleno de areniscas puede haber sellado la falla (Falla de Suesca) que atraviesa la zona, lo que hace que no sea imposible que se pierda agua por infiltración. Es muy importante tener en cuenta esto, pues cualquier perforación que se llegara a hacer en estas areniscas puede romper el sellamiento de las mismas (VAN DER HAMMEN, 1995).

4.2.5 HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

La cuenca de la laguna de Suesca es cerrada y dendrítica y esta compuesta por 18 microcuencas. Originalmente el agua llegaba a la laguna por los cauces de sus quebradas tributarias, sin embargo la destrucción acelerada de la red de quebradas permitió la desconexión de estas con la laguna, por esta razón, entre otras, el espejo de agua de la laguna ha retrocedido de manera vertiginosa durante los últimos 20 años, de tal forma que la laguna depende únicamente de las lluvias como única fuente de agua (SIE, 1998). A finales del año 1997 la laguna tenía una profundidad máxima de 2.5 m. y una capacidad de almacenamiento de 6.7 millones de metros cúbicos. En el año 2001 se pudo identificar aproximadamente el área del espejo de agua de la laguna el cual era de 145.7 ha. que corresponden al 31.91% del total original. La parte seca es de 310.8 ha., es decir, un 68.09 % del total (CAR, 2001).

4.2.6 COBERTURA Y USO DEL SUELO

Las 2610.8 ha de la cuenca de la Laguna se distribuyen en las siguientes coberturas: Bosque nativo (49.67ha), bosque artificial (284.91 ha), cultivos limpios (96.57 ha), pasturas (1552ha) y en varios (626 ha) (INFORAGRO; 1999) La vegetación original de la zona estaba determinada por las condiciones climáticas y de suelos de la región. De acuerdo a observaciones de campo de los relictos de bosque existentes esta zona corresponde al Bosque Andino de Corono y Espino y/o una comunidad más xerofítica localizada en la parte baja de la cuenca desde 2.860 m.s.n.m., y al Bosque Andino de encenillo presente en la parte alta de la cuenca hasta 3.100 m.s.n.m. (Van der Hammen, 1995) (Figura 2).

Actualmente no hay vegetación nativa protectora de los cauces y éstas han sido convertidas en zonas de pastoreo. La vegetación del borde de la Laguna, está conformada por relictos de Juncos (*Typha angustifolia*, *Juncus effusus*) y Eneas (*Scirpus californicus*) en pocos lugares. En la mayoría de las playas los juncales se encuentran destruidos por pastoreo.

La mayoría de los suelos de la cuenca están siendo utilizados para fines agrícolas y pecuarios ya que esta es la principal forma de subsistencia de la población que habita la zona. Los principales cultivos son cebada, avena, arveja, papa y maíz, siendo la cebada el cultivo de extensión (SIE, 1998).

A causa de la acción antrópica, la vegetación nativa de la microcuenca es muy escasa. Esto se manifiesta en pequeños relictos aislados de bosques, rastrojos y pastizales arbustivos típicos de la región altoandina y de las formaciones vegetales Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) y Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) (INFORAGRO, 1999).

La introducción de especies arbóreas en la zona fue promovida por entidades públicas, con el fin de producir madera y/o leña y para adelantar procesos de reforestación. Para este objeto se introdujeron especies como Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus lucitanica*), Acacia (*Acacia decurrens*) y Pino (*Pinus patula*), los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de cuenca en pequeños parches y/o articulados a los sistemas de producción existentes (CAR,1998).

La disminución o desaparición del bosque original, el sobrepastoreo de cabras y ovejas, la acción mecánica del hombre combinada con la acción de las lluvias en los periodos húmedos y la contracción de las arcillas en los periodos secos, han favorecido que algunos sectores de las zonas terrestres de la cuenca presenten áreas afectadas en algún grado por la erosión la cual se manifiesta en suelos desnudos, formación de surcos y cárcavas. El proceso erosivo es causado básicamente por baja infiltración de los suelos originando la escorrentía superficial la cual se concentra rápidamente en las cárcavas produciendo erosión lateral y de fondo (VAN DER HAMMEN,1995).

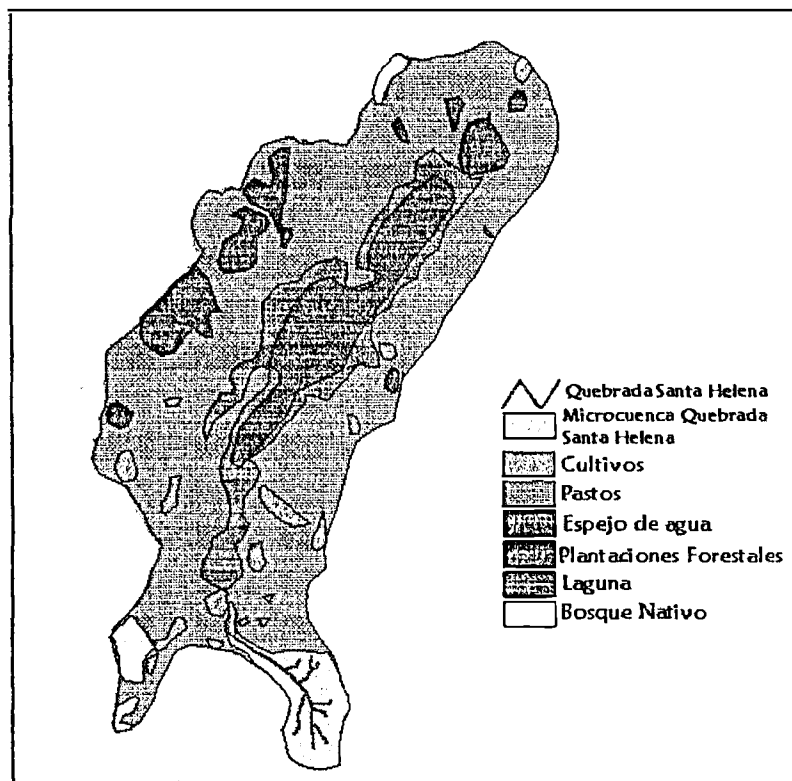


Figura 2. Coberturas vegetales presentes en la cuenca de la Laguna de Suesca

4.2.7 FAUNA

La fauna que habitaba en la cuenca se sustentaba en la vegetación que existía. Gran parte fue diezmada por la actividad de la caza, la desaparición de la vegetación nativa y la contaminación de las aguas de la laguna (SIE, 1998).

Sobre esta región se alcanzo a reportar especies de mamíferos tales como: *Odocoiceleus virginianus* (Venado grande), *Mazama* sp. (Venado soche), *Dasyopus novemcinctus* (Armadillo), *Didelphys albiventris* (Fara), *Cavia porcellus* (Curí), *Mustela frenata* (Comadreja) entre otros. En cuanto avifauna se han registrado especies como: *Ardeola ibis* (Garza bueyera), *Nycticorax nycticorax* (Guaco), *Oxyura jamaicensis andina* (Sáncharo), *Rallus semiplumbeus* (Tingua), *Gallinula melanops bogotensis* (Chinita), *Colibrí coruscans* (Colibrí), *Zonotrichia capensis* (Copetón) y otros. Estos son solo algunos ejemplos de lo que anteriormente se encontraba sobre esta región sin embargo el actual deterioro de las condiciones de la laguna y la cuenca ha llevado a que la mayoría de estas especies hayan desaparecido (INFORAGRO Ltda., 1999)

4.2.8 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

La población económicamente activa de la cuenca de la Laguna de Suesca vive de actividades agropecuarias pues sus ingresos provienen de venta de leche y de sus cosechas las cuales están regidas por los periodos lluviosos. Otra fuente de empleo importante son las empresas de flores y las minas de carbón vecinas a la zona.

Los servicios públicos como agua, electricidad, alcantarillado son deficientes en la mayoría de las viviendas que hacen parte de la cuenca. El acceso de la población a la educación consiste en dos escuelas, donde el común denominador es que la mayoría de la población solo cursa la educación primaria. El servicio se puede considerar aceptable ya que el 52% de la población asiste durante el año a un puesto de salud. En general el nivel de vida es bajo pues es evidente la carencia de asistencia social y económica (CAR, 1998).

4.2.9 HISTORIA DEL USO

Se sabe que el área de la cuenca de la Laguna de Suesca comienza a ser explotada económicamente a partir de la época colonial, desarrollándose una actividad agrícola intensiva. El hombre siguiendo la forma de explotar el medio ambiente, propia de la cultura de su época, devastó el bosque nativo, quedando éste reducido a relictos, lo cual cambió drásticamente el paisaje de la región. Este proceso de deforestación se dio por la tala de la vegetación nativa para madera, carbón y en el caso del Encenillo (*Weinmannia tomentosa*) para extraer taninos. Tal es el caso de la hacienda Ovejeras la cuál fue habitada y trabajada intensamente por grupos indígenas que permanecieron allí como sirvientes y peones de hacienda (González, 1924 en Barrera y Camacho, 1984). Con el correr de los años se combina esta actividad con la pecuaria y ya hacia los años treinta existían en la zona grandes extensiones dedicadas a la explotación de ovejas. En la actualidad en la zona se cultiva cebada, trigo, maíz y papa, adicionalmente existen grandes extensiones de potreros para el ganado. Por otro lado, la explotación de carbón mineral de la formación Guaduas, ha contribuido por su parte a la deforestación, por la explotación de madera para las minas (Fundación Desarrollar, 1998).

4.2.10 PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE SUESCA

La laguna de Suesca presenta serios problemas ambientales que se evidencian en el estado actual del cuerpo de agua y en las condiciones ecológicas de la cuenca. Las condiciones más preocupantes de la laguna están relacionadas con la disminución del espejo de agua, su colmatación y el deterioro de la calidad del agua de la misma. Estas condiciones han sido generadas principalmente por la pérdida de la cobertura vegetal nativa, la plantación de especies exóticas (pinos y eucaliptos principalmente), procesos de erosión, posibles factores geológicos, déficit hídrico, obstrucción de sus principales afluentes y extracción de agua por bombeo. En los últimos años este proceso se ha acentuado, y hoy sólo queda aproximadamente el 30% del espejo de agua original (CAR 2002).

La condición ambiental de esta zona también ha acelerado la pérdida del espejo de agua ya que esta se caracteriza por presentar una baja precipitación y esto incide en el estado de la laguna ya que no hay actualmente un tributario permanente que le aporte agua; su única fuente de suministro son las aguas lluvias y probablemente, las aguas subterráneas. En este contexto también ha incidido en el estado de la laguna la extracción directa del agua con motobombas, la excavación de pozos profundos de explotación de agua subterránea, la filtración del agua por algunas fallas o estructuras geológicas hacia otra zona y la construcción de reservorios y pocetas, porque retienen y almacenan el agua lluvia; adicionalmente, hay pérdida del aporte de agua de las quebradas (Corporación Ecológica SIE, 1998; Van der Hammen, ?; INFORAGRO LTDA, 1999)

El estado actual de la laguna ha sido también originado por las condiciones de uso y manejo que los pobladores de esta zona han dado a los recursos naturales sobre la cuenca. Sobre la cuenca se ha eliminado la cubierta vegetal para establecer asentamientos humanos y ampliar la frontera agrícola y ganadera, habilitando grandes extensiones de pastizales y cultivos de productos propios de la región (papa, cebada y arveja) (Van der Hammen, 1995; CAR, 1998).

Sobre la cuenca de la laguna se plantaron especies exóticas como *Pinus patula*, *Pinus radiata* (pinos), *Eucaliptus sp.*, *Acacia decurrens* y *Acacia Melanoxilum* (Acacia Japonesa). Estas especies se plantaron sobre grandes extensiones de la cuenca en un intento reestablecer la cobertura vegetal. Sin embargo, estas plantaciones forestales no fueron las más adecuadas para efectuar los planes de reforestación y conservación de suelos pues al ser especies exóticas amplificaron los efectos negativos sobre suelos, agua y biodiversidad. Estos efectos negativos se manifiestan sobre : la pérdida de hábitat para fauna y flora, baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, deterioro de las condiciones físicas y químicas del suelo, poca oferta de espacio de germinación y crecimiento de especies nativas, fuerte erosión hídrica y superficial promovida por la eliminación del sotobosque y por la pérdida de la estructura del suelo, acidificación de suelos y aguas, bajo aporte de materia orgánica al suelo, baja oferta de espacio para enraizamiento y crecimiento de especies nativas y baja regulación y mantenimiento del volumen hídrico (DAMA & BACHAQUEROS 2000)(DE LAS SALAS,1987).

Originalmente, antes de la influencia del hombre, la cuenca debe haberse encontrado totalmente cubierta de bosque nativo con condiciones de economía hídrica óptima y el nivel del agua debe haberse encontrado más alto, drenando por un vertedero natural hacia el bosque; sin embargo, la cuenca ya no drena hacia fuera, porque

probablemente esté sellada bajo sus propios sedimentos arcillosos (Van der Hammen, 1995).

A nivel institucional el problema está relacionado con la continuidad de los proyectos ya que sobre estos se plantean acciones encaminadas a la recuperación de la zona las cuales no se culminan por diversas razones. Esto ha generado cierta desconfianza de la población hacia las entidades interesadas en recuperar la región lo cual ha obstruido el avance de los proyectos y ha estancado el proceso de recuperación de la cuenca (CAR, 2002).

La comunidad está muy inconforme con las instituciones porque prometen mucho pero es muy poco lo que cumplen. La gente de las veredas Ovejeras y El Hatillo dice, en palabras propias, que "la CAR mató a la laguna". Es una afirmación muy cruda pero es el sentir de la gente por su falta de autoridad, presencia y compromiso con ella; se podría decir que primaron más los intereses políticos que ese espacio mágico adorado por los chibchas pero indiferente para la actual civilización (CAR, 2002).

4.3 MICROCUENCA SANTA HELENA

4.3.1 LOCALIZACIÓN

Hacia el sur-oriente de la laguna de Suesca, se encuentra la quebrada Santa Helena, en jurisdicción de la Vereda El Hatillo. Su microcuenca tiene un área aproximada de 1,245 Km² y su altitud va desde los 2890 hasta los 3050 m. Sus coordenadas geográficas van desde los 73° 46' 57" Longitud Oeste y 5° 8' 42" Latitud Norte en el punto más alto, hasta 73° 47' 33" Longitud Oeste y 5° 09' 9" Latitud Norte en el punto más bajo de la microcuenca.

4.3.2 ESTADO ACTUAL DE LA MICROCUENCA

A lo largo de la microcuenca Santa Helena se evidencia una alta intervención antrópica que se manifiesta en la matriz de herbáceas que domina la mayor parte del terreno. Estas condiciones demuestran los procesos de deforestación ya que la cobertura vegetal nativa ha sido reducida a pequeños matorrales esparcidos por algunos sectores de la microcuenca y la ronda de la quebrada.

Esta quebrada es utilizada como fuente hídrica por los habitantes de la zona, por lo tanto el recorrido de la quebrada ha sido interrumpido en diferentes sectores por la construcción de reservorios que retienen el agua. También se realizó la construcción de un desvío que lleva parte de las aguas hacia la vereda Piedras Largas. Además sobre diferentes sectores de la ronda de la quebrada se han establecido áreas de uso pecuario donde el ganado permanece pastando, evitando así la regeneración vegetal sobre la ronda.

En general los drenajes que abastecen de agua a la quebrada son corrientes efímeras pues solo conducen escorrentía superficial y subsuperficial después de que se producen eventos de lluvia o en la época de invierno.

4.3.3 SUELOS

De acuerdo con el IGAC (1982), en la microcuenca existen dos asociaciones, hacia la parte alta y en la mayoría del área se encuentra la Asociación Suta mientras que hacia la zona más baja predomina la Asociación Crucero. Son suelos superficiales (limitados por un horizonte argílico), tienen baja capacidad de retención de humedad y permeabilidad lenta y por ello son susceptibles a erosión. De acuerdo con su clasificación agrológica (Vies-3) son unidades de clima frío seco lo que implica un semestre seco incapaz de sostener los cultivos que sean implementados, por lo que es necesario realizar riego por aspersión.

4.3.4 ZONA DE VIDA

La Quebrada Santa Helena se encuentra ubicada sobre la zona de vida de Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) según Holdridge y zona semiárida según C.W Thornthwaite. Esta zona se caracteriza por encontrarse entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m., presenta una temperatura de 12 a 18 °C y un promedio anual de lluvias entre 500 y 1000m.m. Estos terrenos son conocidos también como "tierra fría seca". Espinal (1965) en sus notas sobre la vegetación de Boyacá, concluye que estos terrenos altos y secos se manifiestan en la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes, en una amplia zona resguardada por páramos de gran altura que la protegen de la influencia de vientos cargados de humedad tanto del este como del oeste. El Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) es uno de los más destruidos en la región andina, cuya desaparición comienza en la época precolombina; por esta razón la vegetación primaria de esta formación ha sido completamente destruida y alterada por la acción del hombre (ESPINAL, 1965; GALINDO, 1964).

4.3.5 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Según el censo de 1.993 (SISBEN), La vereda el Hatillo tenía alrededor de 405 habitantes, y la información obtenida del mapa realizado con la comunidad en octubre del 2.001 nos muestra una población de 337 personas. La disminución de la población se debe a que muchos se han ido en busca de mejores opciones de trabajo, las cuales han encontrado cerca al casco urbano en el negocio de las flores (CAR, 2001).

En salud, desde 1.991 se creó un puesto ubicado al lado de la Escuela la Laguna, en terrenos de esta, al cual llega un médico y un odontólogo una vez por semana. En educación, la vereda cuenta con una escuela, Escuela La Laguna de Básica Primaria (CAR, 2003).

En la Vereda se presenta una situación muy delicada con respecto a las basuras y la seguridad pues el municipio no presta ningún servicio para el manejo y control de estos aspectos. La basura es quemada a campo abierto o enterrada y en algunos casos recogen el vidrio y lo venden (CAR, 2001).

En cuanto a servicios públicos de la vereda existe una buena cobertura de energía eléctrica. El acueducto veredal se abastece de agua del río Bogotá, su cobertura es adecuada y su calidad apta para el consumo humano. Carecen de alcantarillado. La

mayoría de sus habitantes ha construido pozos sépticos, sin ayuda técnica, y unos pocos siguen usando el monte (CAR, 2001).

Entre los principales usos económicos identificados encontramos:

- **Uso Agrícola:** se reduce a los cultivos de subsistencia que existen alrededor de las viviendas.
- **Uso ganadero:** es el dominante en la vereda.
- **Uso Minero:** existen 2 lugares identificados en el mapa social en donde se extrae material minero. Arenal ubicado en los predios del señor Moncada, al norte de la Estación de la Laguna, aquí se realiza lavado de arena seca para construcción. Como hacia el sector suroriental con la Casajera de donde se saca cascajo, el cual se explota con técnicas de maquinaria desde hace unos 5 años.
- **Uso Residencial:** De acuerdo al mapa se registraron 93 viviendas, de las cuales se indicaba que 4 eran de recreación.

5. METODOLOGÍA PARA ABORDAR LA RESTAURACIÓN

Los lineamientos para el desarrollo de tratamientos de restauración ecológica que se desarrollarán sobre la microcuenca santa Helena están enmarcados dentro de 3 etapas que involucran componentes biofísicos y socioeconómicos. Estas etapas son: 1) Zonificación ecológica y diagnóstico físico – biótico de las unidades de paisaje, de los sistemas de producción y socioeconómico. 2) Elaboración de recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas de manejo, productivas, de conservación y regulación de los recursos naturales y 3) Montaje de experiencias piloto en restauración ecológica, prácticas de producción sostenible y manejo eficiente de los recursos de la finca (Ver Figura 3).

En el marco del presente convenio se realizará el montaje de experiencias piloto en restauración ecológica.

1. Zonificación ecológica y diagnóstico físico, biótico, social y económico

En esta etapa se desarrollará el diagnóstico del estado actual de la microcuenca a partir de la identificación de las unidades del paisaje y las unidades de tenencia. Se desarrollará la caracterización de la vegetación vascular, la entomofauna, la avifauna y las condiciones edáficas. De igual manera, se desarrollará el diagnóstico de las condiciones sociales, económicas, de los sistemas de producción y el uso de los recursos naturales.

2. Recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas productivas, conservación y regulación del uso de los recursos naturales.

A través de la planificación del uso de la tierra se recomendarán prácticas sostenibles de uso y de conservación de los recursos para cada unidad del paisaje considerando los aspectos biofísicos, socioeconómicos y técnicos definidos en el diagnóstico.

3. Montaje de experiencias piloto de restauración ecológica, prácticas de producción sostenible y manejo eficiente de los recursos de la finca.

El propósito de esta etapa es definir las técnicas y estrategias más adecuadas para iniciar procesos de restauración ecológica sobre cada uno de los compartimentos del ecosistema (vegetación, fauna, y suelos). Sobre las unidades del paisaje previamente definidas, se realizarán experimentos de densidad de siembra con cuatro especies nativas y se iniciará el montaje de un corredor ripario como experiencias piloto con las mismas cuatro especies. Sobre el montaje del corredor ripario se realizará el seguimiento de la avifauna, la entomofauna y los suelos. También se contempla *a futuro* el montaje de ensayos piloto sobre prácticas de producción sostenible y el manejo eficiente de los recursos de las fincas, como estrategia de conservación de la microcuenca.

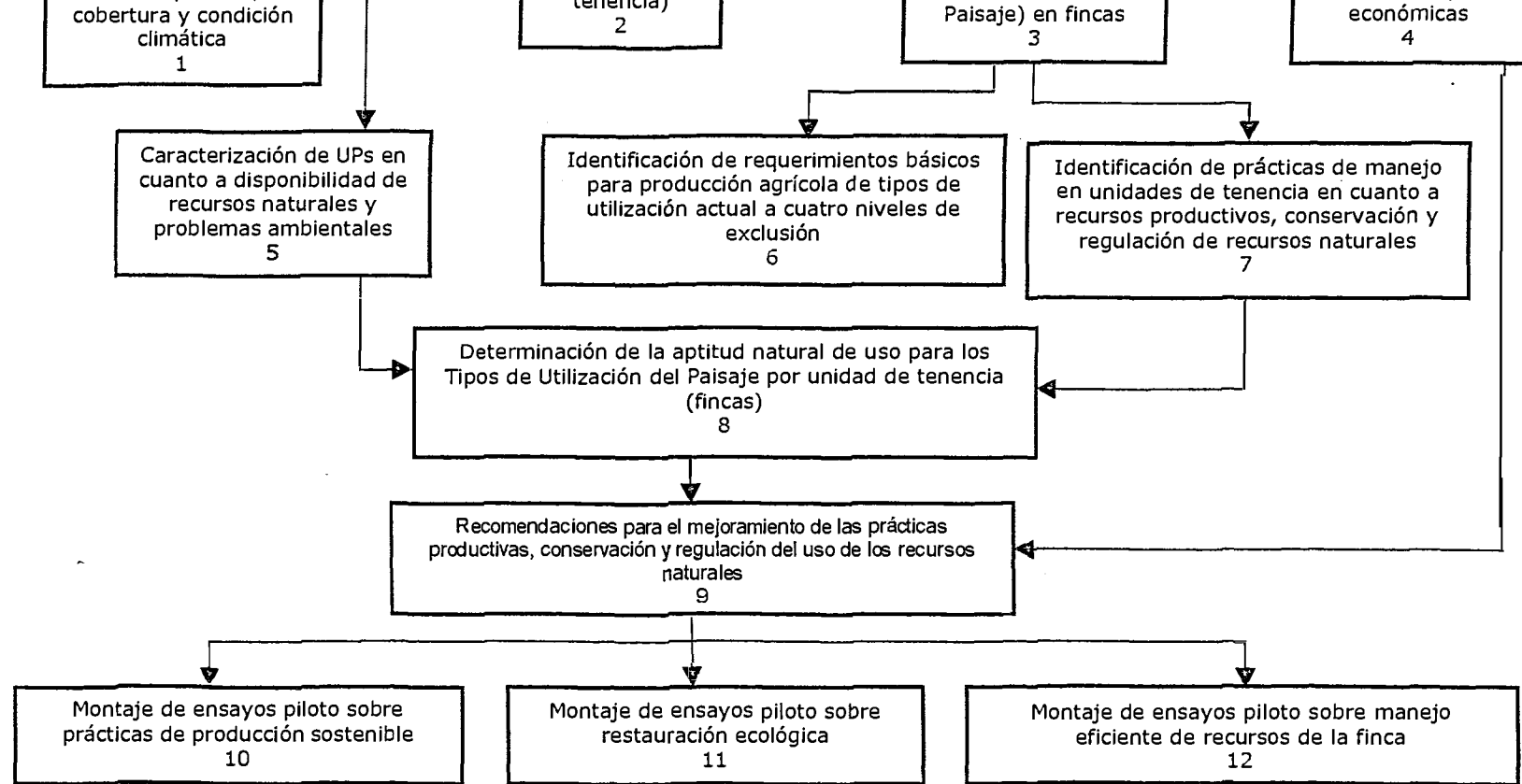


Figura 3. Esquema para abordar la restauración ecológica, conservación y producción sostenible en la microcuenca Santa Helena.

5.1. ETAPA I. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA SANTA HELENA

Previo y durante la realización del diagnóstico, la zonificación, el planteamiento de las recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas productivas, de conservación y regulación de los recursos naturales, y el montaje de experiencias piloto en restauración ecológica se llevará a cabo la presentación del proyecto a la comunidad y autoridades municipales. De igual manera, se desarrollarán talleres de sensibilización y apropiación con el objetivo de lograr la participación de la comunidad en el montaje y cuidado de los proyectos a través del tiempo.

5.1.1 DESARROLLO DE PROCESOS DE SENSIBILIZACIÓN Y APROPIACIÓN DEL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO Y MANEJO DE LOS RECURSOS EN LA CUENCA EN EL MARCO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

5.1.1.1 Justificación

El éxito del proyecto de restauración ecológica depende en gran medida de la participación de la comunidad ya que es ella quien tiene el control sobre los recursos del territorio; por lo tanto, la vinculación de la población a través de jornadas de sensibilización y participación generará un sentido de pertenencia del proyecto lo que asegurará su continuidad en el tiempo.

El cambio de actitud frente al uso y manejo de los recursos se puede lograr a partir de diversas actividades y procesos de acompañamiento en los cuales se despierte el interés y motivación de la población. En las jornadas de intercambio se iniciarán procesos de aprendizaje mutuo y diálogos entre la población y el equipo técnico, y se analizarán los problemas y conflictos ambientales de manera conjunta.

Los espacios de intercambio con la comunidad permitirán abrir espacios de reflexión frente a la importancia del proyecto de restauración ecológica de la microcuenca y de la toma de las mejores decisiones frente al uso y manejo del territorio.

5.1.1.2 Objetivos

5.1.1.2.1 General

Desarrollar estrategias de participación comunitaria con el propósito de sensibilizar a los líderes locales y la comunidad en general de la microcuenca Santa Helena frente al uso y manejo sostenible de los recursos.

5.1.1.2.2 Específico

1. Socializar el proyecto de restauración ecológica y sus avances, de manera permanente, tanto a la comunidad en general como a las autoridades locales.

2. Generar espacios para la reflexión conjunta sobre la problemática actual de la microcuenca Santa Helena a nivel del recurso hídrico, vegetación, fauna, suelos y el uso de la finca.
3. Realizar jornadas de intercambio de saberes y de participación en las diferentes actividades de caracterización, montaje y seguimiento de parcelas

5.1.1.3 Metodología

I. PRIMER OBJETIVO

a) Proceso de socialización del proyecto de restauración

- i. Convocatoria: se realizará conjuntamente entre la CAR y la PUJ con 30 días de anticipación, a través de cartas y volantes.
- ii. Presentación: Se realizarán dos presentaciones; una primera a los líderes municipales como el alcalde, el consejo, presidentes de las Juntas de Acción Comunal, los maestros de la escuela de la microcuenca y del municipio en general y al personal de la UMATA, y una segunda a los miembros de la microcuenca y veredas vecinas.

En esta presentación inicial se abordará la problemática actual de la laguna de Suesca y la microcuenca la Quebrada Santa Helena, así como la necesidad de recuperar el recurso agua-suelo-vegetación a través del programa de restauración ecológica. En las presentaciones siguientes se desarrollará un informe sobre el estado de avance de cada uno de los proyectos; sus logros y sus inconvenientes.

II. SEGUNDO OBJETIVO

b) Espacios de reflexión conjunta entre la comunidad y los responsables del proyecto.

- i. Caminatas guiadas: Se realizarán 3 jornadas de caminatas guiadas por la microcuenca, tanto con los niños como con los adultos, se reflexionará y analizará acerca de los problemas existentes en ella. Las guías serán realizadas por los estudiantes y en ellas se tratarán los temas de erosión, la compactación del suelo, el problema del agua, la ausencia de coberturas arbustivas y arbóreas, y el papel de la fauna para la sostenibilidad de la cuenca.
- ii. Talleres de sensibilización frente al uso y manejo sostenible de los recursos naturales y los sistemas de producción.

En los talleres de sensibilización se trabajará la cartografía social. Con el propósito de obtener una visión general de la microcuenca se realizarán, conjuntamente con la comunidad, mapas de infraestructura y recursos. Previamente se definirán con la comunidad algunos conceptos claves que serán utilizados durante el desarrollo del taller, tales como:

ecosistema, microcuena, conservación, recursos naturales, restauración, daños ecológicos

De igual manera, para hacer uso de la Cartografía social como herramienta se realizarán los siguientes pasos:

- Explicación de que son, para qué sirven y como se utilizan los mapas individuales y sobrepuestos.
- Ubicación geográfico-espacial para poder dibujar el mapa.
- Elaboración de un mapa base (microcuena).
- Elaboración de mapa de recursos naturales. Sobre el mapa base se indicarán las condiciones ecológicas actuales de la microcuena. Se espera que la población ubique la quebrada, los nacederos, los reservorios, las áreas erosionadas, áreas con cultivos, pastizales, vegetación nativa e introducida entre otras.
- Elaboración de mapa de infraestructura. Sobre el mapa base se indicarán los predios, familias y diferentes actividades realizadas sobre la microcuena.
- Evaluación de las condiciones ambientales y la problemática actual de la microcuena.

III. TERCER OBJETIVO

c) Jornadas de intercambio de saberes y participación en el proyecto:

Se realizarán 2 tipos de jornadas: a) *Con niños* y b) *con jóvenes y adultos*

Los estudiantes responsables de cada proyecto explicarán su proyecto en el contexto de la restauración y su importancia para la sostenibilidad de la microcuena. Durante estas jornadas se explicarán los siguientes aspectos:

- × Que es una caracterización y para que sirve
- × Que son las experiencias piloto y para que sirven
- × Técnicas de muestreo (Porque, para que y como se realizan)
- × Información que se obtendrá con estas técnicas.
- × Importancia de la información obtenida y la manera como se podrá utilizar en términos de la restauración ecológica de la microcuena.

De igual manera, realizarán jornadas en campo con los niños donde se les explicará didácticamente la importancia de los recursos naturales de acuerdo al proyecto que se esté realizando (avifauna, vegetación, herpetofauna, entomofauna). De acuerdo a esto se les explicará la importancia del proyecto de restauración para la microcuena Santa Helena y la Laguna de Suesca.

La parte más relevante de estas jornadas es que los campesinos actúen de profesores y le expliquen a los estudiantes de grado, mediante visita guiada, el funcionamiento de la finca.

d) Elaboración de Cartillas de divulgación:

- Una vez terminados los trabajos de investigación y las jornadas de participación en la microcuenca Santa Helena, se recopilará la información obtenida y con ella se realizarán 300 cartillas que presenten de manera didáctica los resultados alcanzados en la realización del proyecto y su utilidad para la población de la laguna de Suesca.

5.1.1.4 Resultados Esperados

1. Realización de tres presentaciones formales del estado del proyecto y de sus resultados a la comunidad de Suesca.
2. Participación de la comunidad en las jornadas de plantación y compromiso en el cuidado de los arboles plantados a través de una carta.
3. Realización de 300 cartillas que presenten de manera didáctica los resultados del proyecto y su utilidad para la población de la laguna de Suesca.
4. Documento con los resultados de las diferentes jornadas realizadas.

5.1.1.5 Cronograma

ACTIVIDADES	MES													
	2003		2004											
	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Proceso de socialización del proyecto	x						x			x			x	
Caminatas guiadas										x		x		
Talleres de sensibilización								x	x		x		x	
Jornadas de intercambio de saberes y participación del proyecto									x	x	x	x	x	
Realización de cartillas de divulgación									x	x	x	x	x	
Entrega de cartillas														x
Elaboración y entrega de informes												x	x	x

encontrarse en ETTER et al (1995), VALDÉS et al (1997), ETTER (2001) y VALDÉS (2001; 2002), entre otros.

El procedimiento, una vez definidos los objetivos del estudio, parte de la definición de los requerimientos de información relacionados con cada uno de los componentes o factores involucrados en él, incluyendo información sobre clima, geología, geomorfología, suelos, cobertura vegetal, fauna y uso de la tierra.

Una vez obtenida la información secundaria existente, es contrastada frente a los requerimientos, definiéndose los vacíos de información, formas de adquisición, tratamiento, representación y aplicaciones de la misma.

La estratificación física se basa en la interpretación jerárquica de imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas), de las cuales se dispone a escalas intermedias y pequeñas (1:20000 a 1:40000) y fechas anteriores a 1997; el producto de esta etapa constituye un modelo espacial de las características físicas de los ecosistemas, expresado en términos de clima, tipo de relieve, tipo de roca o material parental, geoforma específica (forma, longitud e inclinación de la pendiente) y condición edáfica.

La estratificación biótica comprende la interpretación, clasificación y evaluación del estado de la cobertura (vegetal y de otro tipo) existente al interior de cada una de las unidades físicas delimitadas, atendiendo a los atributos visibles en las imágenes.

Los aspectos así delimitados (físicos, bióticos y culturales) son inventariados en campo mediante muestreos estratificados atendiendo a la delimitación preliminar elaborada. Durante esta fase, los atributos específicos de cada unidad delimitada serán cualificados y cuantificados, permitiendo las actualizaciones, correcciones y adiciones necesarias del modelo. Simultáneamente, los aspectos relacionados con los procesos físicos, bióticos y culturales, determinantes de la estructura del paisaje, son objeto de observación, identificación y cualificación, con relación a las unidades delimitadas y como aspectos limitantes o favorecedores de relaciones entre especies y ecosistemas locales. La información obtenida es depurada y homogeneizada para estructurar las tablas temáticas que serán articuladas a la base espacial de unidades cartográficas para su caracterización estructural y funcional. Los atributos espaciales y alfanuméricos permitirán una clasificación del paisaje en términos de sus condicionantes y constituyen la tipificación de las condiciones biofísicas iniciales para cada uno de los ensayos de restauración proyectados.

5.1.2.4 Resultados esperados

Como productos concretos derivados de la zonificación ecológica se espera obtener una concepción integral de los factores que determinan el estado actual y las tendencias del paisaje en la cuenca de la quebrada Santa Helena a través de:
Cartografía de ecosistemas, que constituye la estratificación biofísica de la heterogeneidad de la cuenca.

Caracterización integrada de cada una de las unidades cartográficas en términos de sus condiciones climáticas, geológicas, geomorfológicas, edáficas, bióticas y culturales.

Interpretación de los procesos físicos y culturales que determinan el funcionamiento, potencialidades y limitaciones de los ecosistemas presentes en la cuenca.

5.1.2.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
MATERIALES	Adquisición cartografía base	Unidad	110.000	2	220.000
	Fotografías aéreas	Unidad	13.000	6	78.000
			37.500		
	Ampliación de fotografías	Unidad		4	150.000
	Traspaso de información a mapas	Foto	30.000	4	120.000
			12.000		
	Digitalización base cartográfica	dm ²		35	420.000
	Digitalización Unidades de Paisaje	dm ²	12.000	35	420.000
	Facturas	1 libreta	1.500	2	3.000
	Mapa de suelos	Unidad	35.000	1	35.000
	Ploteo de pruebas	Unidad	5.000	5	25.000
	Ploteo mapas finales	Unidad	10.000	5	50.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Acetatos	1 acetato	400	5	2.000
	Rollos fotográficos (36 fotos)	1 rollo	6.500	3	19.500
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	-	-	200.000
Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000	
Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300	
			Subtotal	2.322.500	
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	10	350.000
	Permanencia	1 día	15.000	15	225.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
			Subtotal	1.175.000	
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25000	11	275.000
			Subtotal	1.187.000	
			TOTAL	4.684.500	

5.1.3.1 EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA COMO HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA MICROCUENCA DE SANTA HELENA

5.1.3.1.1 Planteamiento del problema:

Las características de uso y manejo de recursos naturales están supeditadas a los tipos y formas de producción imperantes en una región. La racionalidad con la que se manejan los recursos disponibles generan condiciones específicas de control de los recursos naturales ya que determinan la demanda permanente de insumos para la producción agrícola y pecuaria de una región y establecen limitaciones para el desarrollo espontáneo de los ecosistemas. La restauración de las condiciones ecológicas, por su parte, dependen de una armonización de las actividades humanas, de tal forma que se compatibilicen las demandas de los sistemas agropecuarios con la disponibilidad de recursos que, en condiciones naturales, provee la zona. En consecuencia, uno de los requisitos indispensables para la compatibilización entre uso y disponibilidad de recursos, es la de establecer las condiciones bajo las cuales se usa la tierra y comparar sus expectativas con la oferta de recursos.

5.1.3.1.2 Pregunta de investigación

Bajo las condiciones naturales actuales ¿cuáles son los tipos de utilización de la tierra que se desarrollan en la Microcuenca Santa Helena, qué demandas básicas de recursos tienen y cuáles son las recomendaciones necesarias para compatibilizar su desarrollo con la oferta de recursos existentes de tal manera que se garantice un manejo compatible y sostenible de los mismos?

5.1.3.1.3 Objetivos:

5.1.3.1.3.1 General

Evaluar las formas de utilización de la tierra de la microcuenca de Santa Helena estableciendo la demanda básica de recursos y la disponibilidad natural de los mismos para su desarrollo con posibilidades de su manejo a largo plazo bajo criterios de sostenibilidad biofísica.

5.1.3.1.3.2 Especificos

1. Identificar los tipos de utilización de la tierra (TUTs) vigentes en la microcuenca.
2. Determinar la demanda básica de recursos naturales para el desarrollo de los tipos de utilización (TUTs) encontrados.
3. Identificar las cualidades básicas de la tierra en términos de oferta de recursos indispensables para el desarrollo de los tipos de utilización.

4. Confrontar los requerimientos básicos de los TUTs con la oferta de recursos existente, identificando compatibilidades y restricciones.

5.1.3.1.4 Aspectos metodológicos

Partiendo de las premisas que existen formas de utilización de la tierra que demandan unas condiciones específicas para su establecimiento y manejo, y que existe una heterogeneidad biofísica sobre la cual se proyectan las formas de utilización sin conocerse el potencial con que se cuenta para cumplir los requerimientos, la evaluación de compatibilidades debe establecer las condiciones naturales con que se cuenta para cumplir con las expectativas que representan el uso, transformación y manejo de los recursos.

Aunque existen numerosos métodos de valoración, basados en criterios de diversa índole, que podrían ser aplicados para definir condiciones fundamentales del uso y manejo de recursos naturales, en éste trabajo se propone la utilización del esquema metodológico propuesto por la FAO desde principios de la década de los 70's y que ha permitido, hasta la actualidad, tener un conocimiento más integral y prospectivo de las implicaciones de las actividades humanas sobre el paisaje (ver FAO, 1972).

En consecuencia, a continuación se presentan los aspectos metodológicos que progresivamente conducirán a establecer las potencialidades y limitaciones básicas del paisaje de la microcuenca Santa Helena a los tipos de utilización que actualmente se desarrollan en él.

1.1 Para el primer objetivo específico

La identificación de los tipos de utilización de la tierra (TUTs) actuales implica la caracterización de especies agrícolas y pecuarias que constituyen el aparato productivo de la microcuenca. La estrategia que se manejará se basa en el levantamiento de información en cada una de las fincas sobre el número y tipo de cultivos y ganado existentes, prácticas de implementación y manejo de los mismos, distribución de las actividades en el calendario y disponibilidad de infraestructura para su manejo.

Las herramientas para el levantamiento de la información se apoyan en encuestas semiestructuradas y entrevistas de sondeo con las cuales se obtendrá la información básica para definir posteriormente los requerimientos de cada tipo de uso declarado por los agricultores en cada finca.

1.2 Para el segundo objetivo específico

Una vez identificados los TUTs es necesario establecer las condiciones biofísicas bajo las cuales ellos pueden desarrollarse óptimamente, condiciones intermedias, bajas y definitivamente impropias, basados en el esquema de Evaluación de Tierras de FAO (1976). En éste, se entienden por requerimientos a las condiciones básicas para el desarrollo y mantenimiento de cada uno de los diferentes tipos de utilización.

Para la determinación de éstos requerimientos se establecen niveles óptimos o bajo los cuales los tipos de utilización empiezan a tener las mejores condiciones para su desarrollo, niveles mínimos o bajo los cuales no es posible el desarrollo del tipo de

utilización, y niveles intermedios con restricciones para el óptimo desarrollo del cultivo o tipo de uso.

Las variables implícitas en la determinación de los requerimientos son aquellas que caracterizan las condiciones climáticas, topográficas, físicas, químicas y de manejo del suelo, indispensables para el desarrollo del tipo de utilización en cuestión.

La valoración, combinación y transformación de las variables, constituyen un procedimiento mediante el cual se establecerán rangos entre los cuales se definen niveles limitantes para los requerimientos de cada uso y permitirán el posterior cotejo de las mismas variables pero referidas a las condiciones naturales existentes en el paisaje.

1.3 Para el tercer objetivo específico

Una vez establecidos los requerimientos de los TUTs es necesario identificar al interior de cada una de las unidades de tierra (UTs) (Unidades Fisiográficas), definidas para la Zonificación Ecológica, las características con que cuentan para cubrir los requerimientos de los cultivos y usos pecuarios (TUTs) y expresarlas en los mismos términos cualitativos en los que se han definido los requerimientos. Varias de estas características (climáticas y geomorfológicas) ya han sido identificadas y clasificadas pero, complementariamente, se requiere un conocimiento y caracterización de las condiciones edáficas, para definir condiciones específicas de disponibilidad para el desarrollo de los usos.

Las caracterizaciones edáficas se basarán en análisis fisicoquímicos de los suelos, a partir de los cuales se elaboran tablas de cualidades que expresen la disponibilidad valorada de cada uno de los aspectos determinantes de los usos. Este procedimiento permitirá traducir las características naturales del paisaje, que han sido identificadas previamente como básicas para el desarrollo de los tipos de utilización, a términos comparables con los requerimientos de los usos identificados.

1.4 Para el cuarto objetivo específico

La confrontación entre variables expresadas en términos de requerimientos de los TUTs y la disponibilidad expresada en términos de cualidades de las unidades de tierra (UTs) (Unidades Fisiográficas) implica una comparación de los valores obtenidos para cada una, observando su correspondencia.

Como resultado de esta comparación se asigna una calificación que represente el nivel de compatibilidad entre lo disponible frente a lo que se requiere, incluyendo, adicionalmente, las variables que se han identificado como críticas para el desarrollo de cada uno de los usos evaluados y para cada una de las unidades de tierra (UTs) (Unidades Fisiográficas) evaluadas.

Los resultados se expresan en matrices o tablas comparativas en las que se cruzan Unidades de Tierra (UTs) con Tipo de Utilización de la Tierra (TUT), expresando la aptitud de la primera frente a los requerimientos de la segunda. Estos resultados pueden ser expresados cartográficamente para cada tipo de uso evaluado.

5.1.3.1.5 Resultados esperados

Para el primer objetivo

Lista de cultivos con especificaciones de manejo que indiquen: área ocupada, calendario agrícola, volumen de la producción en cada ciclo, tipo de rotación, tipo de arreglo, densidades de siembra, insumos agrícolas con finalidad, cantidad y tiempos de aplicación, tipo y disposición de desechos de cosecha, actividades de control de erosión, tipo y utilidad de coberturas naturales.

Lista de animales que caracterizan el componente pecuario de la finca identificando: tipo y número de animales, utilidad que prestan o actividad pecuaria correspondiente, tipo de forrajes y alimentos requeridos, área ocupada y estrategias de distribución y manejo, cantidad de producción, destino de las heces.

Para el segundo objetivo

Fichas técnicas de cada uno de los tipos de utilización de la tierra (agrícolas y pecuarios) con los requerimientos básicos para su desarrollo expresados en términos cualitativos y definidos en rangos de óptimo, moderado, bajo e insuficiente.

Para el tercer objetivo

Tablas de cualidades de las unidades de tierra (Unidades Fisiográficas) expresadas en los mismos términos cualitativos de los requerimientos de los tipos de utilización correspondientes, explicando los criterios relacionados con la Demanda Básica, la cualidad que se define y las características que integran o componen la cualidad mencionada.

Para el cuarto objetivo

Matriz de confrontación donde se establezca la aptitud natural de las unidades de tierra (Unidades Fisiográficas) para cada uno de los tipos de utilización de la tierra (TUTs) incluyendo las limitaciones identificadas.

Recomendaciones básicas para el mejoramiento de la aptitud natural de las UTs frente a los TUTs evaluados.

Recomendaciones para el mejoramiento de prácticas de manejo en las fincas en cuanto actividades productivas, de conservación y regulación de recursos naturales

5.1.3.1.6 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Entrevistas y aplicación de encuestas	x x x x					
Elaboración de listas de cultivos y usos pecuarios		x x				
Elaboración de tablas de requerimientos TUTs		x x x x				
Caracterización de condiciones edáficas	x x x x	x x x x				
Elaboración de tablas de cualidades de UTs		x x x x x				
Construcción de matriz de confrontación UTs/TUTs			x x x x	x x		
Diseño de recomendaciones para aptitudes UTs				x x x		
Diseño de recomendaciones practicas de manejo		x x x		x x x		
Discusión de resultados y preparación documento					x x x x	
Entrega de documento para revisiones						x x
Corrección y entrega documento final						x x x

5.1.3.1.7 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	1	9.000
	Cartucho de impresora	1 cartucho	99.900	1	99.900
	Cartucho de impresora color	1 cartucho	112.000	1	112.000
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Revelado	1 revelado	25.000	1	25.000
	Rollos fotográficos	1 rollo (36)	6.500	1	6.500
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Marcador indeleble paper	1 marcador	1.700	2	3.400
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	1	4.000
	Carpetas tamaño carta	1 carpeta	3.000	3	9.000
	Refrigerios (18 reuniones)	1refrigerio/ día	2.500	50	125.000
	Grapadora	1 grapadora	7.700	1	7.700
	Grapas	1 caja	1.350	1	1.350
	Anillado	1 anillado	3.000	3	9.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	2	2.000
	Cassete audio	1 cassette	10.300	1	10.300
	Diskette	1 caja 10 cd	7.300	1	7.300
Bibliografía	-	0	-	200.000	
				Subtotal	643.450
Transporte y estadía	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	2	300.000
	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	15	525.000
	PERMANENCIA	1 día	15.000	20	300.000
				Subtotal	1.125.000
Personal	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	10	480.000
	Agronomo	1 hora / mes	25.000	200	5.000.000
	Colaborador	1 día	15.000	10	150.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	5	125.000
				Subtotal	5.755.000
				TOTAL	7.523.450

5.1.4. CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN VASCULAR EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO), MUNICIPIO DE SUESCA – CUNDINAMARCA.

ANA CAROLINA MORENO CÁRDENAS

5.1.4.1. Justificación

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica algunos factores del ambiente. Tanto la vegetación como el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo, evidenciando cambios rápidos en las primeras etapas de desarrollo y más lentos a medida que alcanzan un estado estable (Matteucci & Colma, 1982).

El conocimiento del compartimiento de la vegetación es necesario para abordar la restauración ecológica de la microcuenca por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico. Dentro de este sistema la vegetación funciona como: a) captadora y transformadora de energía y de la materia a la cadena trófica, b) almacenadora de energía, c) proveedora de refugio de la fauna, d) agente antierosivo del suelo, e) agente regulador del clima local, f) agente reductor de la contaminación atmosférica, g) fuente de materia prima para el hombre, h) fuente de bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo (Matteucci & Colma, 1982).

A lo largo de la microcuenca se evidencia una alta intervención antrópica como consecuencia del uso agropecuario intensivo, que se manifiesta en una matriz de pasto en la que están inmersos pequeños matorrales esparcidos por toda el área. La escasa vegetación arbórea y arbustiva, además del uso agropecuario intensivo inciden negativamente sobre la regulación del recurso hídrico y el control de la erosión. De otra parte, la escasa información sobre la vegetación de la microcuenca, dificultan la implementación de tratamientos de restauración de la misma. Por lo tanto se hace necesario realizar el estudio de la vegetación vascular presente en el área después del disturbio por actividades agropecuarias.

5.1.4.2. Objetivos

5.1.4.2.1 Objetivo general

Definir el estado actual de la vegetación vascular en áreas disturbadas por uso agropecuario en la microcuenca Santa Helena (Vereda el Hatillo), Municipio de Suesca – Cundinamarca

5.1.4.2.2 Objetivo específicos

1. Definir la composición y estructura de la vegetación vascular, en las diferentes unidades de paisaje disturbadas por uso agropecuario, como herramienta para abordar su restauración.
2. Identificar las formas de vida de la vegetación vascular en áreas disturbadas por uso agropecuario en la microcuenca Santa Helena

5.1.4.3. Metodología

A partir de la *zonificación preliminar* de la microcuenca Santa Helena se definirán las áreas (unidades del paisaje) donde se realizará la caracterización de la vegetación vascular. De igual forma, se realizará la caracterización en un relicto de bosque cercano a la microcuenca con el fin de conocer la vegetación de la zona. Este relicto será empleado como marco de referencia para el planteamiento de los proyectos de restauración.

En cada área se distribuirán aleatoriamente las unidades de muestreo o parcelas. El muestreo se realizará tomando en cuenta los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para definir la composición, estructura y formas de vida de la vegetación.

5.1.4.3.1 Estrato arbustivo y arbóreo

Para el estrato arbustivo y arbóreo, se va a obtener un área mínima muestral representativa de la comunidad, para lo cual se va a seguir la siguiente metodología:

- El procedimiento para determinar el área mínima consiste en tomar una parcela de 2.5 m x 2.5 m la cual va a estar ubicada de manera aleatoria, para lo cual se tomará un punto al azar en el área de muestreo a partir del cual se establecerá la parcela y se contará el número de especies presentes en esta.
- Luego se duplica la superficie extendiendo la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo.
- Cuando se obtienen el tamaño del área de muestreo, se realizarán cinco repeticiones en cada área del matorral, para lo cual se va a utilizar el mismo método de ubicación aleatorio (Mateucci & Colma, 1982; Dombois & Ellenberg, 1974; Gibson, 2002).

Las variables a considerar en cada parcela son las siguientes:

I. Variables de vegetación

Cuantitativas

- No. De individuos
- Cobertura (diámetro mayor y diámetro menor)
- Altura total
- .Altura a la primera rama
- CAP (CAP = 7.86 cm)

Cualitativas

- Presencia o ausencia de flores o inflorescencia
- Presencia o ausencia de látex
- Olor
- Color
- Características de la corteza, entre otros.

II. Variables ambientales

- Coordenadas Geográficas(N y W)
- Altitud (msnm)
- Pendiente

5.1.4.3.2 Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo, se trabajaran en cuadrantes de 1m x 1 m, para determinar el número de parcelas se contarán las especies presentes en ésta, luego se repite la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo.

Las variables a considerar en cada cuadrante son las siguientes:

I. Variables de vegetación

Cuantitativa:

- Cobertura: Es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies consideradas. Se expresa como porcentaje de superficie total.

Cualitativas

- Altura
- Olor
- Color
- Presencia o ausencia de flores o inflorescencia

II. Variables Ambientales

- Coordenadas Geográficas(N y W)
- Altitud (msnm)
- Pendiente

5.1.4.3.3. Análisis de datos

Dominancia

Índice de dominancia de Simpson:

$$D_s = \sum n_i (n_i - 1) / N(N-1)$$

En donde, n_i : Numero de individuos en cada especie
N: Numero total de individuos

Riqueza

Índice de riqueza de Margalef:
 $DG = (S-1) / \text{Log}_2 N$

En donde, S: Numero total de especies en la muestra
N: Numero total individuos en la muestra

Diversidad

Índice de diversidad de Shanon-Weaver:

$H: - \sum (N_i / N) (\text{Log} (N_i/N))$

Donde, N_i : Numero de individuos
N: es la abundancia porcentual

Adicionalmente las comparaciones de las áreas se llevará a cabo por medio de análisis de varianza. De igual manera, se trabajarán métodos multivariados de:

Clasificación

Permite definir cuales estaciones están conformadas biológicamente de manera similar, ya que la incidencia de disturbio por agricultura y ganadería genera alteraciones en la composición de la Vegetación) (Ramírez, 1999; Matteucci & Colma, 1982).

Ordenación

Tiene por objeto ubicar variables y observaciones provenientes de un espacio multidimensional, en unas pocas dimensiones manteniendo sin embargo una alta cantidad de información. Estos resultados pueden relacionarse con las variables ambientales, para así determinar cuales de ellas son las afectan a la vegetación bajo estudio. conjuga variables ambientales y bióticas, aunque esta interacción no indica casualidad (Ramírez, 1999; Matteucci & Colma, 1982).

5.1.4.3.4 Formas de vida de la vegetación

Se identificaran las formas de vida basándose en las características morfológicos de los ejemplares colectados y por observaciones en campo con el propósito de vislumbrar, cuáles de estas formas o adaptaciones son más dominantes, y así mismo la funcionalidad de estas de acuerdo a las condiciones del área. Se cuantificarán a partir de las formas de crecimiento que se encuentran en el sitio (Matteucci & Colma, 1982):

- ♦ Macollas
- ♦ Acaulirrosulas
- ♦ Hierbas: erectas, postradas, rastreras
- ♦ Semileñosas
- ♦ Arbustos
- ♦ Árboles

Basándose en la presencia o ausencia de las especies, lo cual tiene por objeto generar una interpretación gráfica de la comunidad que permita la comparación visual, lo cual se llevará a cabo por medio de:

- ♦ Espectros biológicos o gráficas de barras en el que se presenta la distribución de las especies pertenecientes a cada forma de crecimiento. Esta representación en función de las formas de crecimiento de una imagen de las diferencias ecológicas de los sitios ocupados por las distintas comunidades.
- ♦ Diagramas de perfil, en los cuales se evidencia la vegetación característica de las áreas de muestreo.

5.1.4.4. Resultados esperados

1. Listado de las especies identificadas en las diferentes unidades del paisaje de la microcuenca Santa Helena y del bosque aledaño a esta, acompañado de las descripciones generales de cada una de ellas.
2. Descripción de la estructura (estratificación de la vegetación) de cada una de las áreas muestreadas. Representación de la estructura a través de perfiles.
3. Definición de las formas de vida y atributos vitales de las especies.

5.1.4.5. Cronograma

ACTIVIDAD	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de información	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Formulación proyecto	X	X								
Selección del área de muestreo	X	X	X							
Establecimiento parcelas		X	X	X						
Muestreo parcelas	X	X	X	X						
Determinación del material vegetal					X	X	X			
Análisis de datos y discusión						X	X	X		
Elaboración del documento final								X	X	X

5.1.4.6.Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
MATERIALES	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	1	4.000
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Block papel milimetrado	1 block	1.800	1	1.800
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Bolsas plásticas resellables	1 Bolsa	200	10	2.000
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Decámetro	1 decámetro	22.100	1	22.100
	Tijeras de podar	1 tijera	16.300	1	16.300
	Pala de Jardinería	1 Pala Jardinería	6.500	1	6.500
	Cabuya	1 METRO	18	550	9.900
	Palos de Balso	1 vara	900	3	2.700
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	1 fotocopia			200.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Rollos fotográficos (36 fotos)	1 rollo	6.500	3	19.500
	Alcohol	1 Galon	20.000	2	40.000
	Frascos plásticos	1 frasco	220	30	6.600
	Bolsas negras	1 Bolsa	80	100	8.000
				Subtotal	912.900
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	15	525.000
	Transporte en VaN	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	18	270.000
			Subtotal	1.395.000	
Personal	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	20	960.000
	COLABORADOR DIA	1 DIA	15.000	20	300.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	12	300.000
			Subtotal	1.560.000	
			TOTAL	3.867.900	

5.1.5 CARACTERIZACIÓN DE LA ENTOMOFAUNA PRESENTE EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, SUESCA-CUNDINAMARCA).

DIANA CATALINA RONDÓN CAMACHO

5.1.5.1. Justificación

La importancia de la restauración ecológica de la microcuenca Santa Helena, además de pertenecer a uno de los ecosistemas de tierras altas más degradado, radica en que es una zona importante como fuente de abastecimiento de agua tanto para la comunidad como para la Laguna de Suesca, razón por la cual es preciso recuperar este servicio. Para ello, se hace necesario estudiar las dinámicas que se generan al interior del ecosistema, en especial las que se dan en el proceso de restablecimiento de las áreas que han sido periódicamente disturbadas, pues su estado de desarrollo es un indicativo de la manera como responden las poblaciones de organismos a esos disturbios y permite reconocer los rumbos que sigue el ecosistema en su reestablecimiento.

Al estudiar las áreas disturbadas que se encuentran en la microcuenca Santa Helena en la actualidad, se intenta reconocer este último proceso, utilizando para ello grupos que como los insectos, cuentan con características que les permiten ser buenos indicadores del ecosistema en el que se encuentran.

Los insectos son un componente indicador del funcionamiento del ecosistema, su participación en la mayoría de los procesos ecológicos que se presentan allí, como la descomposición de materia orgánica, herbivoría, depredación y adicionalmente el papel que juegan al pertenecer a los primeros grupos colonizadores y transformadores en la sucesión es muy importante para el estudio del restablecimiento del ecosistema. Igualmente, otras características que permiten a los insectos ser indicadores efectivos de los procesos ecosistémicos, son: su diversidad, abundancia, facilidad de estudio y ciclos generacionales cortos y su distribución en diferentes grupos funcionales que permitirá definir desde diferentes escalas lo que ocurre en las áreas disturbadas. Esta información permitirá dilucidar la respuesta de este grupo al disturbio y será posible tener una referencia de lo que puede ocurrir con el mismo, cuando se implementen las técnicas de restauración ecológica.

Respecto a lo relacionado con la restauración, las características ya mencionadas, han permitido utilizar los insectos como indicadores de estos procesos; sin embargo, aunque existen estudios sobre el papel de los invertebrados e insectos asociados a proyectos de restauración (Jansen, 1997; Bisevac & Majer, 1999; Webb *et al.*, 2000), no existe una referencia clara sobre los grupos que se presentan en las áreas disturbadas antes de comenzar la misma ni como responden ellos a las sucesivas transformaciones a las que se han visto expuestos.

5.1.5.2. Objetivos

5.1.5.2.1 Objetivo General

Evaluar el estado de la comunidad de insectos en áreas disturbadas por uso agropecuario en la microcuenca Santa Helena (Suesca - Cundinamarca), como herramienta para su restauración ecológica.

5.1.5.2.2 Objetivos Específicos

1. Definir la estructura y composición de la comunidad de insectos.
2. Comparar las comunidades de insectos en términos de composición y estructura para cada una de las unidades de paisaje definidas previamente en la zonificación.

5.1.5.3. Metodología

El proyecto tendrá una duración de un año. La entomofauna se caracterizará, teniendo en cuenta las unidades de paisaje presentes en la microcuenca definidas por la *zonificación preliminar*. Se estudiarán un total de seis áreas distribuidas así: cinco en la microcuenca, dentro de las que están cuatro zonas transformadas por uso agropecuario que difieran en términos de su cobertura y fisiografía y una quinta área definida por los arbustales de especies nativas que se encuentran dispersos en la zona, la última zona, esta constituida por un relicto de bosque cercano. En cada área, se implementarán cuatro métodos de captura para insectos: trampas Pitfall, trampas Malaise, Jameo de golpe y muestras de suelo que se llevarán a embudos Berlese-Tullgren.

La composición de la entomofauna se establecerá mediante el reconocimiento de morfoespecies; para definir la estructura, se implementarán índices de riqueza, diversidad y dominancia; se reconocerá el modelo de distribución (rango-abundancia) al que más se ajusta la comunidad y los grupos funcionales presentes. Posteriormente, se compararán los resultados de los índices, los modelos de distribución y los grupos funcionales, los índices se compararán por medio de una prueba de Krustal Wallis al igual que la abundancia de la comunidad en cada área, si los datos presentan diferencias significativas, se utilizará un test de Tukey (no paramétrico); igualmente, se compararan las diferentes zonas mediante un dendrograma de afinidad elaborado a partir del índice de disimilaridad de Bray-Curtis. Finalmente, se definirán indicadores mediante análisis de clasificación y ordenación.

A partir de estos análisis, se buscará dar elementos para la definición del estado de la microcuenca y precisar la existencia de grupos que puedan ser representativos de las diferentes áreas disturbadas.

5.1.5.3.1 Caracterización de la estructura y composición de la comunidad de insectos

5.1.5.3.1.1 Métodos de campo

Previo al muestreo definitivo, se realizará un premuestreo con el objetivo de evaluar la operatividad de la metodología en términos de tiempo por parte del investigador y definir la mejor ubicación de las trampas. De igual manera, se efectuará un reconocimiento de la entomofauna presente en la zona para agilizar la determinación de los ejemplares colectados en los muestreos.

Se delimitarán parcelas de 400 m² (20 x 20 m), dentro de cada una, se establecerá una parcela central de 100 m² (10 x 10 m) en la cual se implementarán todos los métodos de captura establecidos a excepción del jameo de golpe. Para cada área, se realizarán cuatro repeticiones. En el caso de los arbustales, debido a que no cuentan con el área requerida para las parcelas, se muestrearán los cuatro que tengan el área más grande. En total se efectuarán muestreos en 24 parcelas. En cada una, se implementarán cuatro métodos de captura para insectos a saber: trampas Pitfall, trampas Malaise, Jameo de golpe y muestras de suelo que serán llevadas a embudos Berlese-Tullgren, buscando con ello implementar varias técnicas, que es lo recomendable cuando se está trabajando con diferentes grupos taxonómicos debido a su complementariedad (Kitching *et al.*, 2001). Se efectuarán dos muestreos, cada salida tendrá una duración de diez días.

Métodos de captura

▪ **Trampas Pitfall**

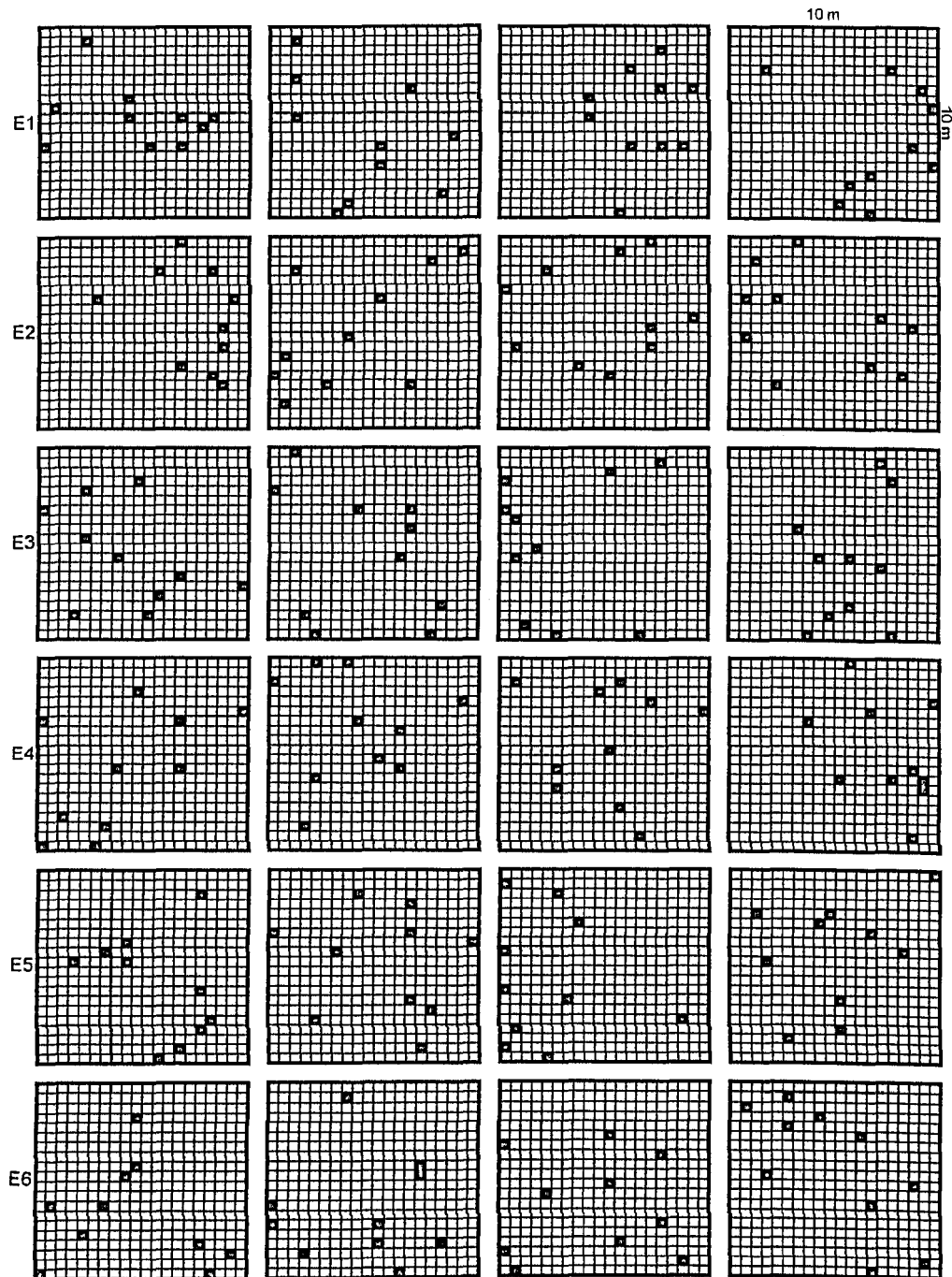
Las trampas de caída o Pitfall como su nombre lo dice, buscan incluir la fauna epigea de los hábitats evaluados mediante su caída en recipientes (vasos) enterrados que contienen una solución como medio de captura. Esta trampa es ampliamente utilizada dada su amplia efectividad para diversos grupos como hormigas, coleópteros, hemípteros y ortópteros, entre otros. Además se ha encontrado que los grupos se mantienen constantes cuando se comparan sitios y es funcional cuando se usan varios métodos de captura (Upton, 1991; Oliver y Beattie, 1996; Longino y Collwell, 1997; Kitching *et al.*, 2001).

En cada parcela de 100 m², se ubicarán al azar diez trampas (vasos). Para la aleatorización, se efectuó un esquema (Ver Figura 4) en el cuál cada parcela se dividió en veinte partes a lo ancho y a lo largo, de manera que se formarían cuatrocientos cuadrados al interior; posteriormente, éstos cuadrados fueron numerados desde 001 hasta 400 verticalmente, y mediante una tabla de números aleatorios (Zar, 1999) en donde los números se buscaron siguiendo una diagonal, se asignó la posición de cada trampa. En campo, se ubicarán las trampas siguiendo este esquema ya establecido.

Cada trampa está representada por un vaso de 12 onzas lleno hasta la mitad con una solución denominada Solución Morrill (Morrill, 1975). En esta solución, por cada 600 ml de agua se diluyen 400 ml de etilenglicol y 2ml de jabón líquido. El agua es el solvente de la solución, el etilenglicol, permite que los ejemplares se mantengan flexibles y conserven su color y el jabón reduce la tensión superficial del agua lo cuál permite una captura más efectiva. Las trampas se dejarán durante 48 horas y tendrán una revisión cada doce horas, después del tiempo estipulado se recogerá el contenido

de cada trampa en un frasco plástico de 65 ml para su transporte hasta el laboratorio en donde se analizará posteriormente

Figura 4. Arreglos de las trampas Pitfall en cada una de las parcelas
E= Área disturbada



- **Trampas Malaise**

Esta trampa es ampliamente utilizada para la captura de insectos voladores, es una especie de carpa, que tiene hacia su parte central una malla de interceptación que cuenta hacia uno de sus extremos con un recipiente con alcohol al 75% donde se almacenan los insectos capturados. Al igual que las trampas Pitfall ha sido demostrada su efectividad en estudios de comparación entre áreas y cuando se implementan varios métodos (Longino y Colwell, 1997; Kitching *et al.*, 2001). Los grupos de insectos que se capturan con este método incluyen: dípteros, coleopteros e himenópteros principalmente, aunque se pueden presentar otros grupos como ortopteroides, hemipteroides y hormigas (Upton, 1991; Longino y Collwell, 1997, Kitching *et al.*, 2001) y en algunos casos se han reportado estas trampas como eficientes para la captura de colémbolos (Kitching *et al.*, 2001).

La ubicación de las trampas se efectuará en campo teniendo en cuenta: a) dirección del viento, b) cantidad de luz, c) posibles sectores de paso de insectos y d) posición del recipiente de recepción. Se ubicarán doce trampas Malaise, una por cada parcela de 100 m² durante 48 horas, posteriormente y a medida que se vaya cumpliendo el tiempo establecido para cada trampa, éstas serán ubicadas en las parcelas restantes, hasta completar las 24 parcelas de trabajo. Los organismos capturados mediante este método se llevarán a un frasco de plástico de 65 ml con alcohol al 75%. Cada trampa tendrá dos revisiones diarias: en la mañana y en la tarde.

- **Jameo de golpe**

El muestreo con este método busca evaluar la entomofauna presente en la vegetación herbácea y/o arbustiva ya que en éstas áreas se concentran una amplia variedad de grupos de insectos. Se realizará en tres transectos paralelos de 15 m de largo separados cinco metros al interior de la parcela de 400 m² y su implementación será anterior a la ubicación de las trampas Pitfall y Malaise. Los ordenes capturados con este método incluyen Blattodea (cucarachas), Coleoptera, Diptera, Orthoptera, Hemiptera, Plecoptera, Phasmatodea, etc (Upton, 1991). Las capturas de cada transecto se llevarán a frascos plásticos de 65 ml con alcohol al 75% para su posterior identificación en laboratorio.

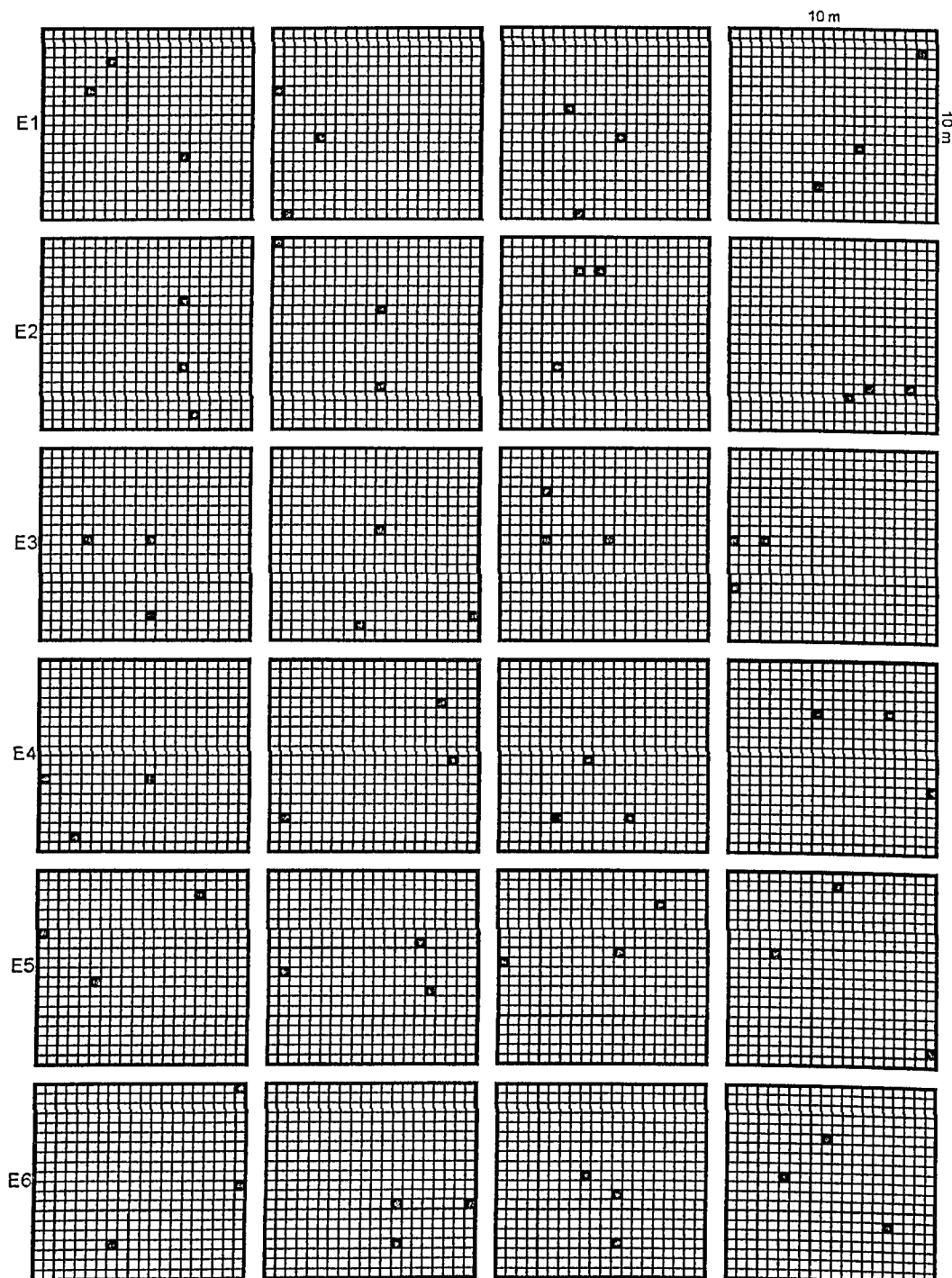
- **Embudos de Berlese-Tullgren**

Este método es ideal para evaluar la entomofauna del suelo como colémbolos y en general los grupos de hexápodos, himenópteros (hormigas), cucarachas, dermápteros, isopteros, dípteros, hemipteros, tisanópteros (thrips), etc (Upton, 1991; Oliver y Beattie, 1996; Longino y Collwell, 1997; Kitching *et al.*, 2001). Se efectuarán tres muestras de suelo en las parcelas de 100 m², cada muestra será ubicada al azar siguiendo la misma metodología utilizada para las trampas pitfall (Ver Figuras 5 y 6).

Se tomarán muestras a dos profundidades: 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm. Cada muestra tendrá un litro y será tomada por medio de un cubo con arista de 10 cm. La muestra de suelo tomada se ubicará en una bolsa negra y se llevará posteriormente a embudos Berlese-Tullgren en donde estarán por dos días, ya que después de este tiempo los organismos que están en la muestra mueren y no se pueden colectar. El embudo de Berlese-Tullgren está compuesto por un embudo que cuenta en con una malla en su parte más amplia en la cual se depositan las muestras de suelo, hacia la parte inferior

del embudo se ubica un recipiente colector con alcohol al 75%. En el área superior del embudo se ubica una fuente de luz y calor representada por un bombillo. El bombillo no solo repele los insectos por la luz, también va secando la muestra y permite el desplazamiento de éstos hacia el recipiente, los insectos que se colecten en este recipiente se depositarán posteriormente en frascos plásticos de 65ml para su posterior identificación.

Figura 5. Localización de los sitios de muestreo para la toma de las muestras de suelo para la caracterización de la edafofauna. E = Áreas disturbada.



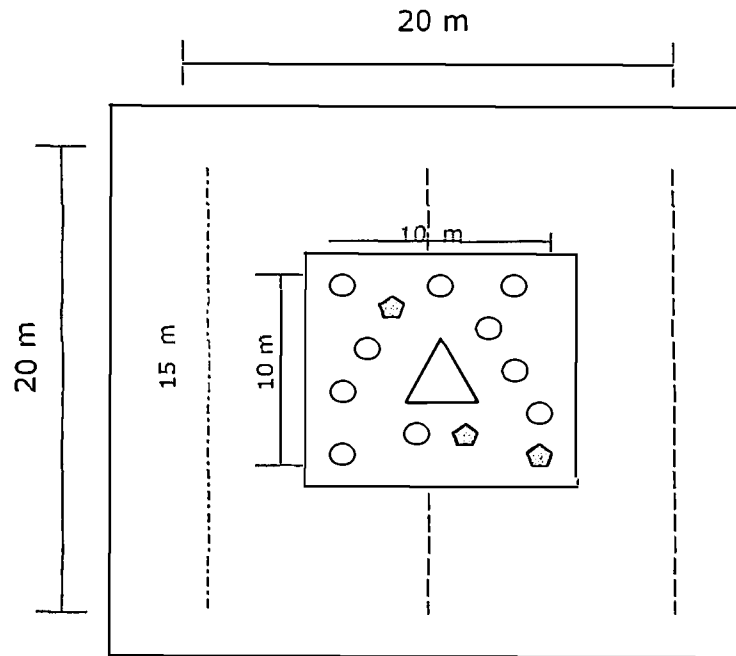


Figura 6. Posición de las trampas en la parcela de 400 m² y en la de 100 m²:

○ Trampas pitfall; ◡ Muestras de suelo; △ Trampa Malaise; - - Transectos de jameo.

5.1.5.3.1.2 Métodos de laboratorio

El material colectado en los frascos de 65ml, se llevará al Laboratorio de Entomología de la Pontificia Universidad Javeriana para determinarlo hasta nivel de familia por medio del uso de claves (Borror *et al.*, 1989; González & Carrejo, 1992). Posteriormente los ejemplares adultos se separarán en morfoespecies de acuerdo a sus características físicas para hacer posible la implementación de índices. Una vez determinados los ejemplares se llevarán a frascos de vidrio para ser introducidos en la colección de la Pontificia Universidad Javeriana.

5.1.5.3.1.3 Métodos de análisis de información

- Estructura y composición de la comunidad

La composición de la comunidad se definirá de acuerdo a los órdenes, familias y morfoespecies que se presentan de acuerdo a las áreas disturbadas y al periodo climático, teniendo en cuenta la definición de morfoespecie como una especie definida morfológicamente.

- Riqueza

La riqueza será expresada como el número de morfoespecies por área disturbada.

- Diversidad

En cuanto a la diversidad, esta se estimará mediante el índice de Shannon-Wiener. Este índice tiene en cuenta, tanto el número de especies como sus abundancias relativas y la aplicación de logaritmos en su fórmula permite reducir el efecto de las especies más abundantes lo que lo constituye en un buen índice de diversidad, además de ser apropiado cuando se trabaja con muestras (Ramírez, 1999).

Su valor usualmente se encuentra entre 1.5 y 3.5 y rara vez sobrepasa 4.5 (Margalef, 1972 en Magurran 1988) May (1975) (en Magurran, 1988) ha mostrado que si la distribución es logarítmica normal, se necesitarían 10^5 especies para producir un valor mayor a 5.0.

- Dominancia

Para la dominancia se estimará el índice de Simpson al igual que el número de especies muy abundantes (N_2) de acuerdo a uno de los números de Hill (Ludwig & Reynolds, 1978) que expresa el índice de Simpson como:

$$\text{Número } 2 = 1/\lambda$$

El índice de Simpson, se ha considerado como un índice de dominancia debido a su marcada dependencia de las especies más abundantes, este índice se refiere a la probabilidad de extraer dos individuos de una misma especie en muestreos sin reemplazamiento, de ahí que parte de su fórmula sea $(n_i - 1)$ (Ramírez, 1999).

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

Donde:

λ = Dominancia de cada área disturbada.

n_i = número de individuos de la especie i .

n = número total de individuos de la muestra.

- Distribución de abundancias

Adicionalmente se definirá el modelo de rango-abundancia al que más se ajusta la entomofauna presente en cada área, ya que esto permite tener un acercamiento al patrón de abundancia de especies, lo que puede ser considerado en términos de la repartición de recursos en la comunidad (Magurran, 1988). El modelo se realiza mediante la graficación del número de especies en el eje Y y el número de individuos en el X.

- Gremios

Se definirán los gremios o grupos funcionales presentes en cada área, teniendo en cuenta para esto lo reportado en la literatura (Borror *et al.*, 1992).

5.1.5.3.2 Comparación de la estructura y composición de la comunidad.

Métodos de análisis de información

Dado que se están midiendo diversas poblaciones y cada una se comporta de manera diferente, la presunción de normalidad de los datos no es posible por lo que es

necesario utilizar estadística no paramétrica. Se implementará una prueba de Krustal-Wallis para comparar los índices y las abundancias de la comunidad, igualmente se definirá la afinidad entre áreas disturbadas y entre las morfoespecies presentes en cada área. Mediante este objetivo se busca hallar la existencia de diferencia entre áreas y definir los factores que las están diferenciando en el caso de que así ocurra. También se tendrán en cuenta los resultados arrojados por la distribución y por los gremios presentes en cada área.

5.1.5.3.2.1 Contraste de posición de Krustal-Wallis para k muestras.

Se contrastará si las poblaciones de las áreas disturbadas son idénticas en términos de su diversidad, riqueza, dominancia y abundancia de morfoespecies mediante esta prueba. El contraste de Krustal-Wallis, trabaja con los rangos promedios observados para k muestras bajo el supuesto de igualdad en las poblaciones. Si este supuesto se cumple, se ha observado que los datos tienen una distribución de X^2 con k-1 grados de libertad, por lo que es éste estadístico el que se utiliza para contrastar las hipótesis (Milton, 2001), sin embargo si el supuesto no se cumple, la prueba es robusta a éste fenómeno. La ecuación para esta prueba es (Zar, 1999):

$$\lambda = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

N= Número de observaciones total

R_i = Suma de los rangos de las n observaciones del área i.

n_i = Número de observaciones del área i.

En el caso en que existan diferencias significativas, los datos se compararán mediante un test de Tukey (no paramétrico), en este caso los datos a comparar serían los valores promedio de los índices de riqueza, diversidad y dominancia para cada estado de disturbio y los valores de abundancia de la comunidad (Zar, 1999).

$$q = \sqrt{\frac{R_A - R_B}{SE}}$$

Donde:

R_A = Rango del área A

R_B = Rango del área B

SE = Error estándar

5.1.5.3.2.2 Afinidad

Para determinar la afinidad entre las áreas con diferente estado de disturbio, se efectuará un análisis de clasificación mediante el índice de disimilaridad de Bray-Curtis cuyo transformación a afinidad se obtiene como $A_{ij} = 1 - D_{ij}$. Este índice se utiliza cuando se evalúan atributos merísticos (valores cuantitativos no continuos, como el número de especies). Su base conceptual está en la distancia métrica, lo que implica la cuantificación de la distancia sobre un espacio multidimensional entre variables merísticas para nuestro caso. Es el índice más utilizado en los estudios ambientales. Aunque su valor se ve dominado por las especies más abundantes, su transformación previa permite reducir la incidencia de las magnitudes mayores (Ramírez, 1999).

5.1.5.3.3 Definición de indicadores de áreas disturbadas.

Métodos de análisis de información

Para definir los posibles indicadores de áreas disturbadas, se implementarán métodos de clasificación y ordenación. El método de clasificación utilizado, será el índice de disimilaridad de Bray-Curtis teniendo en cuenta esta vez las morfoespecies. El análisis de ordenación por su parte, será un análisis de correspondencia (DCA), que de acuerdo con estudios previos permite definir asociaciones entre los taxa y las variables ambientales presentes, permitiendo una aproximación a especies (morfoespecies) indicadoras (Rykken et al., 1997; Ramírez, 1999; Longcore, 2003).

5.1.5.4. Resultados esperados

1. Listado de las morfoespecies de insectos presentes en cada una de las unidades de paisaje (áreas disturbadas de la microcuenca) y bosque aledaño.
2. Identificación de insectos indicadores de estado de las unidades del paisaje presentes en la microcuenca.

5.1.5.5. Cronograma

FASE	ACTIVIDAD	MESES															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
DEFINICIÓN DEL PROYECTO	Revisión de información sec.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
	Escritura de anteproyecto		x	x	x	x											
PRÉMUESTREO	Reconocimiento del área y premuestreo		x	x	x												
	Informe premuestreo								x								
MUESTREO	Toma de datos							x			x						
ANÁLISIS	Determinación taxonómica de ejemplares								x	x	x	x	x	x	x	x	
	Análisis numérico de datos											x	x	x	x	x	
INFORME	Elaboración y presentación de informe parcial										x	x					
DOCUMENTO FINAL	Discusión de resultados y elaboración de documento final												x	x			
	Corrección de documento final														x	x	
	Presentación de documento final															x	

5.1.5.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Estacas	1 estaca(3x3x60)	350	80	28.000
	Cabuya	1 metro	18	450	8.100
	Vasos	paquete 50 vasos	3.100	12	37.200
	Jama	1 jama	95.000	2	190.000
	Trampa Malaise	1 trampa	140.000	6	840.000
	Embudo Berlese	Embudo Berlese	30.200	36	1.087.200
	Soporte Embudo Berlese	1 Soporte	47.000	3	141.000
	Bombillo	1 bombillo	1.000	40	40.000
	Etilenglicol	1 KILO	6.400	15	96.000
	Alcohol	1 galon	20.000	7	140.000
	Jabón Líquido	1 Litro	4700	2	9.400
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Frascos vidrio(pequeños)	1 frasco	110	3.500	385.000
	Frascos plásticos	Frascos plásticos	220	480	105.600
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Alfileres	1 sobre (100 alfilere	23.200	12	278.400
	Bolsas plásticas resellables	1 paquete (30 unid)	200	11	2.200
	Decametro	1 decametro	22.100	1	22.100
	Bolsas plásticas negras 1 Kg.	1 BOLSA	42	400	16.800
	Jeringas	1 jeringa	500	5	2.500
	Icopor	1 pliego	1.900	3	5.700
	Gavetas entomológicas	1 gaveta	51.000	5	255.000
	Libretas topográficas	1 libreta	10.500	1	10.500
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 CD	7.300	1	7.300
Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3	19.500	
Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000	
Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0-		200.000	
			Subtotal		4.491.200
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota, colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	20	700.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	30	450.000
			Subtotal		1.750.000
Personal	Colaborador/día	1 día	15.000	30	450.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístco	1 hora / mes	25.000	12	300.000
			Subtotal		1.662.000
TOTAL					7.903.200

5.1.6 CARACTERIZACIÓN DEL ENSAMBLAJE DE AVES PRESENTE EN LA QUEBRADA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, SUESCA-CUNDINAMARCA)

NATALIA MONTES

5.1.6.1. Justificación

La laguna de Suesca ha sufrido un grave proceso de transformación y deterioro, por lo que es necesario realizar acciones concretas que ayuden a detener esa degradación; la restauración ecológica nos brinda una serie de herramientas y estrategias que nos permite recuperar en parte la estructura y función de los ecosistemas nativos, es así que la restauración de esta quebrada es un punto de partida para poder recuperar toda la cuenca.

Las aves son un grupo importante para la recuperación de bosques y matorrales de forma natural, ya que contribuyen en mantener la estructura y función de los ecosistemas; además son consideradas bioindicadoras del estado de salud de estos.

Son pocos o casi nulos los estudios realizados en Colombia acerca de la avifauna del bosque seco montano bajo, y así mismo se ha estudiado poco el papel que ocupan estas dentro de procesos de restauración ecológica; por lo que es necesario realizar estudios de esta índole, que aporte información acerca de la importancia de este grupo como bioindicadores y en procesos de restauración.

5.1.6.2. Objetivos

5.1.6.2.1 Objetivo general:

Caracterizar el ensamblaje de aves de la Microcuenca Santa Helena y en un relicto de matorral nativo aledaño a ésta.

5.1.6.2.2 Objetivos específicos:

1. Caracterizar la estructura y composición del ensamblaje de aves en la microcuenca Santa Helena y su equivalente en un relicto de matorral nativo aledaño a ésta.
2. Identificar la estructura en gremios tróficos de las especies de aves presentes en las zonas mencionadas anteriormente.
3. Comparar la composición de los ensamblajes de aves presentes en las unidades de paisaje muestreados y el matorral menos disturbado del área adyacente.

5.1.6.3. Metodología

5.1.6.3.1 Fase de campo

La toma de datos para el presente estudio se realizará en un tiempo de tres meses, de febrero del 2004 a mayo del 2004. Para su ejecución, se ha decidido llevar a cabo una serie de actividades, en la microcuenca Santa Helena y en un relicto de matorral nativo aledaño a ésta, que se explicarán a continuación.

5.1.6.3.2 Recolección de la información para el primer objetivo específico

Para estudiar la estructura y composición del ensamblaje de aves de la Microcuenca Santa Helena y el relicto de matorral nativo, se utilizará el método de conteo por puntos intensivos y captura- recaptura a través del uso de las redes de niebla.

5.1.6.3.2.1 Conteo por puntos intensivos

Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves en una gran número de países debido a su eficacia en todo tipo de terreno y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos (Ralph et al. 1996). Este método ha sido adoptado como método estándar de monitoreo por el mismo autor.

Fue elegido este método, además de lo anteriormente mencionado, porque permite, de manera más fácil que otros, determinar la relación entre el hábitat y la comunidad de aves (Bibby et al. 1992). En los censos por puntos, el observador permanece en un punto fijo y toma nota de las aves observadas y escuchadas en un área limitada y durante un tiempo determinado por el investigador (Ralph et al. 1996)

Selección de puntos de conteo

Las áreas en las que se realizarán los censos serán dos: una que corresponde a la microcuenca Santa Helena y otra donde se encuentra un relicto de matorral nativo ubicado en un área adyacente a la microcuenca. Este relicto será empleado como referencia de lo que antiguamente solía ser la Microcuenca Santa Helena.

En la Microcuenca se ubicarán puntos alrededor de lo que originalmente era el cause de la quebrada donde encontramos pequeñísimos parches de matorral que sirven a las aves como perchas naturales. Estos puntos tendrán buena visibilidad hacia las áreas aledañas, de modo que sea posible cubrir un radio de 50 m desde éstos. En el relicto de matorral nativo se ubicarán al azar puntos de conteo (iguales en número y radio a los establecidos para la microcuenca), de manera que sea posible comparar la información obtenida por este método en ambas zonas.

El observador accederá al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y comenzará a contar tan pronto como llegue al punto. El período de censo será de 10 minutos ya que el tiempo de desplazamiento entre puntos supera los 15 minutos (Ralph et al. 1996). Se tomará nota del punto, la fecha, la hora del día, las condiciones meteorológicas (nubosidad, lluvia, fuertes vientos, granizo) que puedan alterar los resultados del censo, y las especies observadas. Para cada ave registrada se anotará (además de la especie) el número de individuos (si se encontraban en grupo), estrato de la vegetación en el cuál se encuentre, tipo de alimento consumido, sustrato sobre el cuál es obtenido y estrategia de forrajeo utilizada (Giraldo 1985, Orejuela, Raitt y Alvarez 1979, Uribe 1986). Las especies serán anotadas en el orden en que son detectadas.

5.1.6.3.2.2 Muestro con redes de captura

Se utilizará el método de captura y recaptura a través del uso de las redes de niebla. Las redes de captura han sido utilizadas para la recolección de aves durante años y recientemente se han convertido en efectivas herramientas para el monitoreo de poblaciones. Este es el método más idóneo para obtener información sobre la demografía de la población (Ralph et al. 1996) y ha sido empleado extensamente en Colombia después de que Borrero (1985) resaltó sus virtudes para muestrear aves. El muestreo con redes presenta ventajas como evitar el sesgo de un conocimiento inadecuado de la avifauna residente, proveer una muestra aleatoria de las aves que se mueven en el espacio muestreado, y ser un método de trabajo muy productivo, obteniéndose un gran volumen de información sobre biometría, movimientos, patrones de actividad, dieta y ciclos fisiológicos de las aves capturadas.

En este estudio se colocarán redes en piso, cubriendo desde el suelo hasta 2.6 metros (altura de las mallas), en las mismas áreas donde se realizarán los conteos por puntos; se ubicarán de acuerdo a las características puntuales de la topografía y la vegetación tales como la pendiente y la densidad de la vegetación.

Las mallas se abrirán desde la primera luz del día hasta el medio día ya que las tasas de captura tienden a disminuir después del medio día (Okia 1976, Karr 1980). Las aves capturadas serán retiradas de la red y llevadas en bolsas de tela hasta el campamento donde se les tomarán datos del peso, medidas, atributos del plumaje y sexo; además serán marcadas con anillos numerados previamente. Se registrarán la hora de captura y el número de malla. En caso de quedar materia fecal en la bolsa la muestra será guardada en papel secante etiquetado (Herrera 1984, Wong 1985). Finalmente se forzará la regurgitación de las aves para tomar muestras del contenido estomacal, actividad que será explicada posteriormente.

La determinación de las aves en el campo tanto capturadas como observadas se realizará ayudándose de la guía de campo para aves de Colombia de Hilty y Brown (1985)

5.1.6.3.3 *Análisis de datos para el primer objetivo específico*

La composición de los ensamblajes se determinará a través de las previas capturas en cada una de las zonas (microcuenca Santa Helena y relicto de matorral nativo). La estructura de los ensamblajes será determinada por medio de la cuantificación de los siguiente componentes:

- **Abundancia relativa**

La abundancia relativa de cada especie se cuantificará tomando el número total de individuos acumulados hasta el último mes de muestreo por medio de la siguiente ecuación (Magurran, 1989):

$$Ar = n_i / N.$$

n_i = Número de individuos de la especie dada.

N = Número total de individuos de todas las especie

- **Riqueza específica**

Para saber si se ha tomado una muestra representativa de la avifauna en las zonas de estudio se graficarán los meses de muestreo vs. el número acumulado de especies. La cuantificación del número total de especies capturadas durante el tiempo de trabajo se hará por medio del índice alfa de Williams que se basa en un modelo de la serie logarítmica de distribución de las abundancias de las especies y puede ser determinado utilizando un paquete estadístico para microprocesadores como BiodiversityPro (Moreno, 2001). Este índice es independiente al tamaño de las muestras, razón por la cual será utilizado (Magurran, 1989).

$$S = \alpha \ln (1 + N / \alpha)$$

- **Equitabilidad**

Los cálculos de equitabilidad se harán utilizando el Índice de Shannon-Wiener, puesto que expresa uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son muestreados al azar y que todas las especies están representadas en las muestras (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

P_i = Proporción de la especie i en la muestra

Los rangos de diversidad están entre 0 para diversidad baja, hasta 5 para diversidad alta.

- **Dominancia**

Para calcular la dominancia de las especies de aves se utilizará el índice de diversidad de Simpson que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988, Moreno, 2001).

$$D = \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

5.1.6.3.4 Recolección de la información para el segundo objetivo específico

Por medio del análisis en laboratorio de muestras fecales y contenido estomacal de las especies capturadas con redes, se determinarán las dietas de las especies encontradas.

Para determinar los gremios tróficos se utilizará la información arrojada por los análisis de las dietas y las estrategias de forrajeo obtenidas mediante observación en los conteos por puntos. Como base se utilizará la clasificación de gremios realizada por Renjifo (1989) y Naranjo (1994) en la que se combina tipo de recurso y forma en que se accede a éste.

Los métodos que se utilizarán para el análisis de las dietas serán muestras de materia fecal y muestras de contenido estomacal.

5.1.6.3.4.1 Muestras de materia fecal

Esta técnica ha sido utilizada exitosamente en varios estudios en los que se ha trabajado con diferentes especies (Davies 1977a, 1997b, 1976, Bryant 1973, Waugh 1979, Waugh y Hails 1983, Tatner 1983, Ormerod 1985, Ralph et. al 1985).

En este método se toman muestras de la materia fecal de las aves que al ser capturadas con redes defecan en las bolsas, estas muestras son guardadas en papel secante y luego son analizadas en el laboratorio.

5.1.6.3.4.2 Muestras contenido estomacal

Para obtener estas muestras se utilizará el método para forzar la regurgitación de las aves propuesto por Moody (1970). Este se basa en el uso de solución salina caliente y ha sido utilizado en varios estudios (Laursen 1978, Jordano y Herrera 1981, Duffy y Jackson 1986). Es ventajoso ya que la mortalidad de las aves sometidas a éste es baja comparada con la de otros como aquellos en los que se utilizan eméticos (Rosemberg y Cooper 1990).

Las muestras obtenidas por medio de estos dos métodos son observadas al microscopio y según el criterio del observador se determina el origen de los desechos y se define el porcentaje de cada muestra que este constituido por restos de insectos, semillas, pequeños vertebrados, etc. Luego estos estimativos son promediados para el total de las muestras de una especie.

Para determinar los gremios tróficos se utilizará la información arrojada por los análisis de las dietas y las estrategias de forrajeo obtenidas en los conteos por puntos. Como base se utilizará la clasificación de gremios realizada por Renjifo (1999) en la que se combina tipo de recurso y forma en que se accede a éste.

5.1.6.3.5 Análisis de datos para el segundo objetivo específico

Para el análisis de la estructura en gremios tróficos se hará lo siguiente:

- **Diversidad de la dieta:**

Se hallarán índices de Shannon-Wiener y Simpson tomando la riqueza como el número total de ítems alimenticios y los individuos como la presencia de semillas, insectos, polen y otros. La diversidad, para ambas zonas, se verá desde el punto de vista de los ítems alimenticios raros con Shannon-Wiener, y desde el punto de vista de los ítems alimenticios dominantes con Simpson.

5.1.6.3.6 Recolección de información para el tercer objetivo específico

Para evaluar el comportamiento de los patrones encontrados en la estructura, composición y gremios tróficos de los ensamblajes de aves en ambas zonas, se realizarán comparaciones de los datos obtenidos en los objetivos I y II.

5.1.6.3.7 Análisis estadístico para el tercer objetivo específico

Este estudio es de tipo descriptivo ya que es una caracterización de la estructura y composición del ensamblaje de aves. Por ello, para su realización no se requiere un diseño de tipo experimental como tal y los análisis estadísticos son básicamente no paramétricos.

Se comparará la composición de especies obtenida en cada una de las zonas utilizando el índice de Jaccard. Este índice cualitativo permite saber que tan similares son las especies entre zonas (Moreno, 2001):

Ecuación 3.
$$Ij = \frac{c}{a+b-c}$$

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 -cuando hay especies compartidas entre zonas-, hasta 1 -cuando las zonas comparadas presentan la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Para comparar las abundancias relativas se asignarán criterios de abundancia al tamaño de las poblaciones de las especies presentes en cada zona, dentro de cuatro categorías de frecuencia de observación y abundancia a saber: abundante, común, poco común y rara. Las especies serán consideradas como comunes si son observadas más del 50% de los días de muestreo, poco comunes si la frecuencia de es del 50-10% (Buskirk 1976). Además se considerarán como abundantes a las especies comunes en números elevados (Ridgel & Gaulin 1980).

La estructura y gremios tróficos de los ensamblajes serán comparados (además de lo mencionado para abundancia relativa) por medio de la aplicación del método de Jackknife a cada uno de los índices descritos en el objetivo I y II.

La aplicación del algoritmo matemático Jackknife, incorporado hace algún tiempo al estudio de la ecología comunitaria (Zahl 1977, Heltshe & Forester 1983), permite la estimación de la varianza de los índices y por tanto la comparación estadística entre sus valores, con una disminución del tamaño muestral necesario para obtener datos de validez significativa.

5.1.6.4. Resultados esperados

1. Listado de las especies de aves identificadas sobre la microcuenca Santa Helena y el relicto de matorral nativo aledaño a ésta. ✓
2. Descripción de las especies de aves presentes en la microcuenca. ✓
3. Identificación de las especies de aves dispersoras de semillas. ✓
4. Documento con diferencias o similitud en términos de composición de los ensamblajes de aves entre las áreas. ✓

5.1.6.5. Cronograma

FASE	Actividades	MESES															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
I. FASE PRELIMINAR	Zonificación área de estudio	x															
	Visita al área de estudio	x	x														
	Determinar sitios de muestreo																
	Recolección de frutos en área para carpoteca	x	x														
	Separación y deposito de frutos en carpoteca	x															
	Preparar equipo de campo	x	x														
II. OBJETIVO 1 TOMA DE DATOS	Conteo puntos intensivos (Microcuenca)		x	x	x												
	Postura de redes (Microcuenca)		x	x	x												
	Conteo puntos intensivos		x	x	x												
	Postura redes relicto de bosque		x	x	x												
III. OBJETIVO 2 TRABAJO DE LABORATORIO	Análisis muestras materia fecal y contenido estomacal		x	x	x	x	x										
	Organización de datos			x	x	x	x										
	Análisis de datos				x	x	x	x									
IV. OBJETIVO 1 ANALISIS DE DATOS	Análisis de datos							x	x								
	Escritura del documento								x	x	x						
	Entrega del documento																x

5.1.6.6.Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Binoculos 8x40mm	1 Binoculos	271.000	1	271.000
	Redes de niebla	1 Red	262.500	8	2.100.000
	Soportes para redes	1 Soporte	22.000	8	176.000
	Anillos (Tamaño 4)	1 Bolsa	100.100	1	100.100
	Anillos (Tamaño 5)	1 Bolsa	100.100	1	100.100
	Anillos (Tamaño 6)	1 Bolsa	106.000	2	212.000
	Alicate	1 Alicate	108.000	1	108.000
	Frascos Plasticos	1 Frasco	220	130	28.600
	Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3	19.500
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bolsas de tela	1 bolsa	2.210	30	66.300
	Tubo epindorf	1 tubo	10.000	2	20.000
	pesolas	1 peciola	242.000	1	242.000
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Calibrador	1 calibrador	103.000	1	103.000
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartuchos tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartuchos tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Cassette Audio	1 cassette	10.300	2	20.600
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0	-	200.000	
			Subtotal		4.348.700
Transporte y estadía	Transporte Investigadores (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	10	350.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia (1 investigador)	1 día	15.000	30	450.000
			Subtotal		1.400.000
Personal	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	20	960.000
	COLABORADOR DIA	1 DIA	15.000	30	450.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	12	300.000
			Subtotal		1.710.000
			TOTAL		7.458.700

5.1.7 DIAGNÓSTICO DE LA HERPETOFAUNA Y DE SUS MICROHABITATS ASOCIADOS PRESENTES EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (VEREDA EL HATILLO, MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA)

EDUARDO A. SARMIENTO T.

5.1.7.1. Justificación

La microcuenca de Santa Helena (Municipio de Suesca, Cundinamarca) presenta un alto grado de intervención antrópica, como producto del intenso uso agropecuario del que ha sido objeto la región, que ha traído consigo, entre otros efectos, la disminución del volumen hídrico, la pérdida de hábitats, la pérdida de la estructura del suelo, etc.

El entendimiento de cómo esta situación se encuentra relacionada con la comunidad de anfibios y reptiles, y de cómo la distribución espacial de las especies es afectada por la transformación de hábitats, es de importancia para lograr una mejor comprensión de los procesos ecológicos generados por la intervención del hombre en la región.

Si bien es cierto la herpetofauna no ha sido muy empleada como indicadora de las condiciones ambientales de un sitio, tiene varias características que, para más de un caso, la hacen una buena indicadora. Los paisajes intervenidos antrópicamente tienden a ser abiertos y secos, representando condiciones adversas para anfibios y reptiles (deseccación, alta exposición al sol, exposición a parásitos y predadores, etc), los cuales requieren de una adecuada disponibilidad de refugios y de cuerpos de agua (*Osorno, 2000, Urbina & Londoño, 2003*). Teniendo en cuenta esta sensibilidad de las poblaciones de anfibios y reptiles a las variables de los hábitats, debido a su vez a su estrecha relación con la variación en el paisaje (*Pearman, 1997*), y por las características ecofisiológicas de ambos taxones, se pueden considerar como potenciales y valiosos indicadores (*Osorno, 2000*).

Es por ello que estudios realizados en el país sobre la herpetofauna en áreas perturbadas, han sugerido la importancia del empleo de esta comunidad animal como indicadora de la calidad de hábitats en regiones con diferentes grados de intervención antrópica (*Vargas & Castro, 1999, Osorno, 2000, Urbina & Londoño, 2003*). Habida cuenta que entre los objetivos del presente Proyecto de Restauración Ecológica de la microcuenca está el diagnosticar el estado y tipo de fauna de la región, se empleará la comunidad de anfibios y reptiles, no sólo para identificar su composición, sino, además, a partir de la información sobre cómo son las preferencias de hábitat de las especies, deducir la calidad de éste para los dos grupos animales.

5.1.7.2. Objetivos

5.1.7.2.1 Objetivo General

Caracterizar la comunidad de anfibios y reptiles en términos de su composición, distribución y microhábitats asociados, presentes en la microcuenca Santa Helena.

5.1.7.2.2 Objetivos Específico

1. Identificar la riqueza de la comunidad de anfibios y reptiles que habitan la microcuenca de Santa Helena.

2. Describir los hábitats que ocupan las especies de anfibios y reptiles encontrados en la microcuenca.
3. Describir el patrón de distribución de las especies de anfibios y reptiles sobre la microcuenca, asociados a los hábitats y las dos temporadas climáticas de la zona.

5.1.7.3. Metodología

5.1.7.3.2 Diseño de Muestreo

La elaboración del diseño de muestreo se llevara a cabo a partir de la zonificación de la microcuenca realizada previamente en el marco del proyecto.

El empleo de coberturas como unidades de muestreo de herpetofauna ha sido llevado a cabo en metodologías como las propuestas por Vargas & Castro (1999) y Urbina & Londoño (2003), en las cuales se emplean las coberturas para muestrear comunidades de anfibios y reptiles en áreas disturbadas, con el fin de obtener información sobre la distribución y uso de hábitat de estos animales.

El muestreo de este estudio se basara en lo recomendado por los mencionados autores. Para ello se realizaran muestreos en seis coberturas del suelo, las que se han escogido por ser potenciales hábitats de anfibios y reptiles. Estas coberturas han sido identificadas en los estudios de zonificación y caracterización vegetal del Proyecto Restauración Ecológica de la Microcuenca y del que hace parte este estudio. Estas son:

- Praderas herbáceas
- Praderas arbustivas
- Cultivos
- Arbustales
- Bosque secundario
- Reservorios de agua

Para muestrear cada cobertura se emplearan transectos y cuadrantes. La técnica utilizada y el número de repeticiones por cobertura dependerá del tamaño de cada una: Para pradera herbácea se realizaran 14 transectos, para cultivos se realizaran 15 transectos, para pradera arbustiva 10 transectos, para el bosque 15 transectos y para arbustales se realizaran 3 cuadrantes. El bosque secundario, aunque no hace parte de la microcuenca, por su proximidad a esta, puede ser un hábitat que se encuentre dentro del rango de hogar de muchas especies que se encuentren en ella. Los reservorios de agua que se encuentran en la microcuenca serán muestreados recorriendo el borde del espejo de agua.

Los transectos seran de 10 m de largo y con un área de 2 m a lado y lado del eje del transecto. Los cuadrantes serán 5x5m, esto debido a que las áreas de la cobertura de arbustales son pequeñas (> de 8m) para ser muestreadas con transectos. En ambas metodologías de muestreo se empleara la técnica de registro por encuentros visuales propuesta por Doan, 2003, Heyer, 1994 , en donde además del muestreo a simple vista, se revisara debajo de piedras, troncos, y otros posibles refugios para los animales en cuestión. Igualmente para el caso de las coberturas de tipo arbustivo, las observaciones se harán verticalmente a una altura de 1.60 m.

Los muestreos contemplaran las temporadas climáticas húmeda y seca, con dos visitas al lugar, por cada una de ellas: dos visitas para el periodo de lluvias (abril-julio) y dos visitas para el periodo de sequía (agosto-septiembre). Igualmente en cada visita se realizaran muestreos diurnos y nocturnos, dedicando un día-noche por cobertura.

5.1.7.3.3. Composición de la comunidad de reptiles y anfibios

La identificación de las especies de la herpetofauna de la microcuenca de Santa Helena, se llevará a cabo en dos fases de acuerdo a lo aconsejado por Heyer et al. (1994) y Doan (2003):

- Revisión preliminar en la literatura sobre especies reportadas en regiones cercanas y con características similares a la región de la laguna de Suesca, y que potencialmente habiten allí. Se elaborara a partir de esta información un lista de esas especies potenciales habitantes de la cuenca de la laguna, siendo de gran ayuda esta información como parámetro a seguir en el proceso de muestreo.
- Inventariado de las especies de anfibios y reptiles que habiten la microcuenca por medio del muestreo de la zona. En esta fase de campo, se capturaran los individuos observados durante cada visita al lugar en forma manual. Solo se colectaran los individuos cuyas especies sean abundantes o muy abundantes (criterios en el cuadro de operacionalización de variables) los cuales servirán como ejemplares de registro de la zona (Ejemplares Voucher). La mayoría de individuos capturados serán fotografiados en posición dorsal y posición ventral, y se anotaran en la libreta de campo los siguientes datos:

Designación Única del Ejemplar.

(número de colecta): Este número será único para cada ejemplar colectado.

Lugar de colecta.

Se toman los siguientes datos en orden: Quebrada Santa Helena, Vereda El Hatillo, Municipio de Suesca, Departamento de Cundinamarca, la altitud aproximada, y con la ayuda de un GPS se anotan las coordenadas geográficas.

Fecha y hora de colecta.

La hora se tomara siguiendo las 24 horas del día y la fecha será anotada en el orden de día, mes, y año, cada dato con números.

Nombre del colector.

Se deben anotar nombres y apellidos, no abreviados, y se pueden dejar las iniciales del segundo nombre y apellido.

Identificación Taxonómica. Siempre y cuando sea posible, hasta género o especie, pero dado el caso de que no sea así registrar al ejemplar con la familia a la que pertenece o a otra denominación taxonómica. Para facilitar esta parte se tendrá el apoyo de claves taxonómicas en el momento del muestreo.

Número de Ejemplares por especie. Se designa la cantidad de especímenes de la misma unidad taxonómica que se encuentren por muestreo individual.

Número de Ejemplares por sección de Muestreo. Se designa la cantidad de ejemplares capturados por sección de muestreo.

Información adicional. Se hacen notaciones acerca de: color de la piel, diseños de la piel (si los hay), sexo (si es posible sexar en campo), longitud rostro-cloacal, longitud de la cola.

Luego de este proceso serán dejados en libertad. Los ejemplares que harán parte del Voucher, también serán registrados con los datos anteriores, pero serán sacrificados empleando una inyección de anestésico (xilacina), en una cantidad de 1ml aplicada directamente al corazón, para el caso de reptiles, y para anfibios se empleara cloretona, luego de lo cual serán fijados en una cámara húmeda la cual consiste en toallas de papel y algodón con formol al 10 % y posteriormente preservados en una solución de alcohol etílico al 70%. Los reptiles serán preservados inyectándolos con formol al 10% en diferentes puntos del cuerpo (extremidades, torax, cola) Posteriormente se les colocara una etiqueta en papel pergamino de 50mm x 20mm con marcador indeleble registrando el mismo número con el que se registro al ejemplar en la libreta de campo, y se amarrara a la extremidad posterior del ejemplar con hilo nylon.

A partir de los datos obtenidos en el inventariado, se harán análisis de abundancia relativa y de riqueza:

Abundancia relativa. La estimación de la abundancia será calculada como el número de individuos en cada muestra con respecto al esfuerzo de captura dado en horas (*Urbina & Londoño, 2003*).

$$\frac{\text{\# de individuos de cada muestra}}{\text{Esfuerzo de captura (horas empleadas)}}$$

Para efectuar esta estimación, los ejemplares que sean colectados serán marcados con bandas elásticas de nylon de colores, sujetadas a la cintura del animal, y que pueden ser visibles a distancias de 5m (*Heyer, 1994*).

Riqueza. Igualmente se hará un análisis riqueza, utilizando la función o índice de Shannon-Weaver, ya que es el más simple para estimar la riqueza cuando no es posible identificar a todos los individuos de una comunidad (*WWF, 1980*), como sucede en este estudio, al no considerar monitoreo poblacional.

5.1.7.3.4 Identificación de microhabitats

La identificación de los microhábitats que habitan los anfibios y reptiles de la microcuenca se realizara registrando los siguientes datos en el formato de descripción de hábitat:

Fecha, hora de observación, temporada climática. La hora considerando las 24 horas del día y la fecha indicando el día, mes y año en números. Indicar si es temporada seca o de lluvias.

Designación Única del Ejemplar. La misma registrada en el formato de toma de datos de cada ejemplar individual.

Nombre del colector.

Locación general.

Tipo de Cobertura. Se indica en cual de las coberturas se hizo el muestreo con la siguiente designación: Praderas herbáceas (PH), Praderas arbustivas (PA), Cultivos (C), Arbustales (AB), Bosque secundario (BS) y Reservorios de agua (A).

Hábitat. Si es terrestre, arbóreo, o acuático (para el caso de los anfibios).

Posición Vertical. Para habitats terrestres, es la posición dada en distancias, en la que se encontró al ejemplar respecto a una variable del microhábitat (se seguirán los criterios propuestos por Heyer (1994), ver cuadro de operacionalización de variables).

Posición Horizontal. Para habitats acuáticos (para anfibios), es la posición dentro del agua, o respecto a un cuerpo de agua medida en distancias (se seguirán los criterios propuestos por Heyer (1994), ver cuadro de operacionalización de variables).

Sustrato: Se hace una descripción y se registran las dimensiones del sustrato sobre o bajo el cual se encontró al ejemplar.

Atributos especiales del microhábitat: Se seguirán los atributos propuestos por Heyer, 1994 (ver cuadro de operacionalización de variables).

Tipo de Actividad: La actividad en la que se encontró al ejemplar, siguiendo estos parámetros básicos: quieto o descansando, activo y en alerta, molestado por el investigador, realizando llamados, en un nido, alrededor de huevos, desplazándose, nadando, saltando. Si dicha actividad es diurna, crepuscular, nocturna o vespertina

5.1.7.3.5 Distribución de anfibios y reptiles

La distribución de las especies se obtendrá a partir de los datos de abundancia relativa, riqueza de especies y las variables del hábitat, obtenidos en los métodos para los dos primeros objetivos. Para esto en primer lugar los datos serán analizados en una tabla de frecuencia 2x2 (Heyer, 1994), la cual permite el análisis por medio de la prueba de

Chi-cuadrado. La abundancia de las especies respecto a los hábitats será evaluada mediante el coeficiente de similaridad de Bray Curtis. Para apreciar los patrones de distribución se elaborara un mapa con la ayuda del programa Biodiversity professional beta 1. en el cual se pueden apreciar las abundancias de las especies respecto a las variables del hábitat (*Urbina & Londoño, 2003*).

5.1.7.4. Resultados esperados

Primer Objetivo: Listado de las especies de la microcuenca, ✓

Segundo Objetivo: Documento con información sobre los hábitats de cada una las especies y preferencias. ✓

Tercer Objetivo: Mapa de distribución de los especies en la cuenca. ✓

5.1.7.5. Cronograma

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Definición pregunta	X	X	X									
Definición de objetivos	X	X	X	X								
Definición de metodología		X	X	X								
Escritura y aprobación de proyecto	X	X	X	X	X							
Reconocimiento del sitio	X											
Adquisición de materiales	X	X										
Revisión especies potenciales de la zona	X	X	X									
Fase de Campo												
Inventario Taxcnómico							X		X			
Caracterización de hábitats y microhábitats							X		X			
Fase de Laboratorio												
Corroborar identificación taxonómica								X		X	X	
Elaboración de matriz especies/hábitat										X	X	
Elaboración de mapa de distribución										X	X	
Análisis de resultados										X	X	
Realización de índices										X	X	
Discusión de resultados										X	X	X
Conclusiones										X	X	X
Presentación de Informe Final										X	X	X

5.1.7.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bandeja de plástico	2 bandejas	15.000	2	30.000
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	2	21.000
	Linterna de cabeza	1 linterna	25.000	2	50.000
	Alcohol	1 galon	20.000	2	40.000
	Formol	1 galon	10.500	5	52.500
	Pliero de papel pergamino	1 pliego	1.300	13	16.900
	Rompum	1 frasco 10cc	22.000	3	66.000
	Pilas	1 par	2.350	12	28.200
	Papel Toalla	1 rollo	6.000	2	12.000
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Frascos de Vidrio (medianos)	1 caja	20.000	1	20.000
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Jeringas	1 jeringa	500	10	5.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0	-	200.000
			Subtotal	1.132.100	
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	15	525.000
		1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	40	600.000
			Subtotal	1.725.000	
Personal	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	20	960.000
	COLABORADOR DIA	1 DIA	15.000	40	600.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	12	300.000
			Subtotal	1.860.000	
			Subtotal	4.717.100	

5.1.8 EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO, DISTURBADO POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA

JULIANA JIMENEZ

5.1.8.1. Justificación

Los suelos como componente principal en los sistemas agropecuarios han venido siendo degradados por el mal uso debido a una utilización irracional e inadecuada de los recursos y servicios que este puede brindar. El mal uso de los suelos principalmente por cultivos intensivos, pastoreo no apto para algunas zonas y la casi inexistencia de cobertura vegetal en la microcuenca Santa Helena así como la cuenca en general de la Laguna de Suesca se reflejan en problemas graves a diferentes niveles de alteración. En la actualidad no se conocen las consecuencias de dicho uso sobre los componentes físico-químicos del suelo, de que manera están siendo degradados, como los afectan los diferentes usos, cual es su mayor potencial ni tampoco se conoce la ordenación del uso de la tierra; por lo que se hace fundamental valorar su estado en las diferentes unidades fisiográficas presentes y tener un conocimiento de los suelos con su patrón de distribución y su potencialidad, con el propósito de definir las estrategias más adecuadas para su conservación y restauración, y así mismo dar a conocer la aptitud de uso de los suelos de la microcuenca Santa Helena.

Por medio de este estudio se pretende despertar el interés de la comunidad hacia ese recurso natural y dar herramientas sobre las decisiones a tomar para lograr un buen manejo, una correcta utilización y uso sostenible en sus respectivas parcelas con el fin de guardar el equilibrio ecológico entre el hombre y su entorno en la microcuenca Santa Helena.

5.1.8.2. Objetivos

5.1.8.2.1 Objetivo General

Realizar la caracterización físico-química de los suelos bajo las diferentes condiciones fisiográficas en la microcuenca Santa Helena.

5.1.8.2.2 Objetivos Específicos

- 1.** Valorar la composición física y química del suelo en las diferentes unidades fisiográficas de la Microcuenca Santa Helena.
- 2.** Identificar las diferencias del suelo existentes entre las diferentes unidades fisiográficas de la Microcuenca Santa Helena.
- 3.** Jerarquización de los niveles de alteración en las diferentes unidades fisiográficas presentes en la microcuenca Santa Helena.

5.1.8.3. Metodología

5.1.8.3.1 Trabajo de campo

Para realizar la caracterización de los suelos se escogerán diferentes unidades fisiográficas dentro de la Microcuenca producto de la zonificación preliminar. Dicha zonificación se realiza con la ayuda de interpretación de fotografías aéreas y mapas de la zona. En el área efectiva de la fotografía que comprende la quebrada Santa Helena y las zonas aledañas a esta se delimitan las Provincias Climáticas, Litología, Tipo de Geoforma, Longitud de la Geoforma y la Inclinação de la Geoforma; los cuales son parámetros utilizados para definir las unidades fisiográficas. Luego se delimitan los Procesos Físicos y finalmente la Cobertura.

En cada una de las Unidades fisiográficas se ubicarán transectos de 10 a 30 metros dependiendo del tamaño de la unidad, los transectos se localizarán dependiendo de la forma de la unidad, la dirección de la pendiente por las variaciones que puede presentar y teniendo en cuenta los límites con otras unidades. A lo largo de cada transecto se ubicarán de 6 a 16 puntos distanciados 2 metros entre sí los cuales corresponden a las cajuelas de 10x10cm de donde se extraerá una muestra compuesta a dos profundidades. La profundidad 1 será de 0-10cm y la profundidad 2 de 10-20cm, para el total de una muestra compuesta por profundidad y de dos muestras compuestas por cada transecto (Carter, 1993; Tan, 1996).

Las muestras compuestas de 1 kilo aproximadamente serán extraídas con barretón y una pala pequeña, luego serán mezcladas de manera homogénea y depositadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas para transportarlas posteriormente al laboratorio. Además de las muestras del suelo extraídas de la microcuenca se tomarán dos muestras compuestas una por cada profundidad establecida dentro de un relicto de bosque el cual está menos disturbado y será utilizado como referente en la implementación de los proyectos de restauración.

Según la zonificación existen 25 unidades fisiográficas en las cuales se tomarán las muestras de suelo de la siguiente manera: para las 2 unidades fisiográficas más grandes se tomarán 8 muestras compuestas en cada una, en las siguientes 7 unidades se tomarán: en una 6 muestras compuestas y en las otras 6 se tomarán 4 muestras compuestas por cada unidad y para las últimas 17 unidades más pequeñas se tomarán 2 muestras compuestas por cada una de ellas. Para un total de 80 muestras compuestas.

✓
no es el 20

Adicionalmente para la caracterización física del suelo se ubicarán 3 calicatas teniendo en cuenta las zonas más representativas de la microcuenca. La sección mínima recomendada de la calicata es de 0,80m de ancho por 1m de largo o profundo. La excavación de las calicatas se llevará a cabo utilizando una pica y una pala, y a medida que se va excavando se separará el material de cada horizonte del perfil del suelo. Para la descripción del perfil se tendrá en cuenta: Altura, Orientación, profundidad, Superficie, Características de la vegetación herbácea o cultivos. Y dentro de cada uno de los horizontes: espesor del horizonte, forma de los límites del horizonte, color, porcentaje de manchas, proporción aproximada de elementos gruesos, textura y estructura (Aristizabal, 1975; FAO, 1990).

5.1.8.3.2 Trabajo de laboratorio

Para realizar los análisis pertinentes a las propiedades del suelo es necesario realizar un análisis de laboratorio que comprende los análisis químicos, los cuales serán realizados en el laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y los análisis físicos que serán realizados en los laboratorios de la Pontificia Universidad Javeriana a cargo del investigador.

El Nitrógeno es uno de los elementos más importantes a estudiar; se deriva del ion Nitrato y es un componente integral de todas las proteínas, enzimas y otras sustancias biológicas activas en las plantas. Una eficiencia del Nitrógeno retarda el desarrollo fisiológico, por lo cual los niveles típicos están en un rango de 0.25 a 4%. Así mismo el Fósforo juega un extenso rol en el metabolismo de las plantas, está disponible en el suelo como el ion Fosfato. Es importante durante la germinación de la semilla y el crecimiento inicial de las plántulas y sus niveles pueden estar en un rango de 0.1 a 0.3%. El Potasio también es considerado esencial para la mayoría de las actividades fisiológicas de las plantas y se encuentra en un rango de 1 a 5% o más (Munshower, 1994).

El Calcio en las plantas se involucra en algunas actividades fisiológicas celulares y presenta un rango normal de concentración de 0.2 a 5%. Así mismo el Magnesio está involucrado en varios procesos celulares y tiene un rango de concentración de 0.1 a 2% pero lo principal en sus niveles son deficiencias y no excesos. Con respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico se refiere a la cantidad de cationes que pueden ser absorbidos por un suelo como el Ca, Mg, Na, K e H (Munshower, 1994).

Para obtener las concentraciones de los anteriores elementos es necesario realizar los siguientes análisis de laboratorio que son pertinentes con este estudio. Como el análisis químico que incluye variables como la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Fósforo, Aluminio de cambio, Saturación de bases, Carbón orgánico, Textura, pH y una recomendación para cultivo por muestra. Y el análisis del Nitrógeno total de los suelos.

Mientras el análisis físico comprende las siguientes variables: la densidad aparente, la densidad real, la porosidad, la estructura, la textura y la estabilidad estructural.

5.1.8.3.3 Análisis de la información

Para el análisis de la información obtenida se utilizará un análisis de componentes principales en donde se tienen en cuenta todas las variables tanto físicas como químicas en una misma matriz, luego se realizará una correlación entre los componentes y por último se implementará el análisis de varianza (ANOVA) para saber si las diferencias entre uno y otro componente son significativas a través de las unidades fisiográficas (IGAC, 1995; Ramírez & Viña, 1998).

5.1.8.4. Resultados Esperados

1. Descripción de la composición química del suelo. ✓
2. Descripción de la estructura del suelo. ✓
3. Definición de las diferencias en composición y estructura entre los suelos de las áreas fisiográficas dentro de la microcuenca. ✓

5.1.8.5. Cronograma

ACTIVIDADES	MES											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
RecopilaciónInformación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formulación delProyecto	X	X	X	X	X	X						
Visita al área			X		X	X						
Selección del área de muestreo					X	X						
Ubicación de unidades de muestreo en campo						X						
Muestreo de las unidades fisiográficas						X	X					
Envío de muestras al IGAC							X	X				
Análisis físicos en la Universidad Javeriana							X	X				
Análisis de resultados								X	X	X		
Elaboración del document	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Entrega y sustentación del estudio												X

5.1.8.6. Presupuesto

	Item	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Rollos fotográficos	1 rollo (36)	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bolsas plásticas negras 1	1 bolsa	42	300	12.600
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Facturas	1 libreta	1.500	2	3.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Bibliografía(Fotocopias,	1 Proyecto	200.000	1	200.000
	Pala de Jardineria	1 Pala Jardineria	6.500	1	6.500
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Tijeras de podar	1 tijera	16.300	1	16.300
	Bandeja plástica	1 bandeja	15.000	2	30.000
	Análisis químico Q01	1 muestra	31.320	82	2.568.240
Análisis químico Q07	1 muestra	22.040	82	1.807.280	
				Subtotal	5.243.420
Transporte y estadía	Transporte	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	10	350.000
	Tranposrte en van	1 viaje van	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	25	375.000
				Subtotal	1.325.000
Personal	Colaboradores	1 día	15.000	25	375.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	11	275.000
				Subtotal	1.562.000
				TOTAL	8.130.420

5.2 FASE II. MONTAJE DE EXPERIENCIAS PILOTO Y SEGUIMIENTO

5.2.1 EFECTO DE LA PLANTACIÓN DE CHILCO (*Baccharis latifolia* R. & P.) Y Coronó (*Xylosma spiculiferum* Tr. & PL.) A DIFERENTES DENSIDADES SOBRE LA SUCESIÓN VEGETAL EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA. SUESCA. CUNDINAMARCA.

TERESA ANDREA CARDENAS TAMAYO

5.2.1.1. Justificación

Existe un déficit de información respecto a la introducción de especies nativas, y aún mas respecto a las correctas distancias de plantación en zonas que han sido degradadas por pastoreo y agricultura, para lo cual resulta muy importante analizar tanto los procesos de sucesión vegetal natural, como llegar a reconocer distancias de siembra adecuadas con el fin de generar microclimas que permitan acelerar la llegada de especies, teniendo en cuenta que lo que se busca restaurar es una microcuenca que presenta severos problemas de degradación y con una historia muy larga de disturbio pasando por agricultura, pastoreo, minería, al punto que la microcuenca se ha vuelto estacional.

5.2.1.2. Objetivos

5.2.1.2.1 Objetivos General

Evaluar el efecto de la siembra de las especies nativas *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum* a diferentes densidades sobre la sucesión de la vegetación natural en un área disturbada por pastoreo y agricultura.

5.2.1.2.2 Objetivos Específicos

1. Definir la composición y estructura de la vegetación asociada a la siembra de *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum* en las primeras etapas de la sucesión (1 año).
2. Valorar el comportamiento de *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum* a diferentes densidades de plantación.
3. Establecer los atributos vitales de las especies colonizadoras asociadas a la siembra de *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum* en áreas disturbadas por cultivos y pastoreo.
4. Analizar la variación de las especies encontradas a través tiempo y así identificar el tratamiento ideal para el desarrollo de la sucesión vegetal.

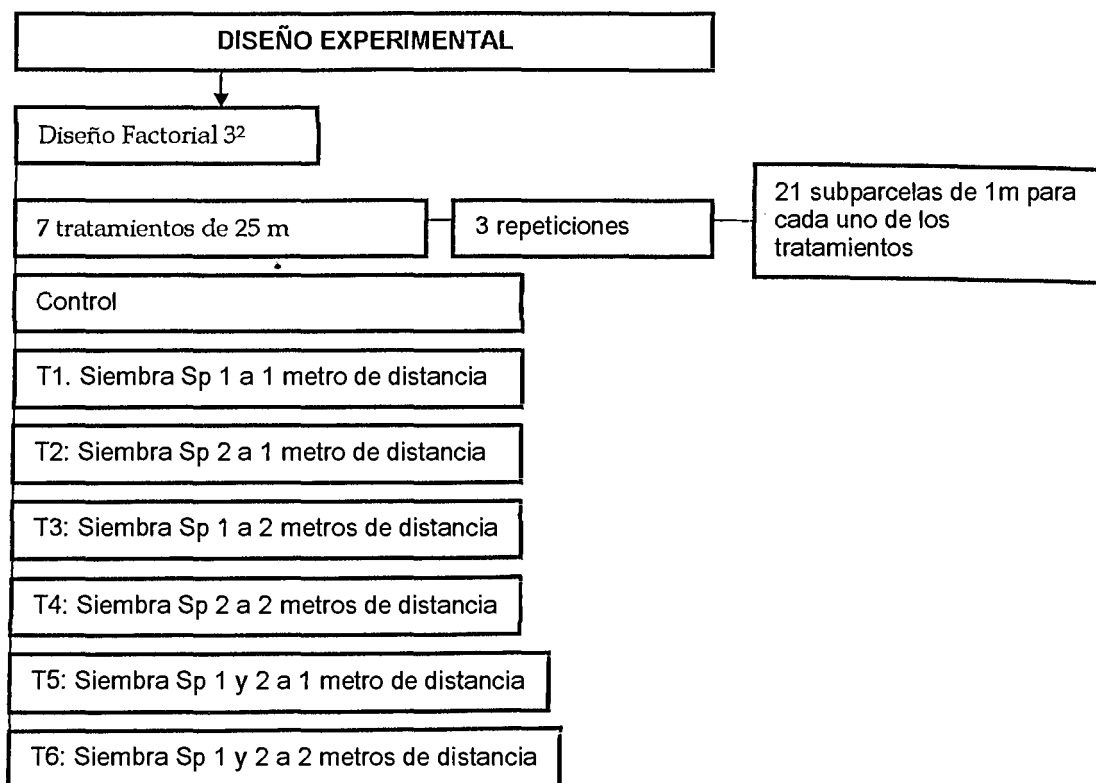
5.2.1.3. Metodología.

5.2.1.3.1 Fase de campo

La fase de campo se va a dividir así:

- Se va a realizar una salida de campo para hacer un pre-muestreo de la vegetación a lo largo de la microcuenca y para ubicar posibles áreas para la ubicación del proyecto.
- La segunda salida de campo tiene como objetivo concertar con la comunidad la colaboración hacia el proyecto y definir la ubicación de las parcelas.
- La tercera salida de campo tiene como objetivo sensibilizar a los pobladores aledaños a la quebrada Santa Helena, para lo cual se va a realizar una actividad de integración.
- Se van a realizar dos salidas de campo para concertar con la comunidad el montaje del proyecto y para decidir la ubicación de las parcelas.
- Posterior a esto se va a realizar el establecimiento del proyecto en el mes 1 y también el primer monitoreo, el cual se repetirá cada 3 meses durante un año. (ver Figura 7 y Cronograma)

5.2.1.3.2 Diseño Experimental:



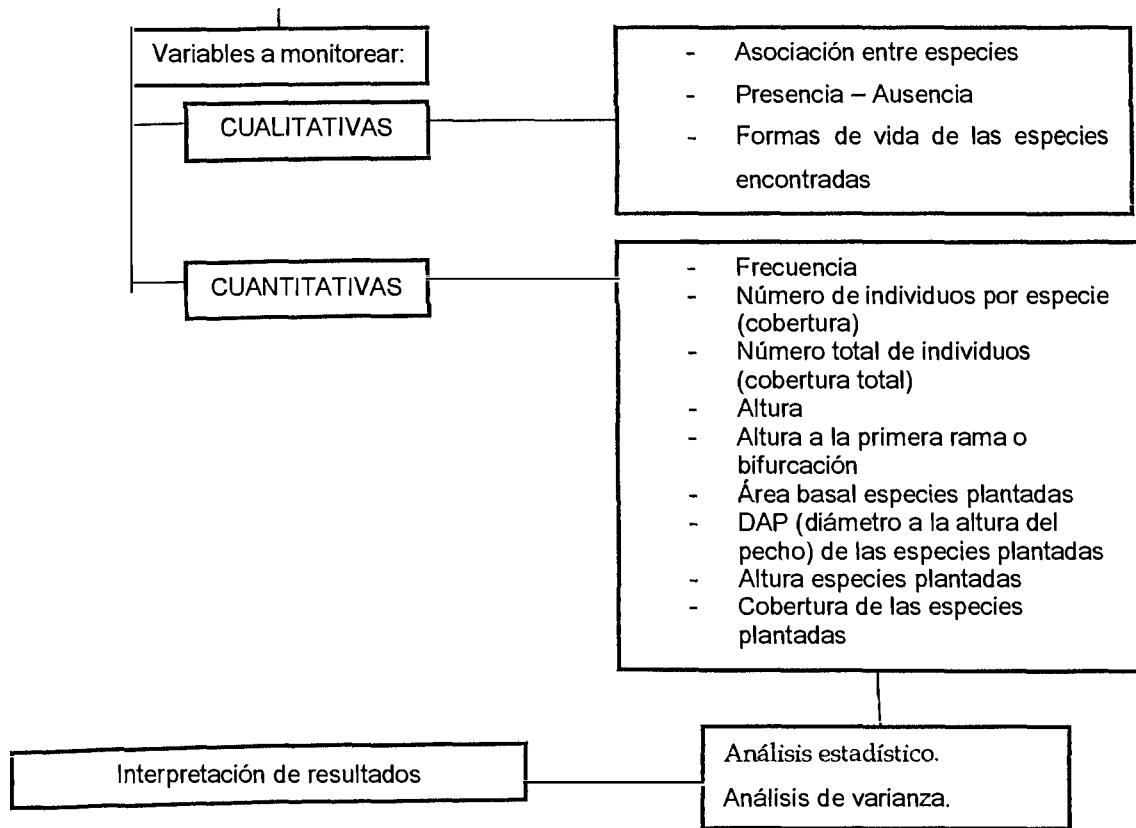


Figura 7. Esquema metodológico para la evaluación del efecto de la siembra de las especies nativas *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum* a diferentes densidades

Se va a contar con unidades experimentales homogéneas, para lo cual se tiene sólo un grupo o bloque de observaciones por lo tanto los tratamientos se van a asignar a las unidades experimentales de forma completamente aleatoria.

La aleatorización, es la determinación no sistemática tanto de la ubicación del material experimental como el orden en que se desarrollan los ensayos, esto es, los tratamientos se asignan a las unidades experimentales de tal manera que cada unidad tenga igual oportunidad de recibir cualquier tratamiento. La aleatorización permite que los errores sean variables y se distribuyan independientemente. Mediante una apropiada aleatorización del experimento, se procura la eliminación promedio de los efectos de los factores extraños que se puedan presentar.

En el bloque los tratamientos van a estar distribuidos de esta manera (ver Figura 8):

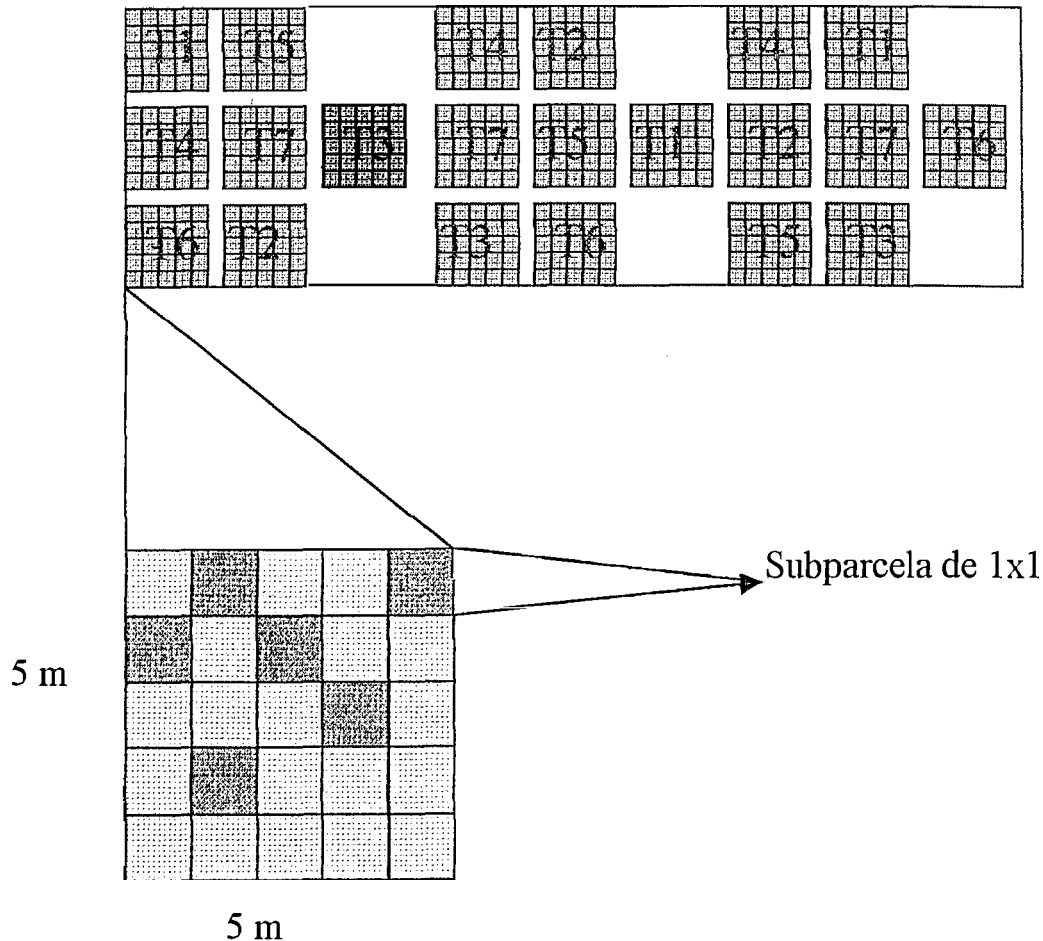


Figura 8. Distribución de bloques

5.2.1.3.3 Monitoreo:

Muestreo aleatorio

Consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar. En este caso, cada unidad de población tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra, la que resulta óptimamente representativa. Este modelo permite obtener el valor promedio de las variables consideradas y estimar la precisión de este promedio (desviación estándar de la muestra). La estimación de la precisión es deseable para el estudio de una población e imprescindible para comparar objetivamente dos poblaciones, ya que la diferencia entre las medias de dos poblaciones puede ser considerable y, sin embargo, no ser significativa debido al gran error de muestreo (Mateucci & Colma, 1982).

Diseño factorial 3²

La estructura factorial consiste en un conjunto de combinaciones de tratamientos provenientes de la combinación de dos o más factores. La estructura factorial constituye el concepto individual más importante de la estructura de tratamientos. Bajo esta estructura es posible examinar las interacciones entre los diferentes factores

estudiados, además, ahorrando tiempo y dinero comparado con experimentos donde solo se estudia un factor a la vez (Ver Tabla 1).

FACTOR ESPECIES PLANTADAS	FACTOR DISTANCIA DE SIEMBRA			
		Sin distancia	1 m et.ro	2 metros
	Sin siembra	T7		
	<i>Baccharis latifolia</i>		T1	T2
	<i>Xylosma spiculiferum</i>		T3	T4
<i>Baccharis latifolia</i> Y <i>Xylosma spiculiferum</i>		T5	T6	

Tabla 1. Factor distancia siembra vs especies plantadas

Para el primer objetivo se va a desarrollar la siguiente metodología:

➤ **Composición**

La composición se desarrolla con Dominancia y Diversidad así:

▪ **Dominancia**

$$Ds = \frac{\sum_{i=1}^s |(Ni (Ni-1))|}{|(N (N-1))|}$$

donde:

Ni: Número de individuos por especie (cobertura)

N: Número total de individuos (cobertura total)

▪ **Diversidad**

Se va a utilizar el índice de Shannon – Weaver (da preferencia a las especies dominantes).

Índice de Shannon – Weaver =

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{Ni}{N} \ln \frac{Ni}{N}$$

Donde:

Ni: es el número de individuos

N: es la abundancia relativa

Índice de diversidad específica relativa = $\frac{\text{Número de especies} \times 10^{-3}}{\text{Supérficie m}^2}$

- × Riqueza: se define como el número de taxa que tipifican a una localidad, región o parcela.

- × Abundancia relativa: Cobertura x unidad de área

➤ **Estructura**

Para evaluar la estructura se van a tomar las siguientes variables

Para los estratos:

→ Vertical:

- × Altura: Se va a medir por medio de una vara graduada con el fin de conocer la dinámica de la vegetación sembrada y la que va a llegar (Rangel & Velásquez,1997).
- × H pr :Altura de la primera rama o bifurcación.

→ Horizontal:

- × Cobertura: Es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie total.

La técnica para estimar la cobertura, se va a realizar a partir de unidades muestrales puntuales, y consiste en registrar la presencia o la ausencia de una especie en cada uno de las subparcelas ubicadas al azar. La técnica se basa en el hecho de que en cada subparcela existen sólo dos alternativas: que la especie esté presente o que esté ausente. Por lo tanto, la proporción de puntos en los que la especie esté presente (m_i)m derivados del número de unidades muestrales, equivale a la cobertura de dicha especie (x_i):

$$X_i = (m_i/M_T)$$

Donde M_T = nnumero total de puntos (Silvia D., et al. 1982).

Para los datos de las especies plantadas se van a tomar 4 árboles por parcela.

→ Área basal :

Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, se expresa en cm o m² de material vegetal por unidad de terreno(Rangel & Velásquez,1997) :

$$\text{Area basal} = \frac{\pi}{4} \times (\text{DAP})^2$$

→ Cobertura

Se obtiene con el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo. Al final se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de la especie y se hace la relación con respecto al área total muestreada (Rangel & Velásquez,1997).

Para esto se considera que cada estrato puede alcanzar un valor máximo de cobertura de 100%. La cobertura de el estrato es la suma de las coberturas de las especies que allí se ubican. Para obtener valores en % se sigue un procedimiento así:

$$\begin{array}{l} A \text{ m}^2 \text{-----} 100\% \\ B \text{ m}^2 \text{-----} X \end{array}$$

$$X = \frac{B \text{ m}^2 * 100\%}{A \text{ m}^2}$$

Donde:

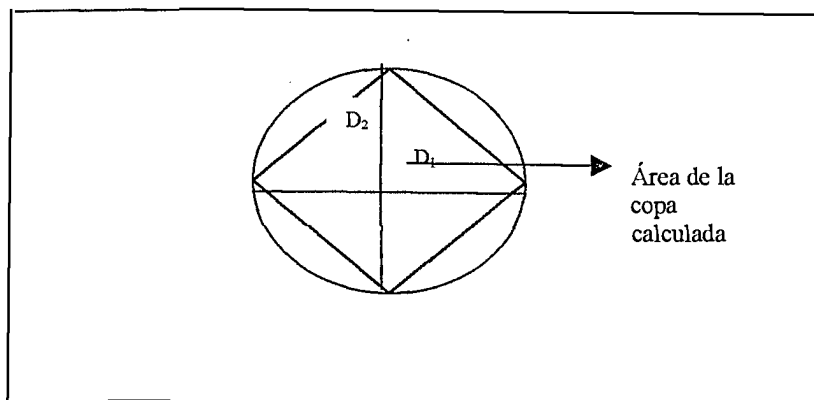
$A \text{ m}^2$: área total del levantamiento

$B \text{ m}^2$: Suma de los valores individuales de proyección de copa sobre el suelo de los individuos muestrados (Rangel & Velásquez,1997).

X : Cobertura en %

Al final para calcular la cobertura del estrato, se suman todos los porcentajes que resultaron del cálculo por especie (Rangel & Velásquez,1997).

La cobertura de la copa la define Prieto en 1994, quien asume una forma ovalada en las copas de los árboles, arbolitos y arbustos y a partir de las estimaciones de longitud, tanto del eje mayor como del eje perpendicular a éste, consideró como la proyección de la copa al rombo interior definido por estos ejes, así (Ver Figura 9):



D_1 : Diámetro mayor

D_2 : Diámetro menor

Figura 9. Proyección de la copa

La cobertura de la copa se definió como el área del rombo inscrito:

$$C_1 = \frac{1}{2} [D_2 \times \frac{1}{2} D_1] \times 2$$

$$\frac{1}{2} [D_1 \times D_2]$$

Donde: C_1 = Cobertura de copa de cada individuo en m^2

D_1 = Diámetro mayor

D_2 = Diámetro menor

Perfiles de vegetación:

Los perfiles de vegetación, son muy útiles para entender la estructura de la vegetación. Se trata de mostrar mediante un dibujo "real", los arreglos vertical y horizontal de una porción representativa de la vegetación. El perfil va en sentido de la pendiente, y se toman las especies que estén próximos a la línea, los cuales se van dibujando, incluyendo la altura, forma aproximada de la copa y porte del tronco (Rangel & Velásquez, 1997).

- Para el segundo objetivo se va a seguir la siguiente metodología:

Se va a realizar una pequeña caracterización para hacer un herbario tentativo de lo que se encuentra en la microcuenca Santa Helena, y de las especies encontradas se va a hacer una búsqueda bibliográfica de sus principales características.

De las especies que se van a encontrar a lo largo del trabajo, los atributos vitales con los que se van a trabajar son los que por bibliografía se tomen.

Para el tercer objetivo la metodología que se va a seguir es:

→ Índices de similaridad entre especies:

Se va a utilizar el índice de similaridad de Sörensen (Vargas & Zuluaga, 1981; Bernal, 1985, citado por Rangel y Velásquez, 1997).

Índice de similaridad de Sörensen: $I_{ss} = 2C/(A+B) \times 100$ (Bernal, 1985; citado por Rangel y Velásquez, 1997).

Donde : A: Número de especies en el levantamiento A

B: Número de especies en el levantamiento B

C: Número de especies comunes en los dos levantamientos

Este índice permite comparar pares de muestras del mismo tamaño, y es más satisfactorio por que incluye un término de probabilidad estadística. En la formulación, el valor más alto que resulta de la comparación inicial entre los pares de muestras constituye una nueva entidad que adiciona a las restantes. Las dos muestras que se unieron no se toman en cuenta y los nuevos valores de similaridad provienen del promedio de los valores individuales. El proceso continúa hasta lograr la diferenciación de dos subconjuntos, seguidamente los valores encontrados se grafican para obtener dendrogramas de afinidad (Rangel & Velásquez, 1997).

Si la asociación es total, es decir si las especies A y B aparecen siempre juntas, $S_{A,B} = 1$; Si A y B nunca aparecen juntas, entonces $S_{A,B} = 0$.

→ Índice de disimilaridad Bray – Curtis:

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^s |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^s |X_{ij} + X_{ik}|}$$

Donde :

Djk es la disimilaridad entre las estaciones j y k
 Xij es la abundancia de la especie i en la estación j
 Xik es la abundancia de la especie i en la estación k
 S es el número de especies que se comparan

A partir de los resultados de aplicar el índice de disimilaridad, se crea una matriz con la que se creará un dendograma de afinidades, para establecer la similaridad de la cobertura de las especies dominantes en cada parcela.

En este punto, se va a realizar un análisis general de todos los datos, y se va a tomar como el tratamiento más efectivo aquel que posea mayor cobertura en su totalidad respecto a los otros tratamientos.

5.2.1.4. Resultados esperados

1. Listado de las especies vegetales asociadas a la siembra de *Baccharis latilofia* y *Xylosma spiculiferum*, acompañado de la descripción detallada de sus características. ✓
2. Elaboración de perfiles de vegetación. ✓
3. Descripción de los atributos vitales de las especies vegetales asociadas a la siembra de *Baccharis latilofia* y *Xylosma spiculiferum* ✓
4. Descripción del comportamiento de las especies plantadas ✓
5. Definición de las diferencias presentadas entre los tratamientos. # especies

5.2.1.5. Cronograma

ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Socialización del proyecto	x			x							x	
Establecimiento de parcelas			x	x								
Monitoreos				x			x			x		
Análisis de datos					X	X	X	X	X	X	X	
Elaboración de informe final											x	x
Entrega de resultados												X

5.2.1.6. Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Cercado	Alambre de púas (888 m, 6 vueltas)	1 rollo (350 m)	90.000	2	180.000
	Soga de manila nylon 6 mm	1 m	471	500	235.500
	Cabuya	1 metro	18	1.000	18.000
	Transporte material (alambre, sogas, grapas, valla y herramientas)	1 viaje	150.000	2	300.000
	Postes (Poste 2m)	1 poste	3.800	55	209.000
	Estacas	1 estaca(3x3x60 cm)	350	530	185.500
	Estacas	2 estaca(4x4x60 cm)	500	170	85.000
	Bolsas plásticas negras 4 Kg.	1 bolsa	80	300	24.000
	Transporte postes y estacas	1 viaje	150.000	2	300.000
	Grapas para alambre	1 kilo	3.300	1	3.300
	Arboles Chilco	1 árbol	1.750	170	297.500
	Arboles Corono	1 árbol	1.750	170	297.500
	Compost	1 kilo	435	380	165.300
	Transporte Compost	1 viaje	240.000	1	240.000
	Transporte árboles	1 viaje	230.000	1	230.000
	Labores de siembra	1 árbol	2.500	340	850.000
	Materiales	Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3
Revelado		1 revelado	25.000	3	75.000
Palos de Balso (1,5 x 1,5 cm)		1 palo	900	3	2.700
Cinta de enmascarar		1 rollo	4.000	2	8.000
Acetatos		1 acetato	400	4	1.600
Caja de cancamos No. 00		1 caja (10)	7.600	4	30.400
Caja de puntillas pequeñas		1 caja	1.850	1	1.850
Marcador indeleble		1 marcador	1.700	2	3.400
Facturas		1 libreta	1.500	2	3.000
Papel carta, 90 gramos		1 resma	9.000	3	27.000
Cartucho tinta negra		1 cartucho	99.900	2	199.800
Cartucho tinta color		1 cartucho	112.000	2	224.000
Block papel milimetrado		1 block	1.800	1	1.800
Anillado		1 anillado	3.000	7	21.000
Compac Disc		1 CD	1.000	4	4.000
Diskette		1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
Bibliografía (Fotocopias, textos)			0	-	200.000
Prensa (Láminas de triplex)		1 lámina	2.400	2	4.800
Cartones corrugados		1 pliego	500	4	2.000
Libreta topográfica		1 libreta	10.500	1	10.500

Herramientas	Decámetro	1 decámetro	22.100	1	22.100
	Carretilla	1 carretilla	99.200	1	99.200
	Barretón	1 barretón	15.700	1	15.700
	Pala	1 pala	10.100	1	10.100
	Pica	1 pica	14.000	1	14.000
	Pala draga	1 pala	20.000	1	20.000
	Pala de Jardinería	1 Pala Jardinería	6.500	1	6.500
	Tijera de Podar	1 Tijera	16.300	1	16.300
	Martillo	1 martillo	9.600	1	9.600
	Mazo	1 mazo	6.100	1	6.100
				Subtotal	4.687.850
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	20	700.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia investigador	1 día	15.000	66	990.000
				Subtotal	2.290.000
Personal	Colaboradores	1 día	15.000	20	300.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	12	300.000
			Subtotal	1.512.000	
				TOTAL	8.489.850

5.2.2 EFECTO DE LA PLANTACIÓN DE CIRO (*BACCHARIS BOGOTENSIS* H.B.K) Y ESPINO (*DURANTA MUTISSI* L.F) A DOS DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA (MUNICIPIO DE SUESCA, CUNDINAMARCA)

VERONICA CORSO SALAMANCA

5.2.2.1 Justificación

La problemática ambiental de la microcuenca Santa Helena, en el municipio de Suesca, Cundinamarca, radica en la degradación del suelo y en el agotamiento de las fuentes hídricas. Este deterioro fue causado en gran parte por el uso extensivo e intensivo que se le dio a la tierra para la agricultura y la ganadería, lo cual generó procesos de deforestación sobre la microcuenca, esto contribuyó en la degradación del ecosistema.

Estos cambios en el ecosistema se ven reflejados en la desaparición de gran parte de la cobertura vegetal nativa, la disminución del volumen del agua (el volumen de agua de la microcuenca paso de ser permanente a estacional), y en la desaparición de la fauna nativa. Estas condiciones también han afectado a la población que habita sobre la microcuenca.

Por esta razón se pretende llevar a cabo la restauración inicial de la vegetación, por medio de la evaluación de procesos de sucesión vegetal natural inducidos a través de la siembra a diferentes densidades de especies nativas con el fin de generar condiciones microclimáticas que favorezcan la llegada de otros organismos vegetales y animales contribuyendo así a la recuperación del ecosistema.

El conocimiento de los mecanismos y las propiedades individuales mediante las cuales la vegetación nativa se reestablece por sí misma, será la base para iniciar la recuperación de otros recursos de la microcuenca (agua, fauna) basados en procesos de sucesión vegetal. A partir de esto se podrán generar estrategias para un desarrollo sostenible lo cual será útil para los habitantes de la zona y el ecosistema.

5.2.2.2. Objetivos

5.2.2.2.1 Objetivos General

Evaluar el efecto de las plantaciones *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutissi*, a diferentes densidades de siembra, sobre el establecimiento de la vegetación en la microcuenca Santa Helena.

5.2.2.2.2 Objetivos Específicos

1. Definir la variación en la estructura y composición de las especies a través del tiempo en áreas plantadas con *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutissi* a diferentes densidades.

2. Valorar el comportamiento de *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutissi* a diferentes densidades de plantación a través del tiempo.
3. Definir los atributos vitales de las especies colonizadoras.
4. Analizar la variación de las especies encontradas a través tiempo y así identificar el tratamiento ideal para el desarrollo de la sucesión vegetal.

5.2.2.3. Metodología.

5.2.2.3.1 Diseño experimental

Las parcelas se establecerán aleatoriamente en la zona de estudio, formando un bloque. (ver fig 1) Todas las parcelas, dentro del bloque cumplen con las mismas condiciones y tratamientos. La altura de las parcelas, el tamaño de las mismas, el tamaño de las especies (material vegetal homogéneo), así como las toma de datos para todas es igual. Usando este diseño, las parcelas forman una unidad experimental más homogénea, que elimina los factores extraños, que contribuyen con la variación sistemática de las diferencias de la unidades experimentales (Montgomery,1997).

Los tratamientos se van asignar a las unidades experimentales de forma aleatoria (figura 1). La aleatorización es la determinación no sistemática de la ubicación del material experimental y permite que cada unidad experimental tenga la misma probabilidad de recibir cualquier tratamiento, de esta manera que los errores sean variables y se distribuyan independientemente en la muestra. (Cochran & Cox, 1965)

5.2.2.3.2 Establecimiento de las parcelas

Se van a establecer siete parcelas (6 tratamientos y 1 control) de 25m² (5x5) cada una. Las 7 parcelas presentarán tres repeticiones ubicadas aleatoriamente en la zona seleccionada para la siembra, formando un bloque de 21 parcelas de 25m² cada una (ver figura 10). El número de repeticiones empleado incrementa la precisión del experimento, reduciendo el error estándar y provee un estimado del error experimental, determinando si las diferencias observadas en los datos son estadísticamente significativas. (Montgomery,1997).

Al interior de cada parcela de 25m², se establecerán 7 subparcelas de 1m², para un total de 21 subparcelas de estas dimensiones por tratamiento. Esto se hace con el fin de establecer una unidad muestra representativa de la comunidad. (Mateucci & Colma, 1982)

El área total de siembra por tratamiento y sus repeticiones será de 175 m², para un total de área utilizada de 525 m² para todos los siete tratamientos con las tres repeticiones (ver tabla 2).

Tratamiento	Área por tratamiento (M ²)	Área tratamientos+repeticiones (M ²)
1	25	75
2	25	75
3	25	75
4	25	75
5	25	75
6	25	75
7	25	75
AREA TOTAL DE SIEMBRA		525

Tabla 2. Área de siembra para los tratamientos (menos para el control que no tiene siembra)

Se establecerá una distancia de 1m, entre tratamientos, dentro del bloque(ver fig 11).

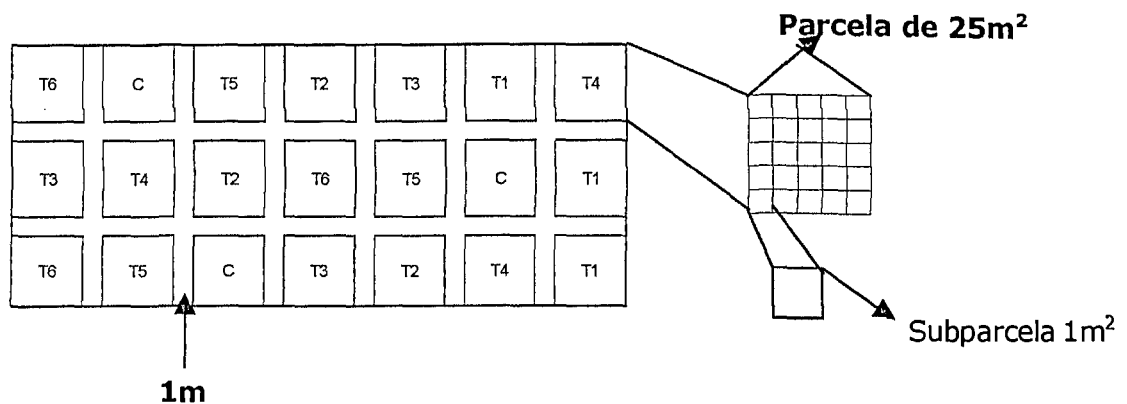


Figura 10. Distribución de las parcelas de 25 m²

5.2.2.3.3 Establecimiento de tratamientos

Los tratamientos para cada área de 25m² se establecen de la siguiente manera:
(Especie 1=*Baccharis bogotensis* y Especie 2= *Duranta Mutisii*)

- × **Tratamiento 1:** Especie 1 sembrada a 1 metro de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Tratamiento 2:** Especie 2 sembrada a 1 metro de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Tratamiento 3:** Especie 1 sembrada a 2 metros de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Tratamiento 4:** Especie 2 sembrada a 2 metros de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Tratamiento 5:** Especies 1 y 2 sembradas a 1 metro de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Tratamiento 6:** Especies 1 y 2 sembradas a 2 metros de distancia (entre arbustos y entre líneas)
- × **Control** (sin siembra).

Las siembras a 1 y 2m se harán de de la siguiente manera (ver fig 11 y 12)

Figura 11. Siembra a 2m

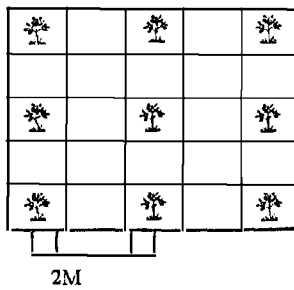
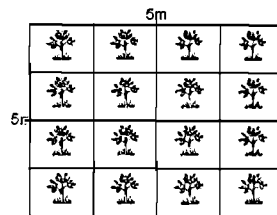


Figura 11. Siembra a 1m



Las especies a sembrar son: *Baccharis bogotensis* (especie 1) y *Duranta mutisii* (especie 2) que estarán distribuidas de la siguiente manera (Tabla 3)

Tabla 3. Distribución de los árboles en las parcelas

TRATAMIENTO	ESPECIE	ÁRBOLES POR TRATAMIENTO	ÁRBOLES TOTALES (TRATAMIENTO Y 3 REPETICIONES)
1	<i>Baccharis bogotensis</i>	25	75
2	<i>Duranta mutisii</i>	25	75
3	<i>Duranta mutisii</i>	9	27
4	<i>Duranta mutisii</i>	9	27
5	<i>Baccharis bogotensis</i> +	13	39
	<i>Duranta mutisii</i>	12	36
6 (es a 2 m)	<i>Baccharis</i> + <i>bogotensis</i>	5	15
	<i>Duranta mutisii</i>	4	12
Control		0	0
TOTAL ÁRBOLES A SEMBRAR			258

En total se van a sembrar 258 arbustos para todos los tratamientos y repeticiones

5.2.2.3.4 Monitoreo

Se determinaron cuatro tiempos de muestreo y se distribuyeron de la siguiente manera:

To: En el primer mes que corresponde al montaje de las parcelas y al primer muestreo. donde se tomarán datos de (presencia-ausencia, altura, cobertura, formas de vida) de la vegetación antes de la siembra de especies.

T1: a los tres meses de realizada la siembra, que corresponde al segundo muestreo

T2 :a los cinco meses de realizada la siembra, que corresponde al tercer muestreo

T3 :a los siete meses de realizada la siembra, que corresponde al cuarto muestreo

T4 :a los nueve meses de realizada la siembra que corresponde al quinto muestreo

El muestreo es aleatorio, donde se ubicarán muestras o unidades muestrales al azar. De esta manera cada unidad en la población tiene la misma probabilidad de formar parte de la muestra (Mateucci & Colma).

De esta forma se muestrearán las 7 subparcelas de 1m² al azar. Servirán para la toma de datos de la vegetación durante todos los tiempos de muestreo. Para todos los tiempos se muestrearán siempre las mismas parcelas.

Se monitorearán durante cada tiempo de muestreo las siguientes variables: Presencia-ausencia de especies (abundancia, diversidad y dominancia), formas de vida de la vegetación, cobertura, altura.

Las variables se van a examinar a través de la determinación de la estructura y composición de la vegetación, a través del tiempo

5.2.2.3.5 Estructura y Composición de la Vegetación

Estructura de la vegetación

Se entiende como estructura, al patrón espacial de distribución de la plantas en el estrato vertical (altura,) y en el estrato horizontal (cobertura, área basal). (Rangel & Velasquez, 1997).

Para evaluar la estructura de las especies plantadas medirán las siguientes variables a cinco árboles escogidos al azar, en cada una de las parcelas:

× **Altura**

Se va a estimar por medio de una vara graduada, con el fin de conocer la estratificación de la vegetación Se clasificarán de la siguiente manera: Rasante (0-3m), herbáceo (03-1.5m), arbustivo (1.5-5)m . (Rangel & Velasquez, 1997).

× **Altura de la primera rama o bifurcación:**

Altura a la que se encuentra la primera rama o bifurcación.

× **Área Basal**

Es la superficie de una sección transversal del tallo del individuo a determinada altura del suelo o DAP (DAP diámetro a la altura del pecho, que corresponde a 1,3m). Se expresa en centímetros o metros cuadrados. (Rangel & Velasquez,1997)

$$\text{Area Basal} = \frac{\pi \times (\text{DAP})^2}{4}$$

× Cobertura

Definido como la proporción de terreno, que ocupa la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos. Se expresa como un porcentaje de la superficie total . Esto, para los árboles plantados.

Se obtiene por el calculo directo en metros cuadrados, del área que proyecta sobre el suelo la copa de los individuos de los estratos altos. Al final se suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de la especie en relación al área total muestreada. (Rangel & Velasquez, 1997)

Para obtener valores en porcentaje se procede de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} \text{Am}^2 \text{-----}100\% \\ \text{B m}^2 \text{-----}X \end{array}$$

$$X = \frac{\text{Bm}^2 \times 100}{\text{Am}^2}$$

Donde:

Am² Area total del levantamiento

Bm² Suma de los valores individuales de proyección de copa sobre el suelo de los individuos muestreados (Rangel & Velasquez, 1997)

X: Cobertura en porcentaje

× Cobertura de Copa

Según Prieto(1994), la copa de los arboles, arbolitos y arbustos presentan una forma ovalada y a partir de las estimaciones del eje mayor, como del eje perpendicular, consideró como la proyección de la copa al rombo interior definido por los ejes. La cobertura de la copa se definió como el área del rombo inscrito (Rangel & Velasquez, 1997)

$$C1 = \frac{1}{2} [D2 \times D1] \times 2$$

donde C1 es la cobertura de copa de cada individuo
D1 es el diámetro mayor
D2 es el diámetro menor

Para las especies asociadas a la siembra, solo se tomara datos de altura y cobertura expresado en centímetros, y no por individuos como en el caso de las especies plantadas

Con estos datos se podrá examinar y comparar como es el establecimiento (por cobertura y crecimiento) de la vegetación plantada y asociada dentro de las parcelas, en cada uno de los tiempos de muestreo.

Los datos de diámetro del tronco, altura, altura del fuste hasta la primera ramificación y diámetro de la copa se van a emplear para realizar perfiles de vegetación (Mateucci & Colma) . Estos son útiles para entender la estructura de la vegetación, mostrando mediante un dibujo los arreglos vertical y horizontal de una proporción representativa de la vegetación (Rangel & Velasquez, 1997)

Composición de la vegetación

Se definirá de acuerdo a la presencia-ausencia y a la abundancia de especies dentro de las parcelas.

Para determinar la composición de la vegetación, se van a medir las siguientes variables:

× **Dominancia:**

Se obtiene a través del índice de Simpson (depende de las especies abundantes, de ahí que puede ser empleado como un índice de dominancia (Ramírez et al, 1999)

$$D_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^s \frac{N_i(N_i-1)}{(N(N-1))}}$$

Donde

N_i: Número de individuos por especie (Cobertura)

N: Numero total de individuos

× **Diversidad:**

Para determinar la diversidad, se va a emplear el índice de Shannon-Weaver, ya que da preferencia a las especies raras (Mateucci & Colma, 1982)

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

Donde

N_i: Numero de individuos

N: Abundancia Relativa

La abundancia relativa se expresa como cobertura por unidad de área.

Este índice sirve para evaluar la sucesión ya que se permita determinar en que tiempo de muestro y en que parcela de siembra hubo un mayor valor de diversidad. Además que este índice da mayor importancia a las especies raras, condición que puede presentarse en los procesos sucesionales esperados en las plantaciones.

× **Índice de Similitud de Sorensen:**

$$Iss = \frac{2C}{(A+B)} \times 100 \text{ (Rangel \& Velasquez, 1997).}$$

Donde A es el número de especies en el levantamiento A

B es el número de especies en el levantamiento B

C es el número de especies comunes en los dos levantamientos

Este índice permite compara pares de muestras del mismo tamaño. Relaciona el número de especies comunes en las dos muestras, con el número total de especies de dos muestras. Si las muestras son idénticas $Iss_{1,2} = 1$ y 0 si ambas muestras son completamente distintas

Estos valores resultantes sirven para comparar la composición dentro de cada parcela, en los diferentes tiempos de muestro.

× **Índice de disimilaridad de Bray Curtis**

Se basa en las diferencias de las muestras y complementan las medidas de similitud (Ramirez et al, 1999)

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})}$$

Donde :

D_{jk} es la disimilaridad de las estaciones j y k
X_{ij} es la abundancia de la especie i en la estación j
X_{ik} es la abundancia de la especie i en la estación k
S es el número de especies que se comparan

Con los resultados obtenidos a partir de este índice, se realizará un dendrograma de afinidades, para determinar la similaridad de la cobertura de las especies dominantes de cada parcela y en cada tiempo.

5.2.2.3.6 Atributos vitales

Para definir los atributos vitales de las especies asociadas a los tratamientos, se emplearán observaciones de campo e información bibliográfica sobre las especies que se encuentren, para analizar aquellos atributos o características individuales que contribuyen a su establecimiento.

5.2.2.3.7 Distancia de siembra ideal

Se tomará como distancia de siembra ideal, aquella que con el análisis de datos de composición, estructura, atributos vitales, obtenga una cobertura mayor (esto significaría una mayor sucesión), respecto a los demás tratamientos de siembra.

5.2.2.4 Resultados esperados

1. Listado de las especies vegetales asociadas a la siembra de *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii*, acompañado de la descripción detallada de sus características.
2. Perfiles de vegetación (estratificación de la vegetación) de las especies vegetales asociadas a la siembra de *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii*.
3. Descripción del comportamiento de las especies plantadas *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii* a diferentes densidades a través del tiempo.
4. Descripción de los atributos vitales de las especies vegetales asociadas a la siembra de *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii*.
5. Recomendación de las mejores distancias de siembra a utilizar en proyectos de restauración de las especies plantadas.

5.2.2.5 Cronograma

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recopilación de información	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Formulación proyecto	X	X	X									
Establecimiento de parcelas y tratamientos				x								
Toma de datos				x			X			x		
Análisis de datos					X	X	X	X	X	X	X	
Discusión de resultados					X	X	X		X	X	X	
Elaboración del documento										X	X	X
Entrega de informe final												x

5.2.2.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Papelería	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Block papel milimetrado	1 block	1.800	1	1.800
	Prensa (Láminas de triplex)	1 lámina	2.400	2	4.800
	Facturas	1 libreta	1.500	1	1.500
	Acetatos	1 acetato	400	4	1.600
	Contact transparente	1 rollo (3 m)	3.500	3	10.500
	Cartulina blanca	1 pliego	480	5	2.400
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
Ferretería	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Soga de manila nylon 6 mm	1 m	471	500	235.500
	Cabuya	1 metro	18	1.000	18.000
	Caja de cancamos No. 00	1 caja (10)	7.600	4	30.400
	Caja de puntillas pequeñas	1 caja	1.850	1	1.850
	Decámetro	1 decámetro	22.100	1	22.100
	Mazo	1 mazo	6.100	1	6.100

	Alambre de púas (3312 m)	1 rollo (350 m)	90.000	2	180.000
	Grapas para alambre	1 KILO	3.300	1	3.300
	Barretón	1 barretón	15.700	1	15.700
	Pala	1 pala	10.100	1	10.100
	Pica	1 pica	14.000	1	14.000
	Tijeras de podar	1 tijera	16.300	1	16.300
	Pala de Jardinería	1 Pala Jardinería	6.500	1	6.500
	Pala draga	1 pala	20.000	1	20.000
	Transporte material (alambre, soga, grapas, valla y herramientas)	1 viaje	150.000	2	300.000
	Martillo	1 martillo	9.600	1	9.600
Aserrió	Estacas	1 estaca(3x3x60 cm)	350	530	185.500
	Estacas	2 estaca(4x4x60 cm)	500	170	85.000
	Transporte postes y estacas	1 viaje	150.000	2	300.000
	Postes (corredor)	1 limatón (5 m)	3.800	55	209.000
Centros de copiado Universidad	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0	-	200.000
Vivero	Árboles Ciro	1 árbol	1.750	170	297.500
	Árboles Espino	1 árbol	1.750	170	297.500
	Transporte árboles	1 viaje	230.000	1	230.000
	Compost	1 kilo	435	380	165.300
	Transporte Compost	1 viaje	240.000	1	240.000
	Labores de siembra	1 árbol	2.500	340	850.000
Centro Fotográfico	Rollos fotográficos (36 fotos)	1 rollo	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bolsas plásticas negras 4 Kg.	1 BOLSA	80	300	24.000
				Subtotal	4.595.350
Personal	Colaboradores	1 día	15.000	20	300.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	12	300.000
				Subtotal	1.512.000
Transporte y estadía	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	20	700.000
	Transporte en van	1 viaje 4 personas (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	66	990.000
				Subtotal	2.290.000
				TOTAL	8.397.350

5.2.3 EFECTO DEL MONTAJE DE UN CORREDOR RIPARIO SOBRE EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, MUNICIPIO DE SUESCA – CUNDINAMARCA,

ALBA CRISTINA ORTIZ PUERTO

5.2.3.1 Justificación

El equilibrio de una microcuenca esta dado por ciertas condiciones climáticas, ecológicas y edáficas, cuando alguna de estas se ve alterada, es necesario acudir a recursos y estrategias que permitan el mejoramiento y optimización de la microcuenca.

La microcuenca en el Municipio de Santa Helena en Suesca Cundinamarca. se encuentra especialmente alterada como consecuencia de la deforestación y el uso agropecuario.

La implementación de un corredor ripario como estrategia de recuperación de los recursos antes mencionados, contribuirá en el proceso de restauración y buen funcionamiento de la microcuenca, dado que la vegetación que este posee desempeñará una labor significativa en dos aspectos: primero y fundamentalmente, sus sistemas radiculares estabilizaran las orillas controlando eficazmente los procesos de erosión de márgenes; segundo, gracias a la reducción de la velocidad de las aguas lluvias que generan las partes aéreas se genera a su vez una disminución de la erosión del suelo.

5.2.3.2 Objetivos

5.2.3.2.1 Objetivos General

Evaluar la implementación de un corredor ripario con las especies *Xylosma spiculiferum* (Corono), *Baccharis latifolia* (Chilco), *Duranta mutisii* (Espino) y *Baccharis bogotensis* (Ciro), en el repoblamiento vegetal en la microcuenca Santa Helena.

5.2.3.2.2 Específicos

- 1.** Evaluar el comportamiento de las especies *Xylosma spiculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Duranta mutisii* y *Baccharis bogotensis* a dos densidades de plantación, próximas al cauce, en la microcuenca Santa Helena.
- 2.** Valorar el efecto de la plantación de las especies *Xylosma spiculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Duranta mutisii* y *Baccharis bogotensis*, a dos densidades de plantación, sobre el establecimiento de la vegetación en la microcuenca Santa Helena.
- 3.** Comparar el establecimiento de la vegetación natural para los sitios plantados a menor y mayor densidad, con las especies *Xylosma spiculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Duranta mutisii* y *Baccharis bogotensis*

5.2.3.3 Metodología.

Selección del lugar para el montaje del proyecto

En esta etapa se realizara un reconocimiento preliminar del área de la microcuenca, en donde se delimitaran las zonas de estudio con base en las fotografías aéreas, teniendo en cuenta la fotointerpretación realizada, después se realizaran recorridos donde se observaran los lugares escogidos en las fotografías y tomando lugares libres de bosques relictos, se determinara el área de estudio.

Diseño experimental

En esta etapa se realizara el montaje del proyecto que se dividirá en:

1. Establecimiento de parcelas

Se establecerán 12 parcelas de 10 m X 10 m cada una, debido a las características del terreno. Se delimitaran con soga de manila de nylon y estacas.

2. Establecimiento de subparcelas

Al interior de cada parcela se distribuirán al azar 5 subparcelas fijas de 1m x 1m, delimitadas con soga de manila de nylon, en las que se tomarán los datos de cobertura y número de especies, con el propósito de valorar el efecto de la densidad sobre el repoblamiento vegetal. Para el control se establecerán 3 parcelas de 1m X 1m a lado de las parcelas de 10 m X 10 m (Figura 14).

3. Establecimiento de tratamientos

Se plantaran los árboles con el patrón de plantación al tresbolillo como se sugiere en el Protocolo distrital de restauración ecológica del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente.

Se utilizara un diseño completamente al azar, donde se fijarán dos tratamientos: En el primero se realizaran las plantaciones en las parcelas de los árboles a distancias al tresbolillo entre individuos de 1 m y entre líneas de 0.9 m (Figuras 12a, b, c, d, 13 y Tabla 4). En el segundo tratamiento se realizaran las plantaciones de los árboles a distancias al tresbolillo entre individuos de 2 m. (Figuras 14a, b, c, d y 15, y tabla 5).y entre líneas de 1.7 m, cada tratamiento tendrá seis repeticiones, tres de estas tendrán dos especies *Baccharis latifolia*, *Xylosma spiculiferum* y las otras tres repeticiones tendrán otras dos *Duranta mutissi*, *Baccharis bogotensis*.

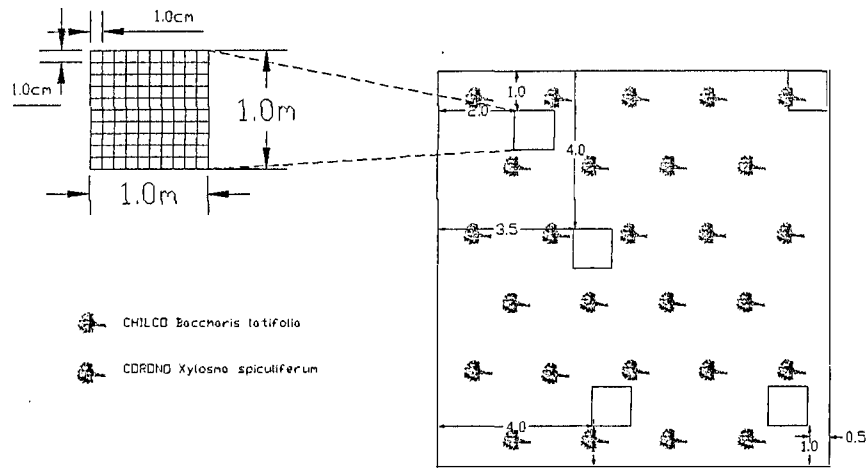


Figura 14a. Parcelas de 10 m X 10 m y con individuos (CORONADO Y CHILCO) plantados a distancia de 2 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.

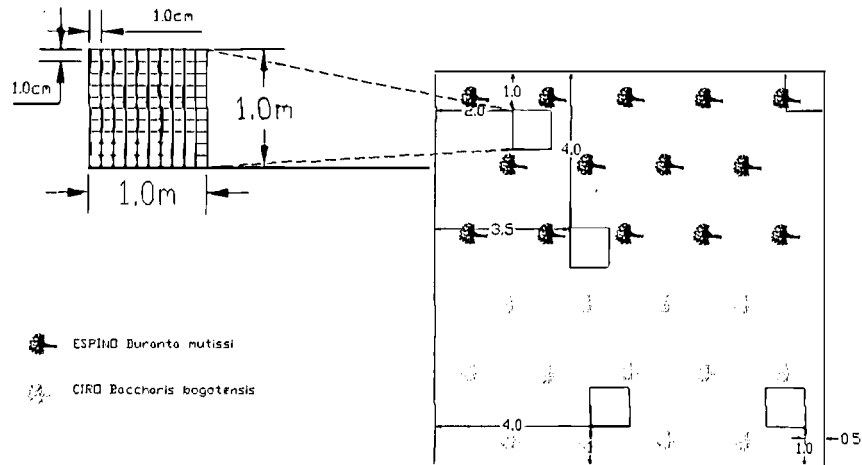


Figura 14b. Parcelas de 10m X 10m y con individuos (ESPINO Y CIRO) plantados a distancia de 2 m, con las cinco subparcelas ubicadas al azar para el muestreo.

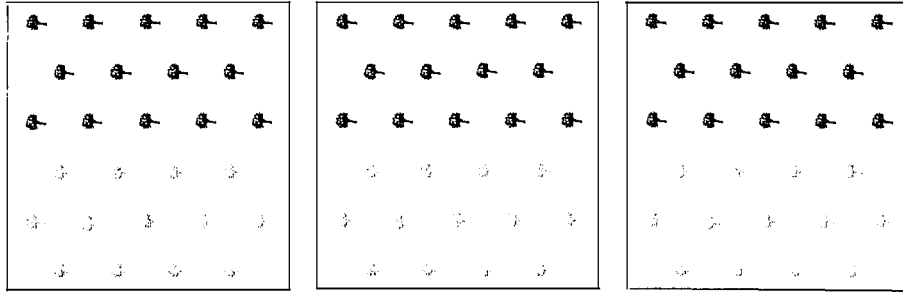


Figura 14c. Repeticiones con individuos (ESPINO Y CIRO) plantados a distancia de 2 m.

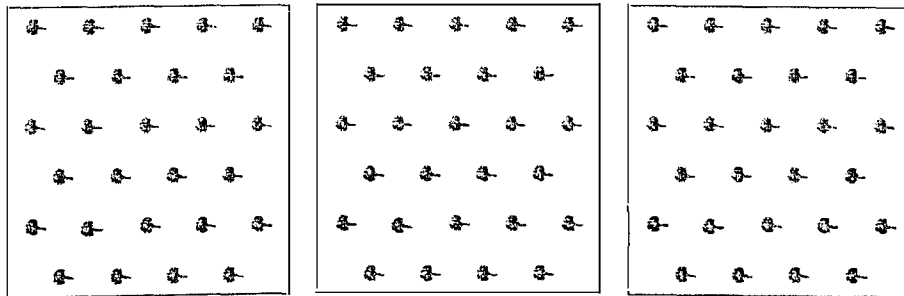


Figura 14d. Repeticiones con individuos (ESPINO Y CIRO) plantados a distancia de 2 m.

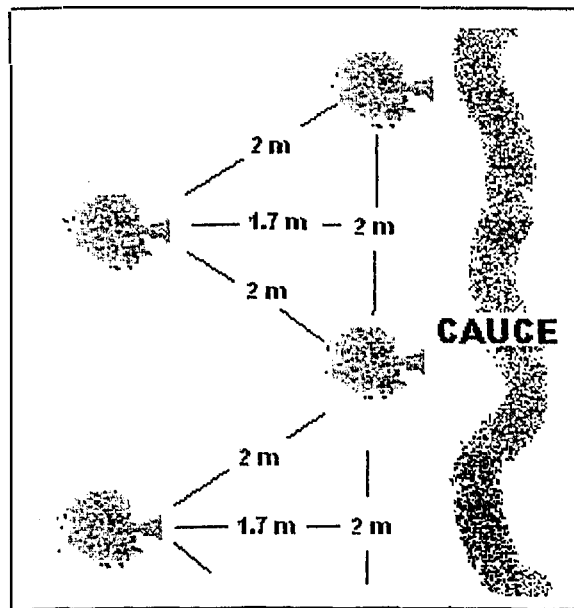


Figura 15. Distancias al tresbolillo para cada árbol de seis parcelas con distancia entre individuos de 2 m.

Tabla 5. Número de Individuos por parcela y por las 6 parcelas con distancia entre individuos de 2 m.

Especies	Nº de ind. Por parcela	Nº de ind. 3/parcelas (repeticiones)
<i>Baccharis latifolia</i>	14	42
<i>Xylosma spiculiferum</i>	13	39
Total de ind.	27	81

Especies	Nº de ind. Por parcela	Nº de ind. 3/parcelas (repeticiones)
<i>Duranta mutissi</i>	14	42
<i>Baccharis boqotensis</i>	13	39
Total de ind.	27	81

Registro y Determinación de Morfotipos

Las especies se determinarán inicialmente como morfotipos y se etiquetarán con la respectiva información. Cuando la planta esté en período reproductivo, se procederá a su determinación en campo, para la cual se cuenta con una lista previa de las especies presentes en los relictos de vegetación nativa y con las claves diagnósticas respectivas.

Recolección y registro de datos

Se realizarán muestreos cada dos meses, para determinar el número de especies, cobertura en 60 subparcelas. Se tomarán las especies como morfotipos y se registrará toda la información necesaria para su determinación en el herbario de la Pontificia Universidad Javeriana.

Las coberturas se medirán mediante una cuadrícula previamente establecida de 1 m x 1 m, dividida cada 10 cm. El monitoreo se realizará a partir del montaje del proyecto y cada dos meses. Para la recolección de datos se llenarán los formatos de las (Tablas 5 y 6).

Para el muestreo de la especies plantadas se realizará un muestreo aleatorio se van a escoger 4 árboles por parcela y se les van a tomar medidas cuantitativas de estructura o patrón espacial de distribución. (Tabla 6).

Tabla 5. Formato para toma de Datos Subparcelas

PARCELA	SUBPARCELA	MORFOTIPO	ESPECIE	Nº IND. / ESPECIE	ALTURA	COBERTURA	ATRIBUTOS		
							I	II	III
1									
2									
3									

Tabla 6. Formato para toma de datos Parcelas

Parcela	Especie	Altura total	Altura a la primera rama	Cobertura		Cobertura total
				Diámetro mayor	Diámetro menor	

Atributos

Por medio de la observación y descripción de la misma en campo, se analizarán los atributos de cada una de las especies encontradas, con el fin de obtener sus propiedades respecto a factores como competencia, dominancia y persistencia en etapas tempranas de los estadios sucesionales.

Análisis de datos

- Para realizar el seguimiento de las especies plantadas se tomarán los siguientes datos cuantitativos de estructura o patrón espacial de distribución (Ver figura 16).

Altura a la primera rama o bifurcación: Medida en cm.

Altura total: Medida tomada en cm.

Altura a la primera rama o bifurcación: Medida en cm.

Cobertura: Se tomarán datos del diámetro mayor y menor de la copa. Por medio de estos datos se obtendrá la cobertura.

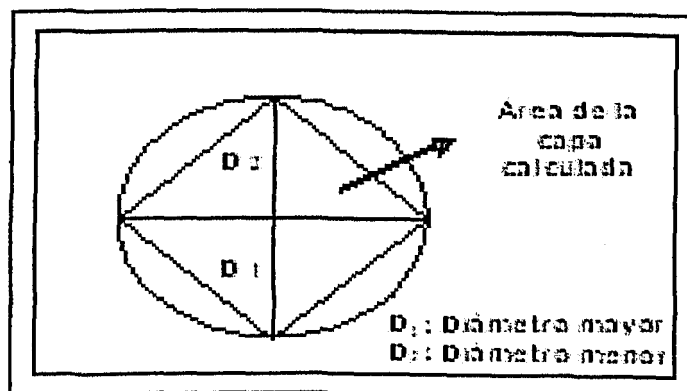


Figura 16. Esquema para estimar la proyección de copa de un árbol.

Luego se evaluará el establecimiento de las especies plantadas en términos de crecimiento. Se analizarán, graficarán y compararán los datos obtenidos para cada especie, en cada tratamiento y por cada muestreo.

- Estructura de especies asociadas a la siembra o colonizadoras

Para analizar especies colonizadoras se tomarán los siguientes

- Cuantitativos

Diversidad: Se aplicará el índice de Shannon – Wiever (1949) para determinar la mayor diversidad en parcelas y en tiempo.

Índice de Shannon – Weaver

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

Donde:
N_i: es el número de individuos
N: es la abundancia relativa

Abundancia: Datos tomados de la cobertura de cada individuo, en cm².
 Dominancia: Se aplicará el índice de Simpson.

DOMINANCIA

$$D_s = \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

N_i: Número de individuos por especie (cobertura)
N: Número total de individuos (cobertura total)

- Cualitativos

Índice de afinidad binaria de Sorensen (1948) se calcularán valores de similitud de especies. Para la comparación de estos valores, se realizara en una matriz donde se colocan los datos, posteriormente se hará un análisis de clasificación mediante un dendrograma de afinidades, para comparar qué especies en común componen las parcelas, los tratamientos y a través del tiempo.

Índice de similitud de Sörensén

$$I_{ss} = 2C / (A+B) \times 100$$

Donde: **A:** Número de especies en el levantamiento A
B: Número de especies en el levantamiento B
C: Número de especies comunes en los dos levantamientos

Riqueza: Número total de especies. Con los que se realizara una matriz de presencia – ausencia.

Cobertura: En este caso se trabajara midiendo el tamaño de especies, debido a que es difícil la determinación de especies individuales puesto que trataremos con especies clonales. Se tomaran las medidas en centímetros. Después de obtener estos datos se realizara Un índice de disimilaridad de Bray – Curtis (1975) (Ramírez, 1999) entre parcelas con la variables de tiempo vs. Cobertura.

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})}$$

Donde :

D_{jk} es la disimilaridad de las estaciones j y k
 X_{ij} es la abundancia de la especie i en la estación j
 X_{ik} es la abundancia de la especie i en la estación k
 S es el número de especies que se comparan

Con los anteriores resultados se aplicará el índice de disimilaridad para crear una matriz (dendograma de afinidades), Estableciendo así la similaridad de la cobertura de las especies dominantes en cada parcela.

Se realizara un análisis general de todos los datos, Y el tratamiento mas efectivo será el que posea mayor cobertura en su totalidad respecto a los otros tratamientos.

Análisis estadísticos de los datos

Se realizaran análisis de varianza, donde las variables dependientes serian abundancia, Índice de Simpson (dominancia), Índice de afinidad binaria sorensen (similitud), Índice de disimilaridad de Bary Curtis e índice de Shannon – Wiener (diversidad), el tiempo (meses) se escogerá como variable independiente. Si resultara datos que no presenten una distribución normal, se realizara una prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis (H). Mediante el Coeficiente de Correlación por Rangos de Sperman (r_s) con un nivel de significancia de 0.05. Para el análisis estadístico se usara el paquete estadístico SAS (Statical Analisis System)

5.2.3.4 Resultados esperados

1. Listado de las especies vegetales asociadas a la plantación *Xylosma spiculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Duranta mutisii* y *Baccharis bogotensis* de *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum*. ✓
2. Descripción del comportamiento de las especies plantadas *Xylosma spiculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Duranta mutisii* y *Baccharis bogotensis* a diferentes densidades a través en el tiempo. ✓
3. Recomendaciones respecto del funcionamiento (crecimiento, cobertura) de las especies plantadas en corredores riparios como estrategia de restauración de de microcuencia. ✓

5.2.3.5 Cronograma

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recopilación de información	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Escritura del proyecto	X	X	X									
Reconocimiento del área de estudio	X											
Montaje del experimento en campo						x						
Seguimiento en campo						x		x		x		
Análisis y discusión de información							X	x	X	X	x	X
Escritura de documento final										X	X	X

5.2.3.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Aserrio	Postes 2mt	1 poste	3.800	170	646.000
	Estacas	1 estaca(3x3x60 cm)	350	1.100	385.000
	Estacas	2 estaca(4x4x60 cm)	500	360	180.000
	Transporte postes y estacas	1 viaje	150.000	2	300.000
Ferretería	Cabuya	1 m	18	2.000	36.000
	Alambre de púas (3312 m)	1 rollo (350 m)	90.000	8	720.000
	Grapas para alambre	1 kilo	3.300	4	13.200
	Transporte material (alambre, soqa, grapas y herramientas)	1 viaje	150.000	2	300.000
	Caja de cancamos No. 00	1 caja (10)	7.600	4	30.400
	Caja de puntillas pequeñas	1 caja	1.850	2	3.700
	Carretilla	1 carretilla	99.200	1	99.200
	Barretón	1 barretón	15.700	2	31.400
	Pala	1 pala	10.100	1	10.100
	Pica	1 pica	14.000	1	14.000
	Pala draga	1 pala	20.000	1	20.000
	Mazo	1 mazo	6.100	1	6.100
	Martillo	1 martillo	9.600	1	9.600
	Decámetro	1 decámetro	22.100	1	22.100
Papelería	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400

	Prensa (Láminas de tríplex)	1 lámina	2.400	2	4.800
	Facturas	1 libreta	1.500	2	3.000
	Cartulina blanca	1 pliego	480	5	2.400
	Contact transparente	1 rollo (3 m)	3.500	2	7.000
	Palos de Balso (1,5 x 1,5 cm)	1 palo	900	4	3.600
	Acetatos	1 acetato	400	4	1.600
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
Vivero	Árboles Ciro	1 árbol	1.750	460	805.000
	Árboles Espino	1 árbol	1.750	350	612.500
	Árboles Chilco	1 árbol	1.750	350	612.500
	Árboles Coronó	1 árbol	1.750	350	612.500
	Compost	1 kilo	435	3.640	1.583.400
	Transporte árboles	1 viaje	230.000	1	230.000
	Labores de siembra	1 árbol	2.500	1.510	3.775.000
Centro Fotográfico	Rollos fotográficos (36 fotos)	1 rollo	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
Centros de copiado Universidad	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	-	-	200.000
				Subtotal	11.879.600
Transporte y estadia	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	25	875.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia Investigador	1 día	15.000	85	1.275.000
				Subtotal	2.750.000
Personal	Colaboradores	1 día	15.000	20	300.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	11	275.000
				Subtotal	1.487.000
				TOTAL	16.116.600

5.2.4 EFECTO DEL ESTABLECIMIENTO DE UN CORREDOR RIPARIO ARTIFICIAL SOBRE EL DESARROLLO DEL SUELO, EN ÁREAS DISTURBADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA MICROCUENCA SANTA HELENA, SUESCA-CUNDINAMARCA, COLOMBIA.

5.2.4.1 Justificación

Los suelos de la microcuenca Santa Helena se encuentran altamente degradados como consecuencia del disturbio generado por el uso agropecuario con cultivos intensivos, pastoreo no apto para algunas zonas y la casi inexistencia de cobertura vegetal. Todos estos usos generan problemas graves como la pérdida permanente de nutrientes por el lavado de las aguas lluvias, la ineficiencia de la regulación del componente hídrico, la pérdida en la fertilidad del suelo y por lo tanto la deficiencia de la productividad, como también se ven reflejados en el secamiento de la quebrada. Por lo tanto trae como consecuencia problemas en la economía campesina de la zona.

Con el propósito de contribuir en la recuperación del suelo y en la regulación del componente hídrico, se hace necesario implementar medidas preventivas y curativas para mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos en la microcuenca Santa Helena. La implementación de arreglos forestales con especies nativas puede acelerar el restablecimiento de los suelos dado que la vegetación cumple un papel importante en dicho proceso. En este sentido, es importante evaluar los cambios físicos y químicos del suelo a través del tiempo como consecuencia de este tipo de montajes.

5.2.4.2 Objetivos

5.2.4.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la implementación de un corredor ripario artificial con las especies *Xylosma speculiferum*, *Baccharis latifolia*, *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutissi* a través del tiempo, sobre la composición físico-química del suelo en la microcuenca Santa Helena.

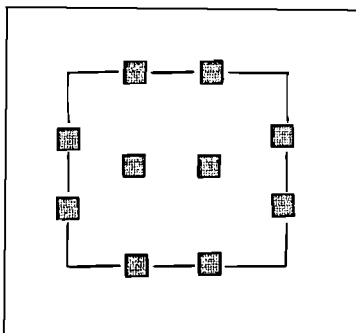
5.2.4.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar los cambios en el tiempo de los componentes físico-químicos del suelo luego de la siembra de los arreglos forestales que conforman el corredor ripario artificial.
2. Comparar la composición y estructura de los suelos en los diferentes arreglos forestales que conforman el corredor ripario artificial.

5.2.4.3 Metodología de investigación

Metodología de Campo

Para realizar el muestreo inicial de los suelos en el área donde se llevará a cabo la siembra de los arreglos forestales. Se ubicarán 12 parcelas de 10x10 metros cada una y distanciadas entre sí por 1 metro, dentro de cada una de las parcelas se delimitará un cuadrante de 6x6m en donde se ubicaran 2 puntos en cada lado del cuadrante y dos puntos en el centro, todos distanciados entre sí 2m para un total de 10 puntos por parcela. Los puntos corresponden a las cajuelas de 10x10cm de donde se obtendrán las muestras compuestas a dos profundidades; la profundidad 1 será de 0-10cm y la profundidad 2 de 10-20cm, para un total de dos muestras compuestas por parcela y de 24 muestras compuestas por las doce parcelas.



A los 3 meses del primer muestreo se llevará a cabo el segundo muestreo para evaluar los cambios en el tiempo de la composición físico-química de los suelos en las mismas parcelas ubicadas previamente pero con los arreglos forestales ya establecidos dentro de ellas, y se llevará a cabo el mismo procedimiento mencionado anteriormente. Con 2 muestras compuestas por parcela y un total de 24 muestras por las doce parcelas. Al final de los dos muestreos se espera obtener un total de 48 muestras compuestas por los dos muestreos.

Las muestras compuestas de 1 kilo aproximadamente serán extraídas con barretón y una pala pequeña, luego serán mezcladas de manera homogénea y depositadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas para transportarlas posteriormente al laboratorio.

Metodología de Laboratorio

Para realizar los análisis pertinentes a las propiedades del suelo es necesario realizar un análisis de laboratorio que comprende los análisis químicos, los cuales serán realizados en el laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y los análisis físicos que serán realizados en los laboratorios de la Pontificia Universidad Javeriana a cargo del investigador.

El Nitrógeno es uno de los elementos más importantes a estudiar; se deriva del ion Nitrato y es un componente integral de todas las proteínas, enzimas y otras sustancias biológicas activas en las plantas. Una eficiencia del Nitrógeno retarda el desarrollo fisiológico, por lo cual los niveles típicos están en un rango de 0.25 a 4%. Así mismo el Fósforo juega un extenso rol en el metabolismo de las plantas, está disponible en el

suelo como el ion Fosfato. Es importante durante la germinación de la semilla y el crecimiento inicial de las plántulas y sus niveles pueden estar en un rango de 0.1 a 0.3%. El Potasio también es considerado esencial para la mayoría de las actividades fisiológicas de las plantas y se encuentra en un rango de 1 a 5% o más (Munshower, 1994).

El Calcio en las plantas se involucra en algunas actividades fisiológicas celulares y presenta un rango normal de concentración de 0.2 a 5%. Así mismo el Magnesio está involucrado en varios procesos celulares y tiene un rango de concentración de 0.1 a 2% pero lo principal en sus niveles son deficiencias y no excesos. Con respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico se refiere a la cantidad de cationes que pueden ser absorbidos por un suelo como el Ca, Mg, Na, K e H. (Munshower, 1994).

Para obtener las concentraciones de los anteriores elementos es necesario realizar los siguientes análisis de laboratorio que son pertinentes con este estudio. Como el análisis químico que incluye variables como CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Fósforo, Aluminio de cambio, Saturación de bases, Carbón orgánico, Textura, pH y una recomendación para cultivo por muestra. Y el análisis del Nitrógeno total de los suelos.

Mientras el análisis físico comprende las siguientes variables: la densidad aparente, la densidad real, la porosidad, la estructura, la textura y la estabilidad estructural.

Metodología de Análisis de Información

Para el análisis de la información obtenida se utilizará un análisis de componentes principales la cual es una técnica de ordenación que permite evaluar grandes matrices de registros físico-químicos (múltiples estaciones y variables) y su principal ventaja consiste en conjugar en unas pocas variables o componentes, alta cantidad de información con base en las correlaciones existentes, luego se realizará una correlación entre los componentes y por último se implementará el análisis de varianza (ANOVA) para saber si las diferencias entre uno y otro componente son significativas a través de las unidades fisiográficas (IGAC, 1995; Ramírez & Viña, 1998).

5.2.4.4 Resultados esperados

1. Descripción de la composición química del suelo de los muestreos realizados en las dos épocas.
2. Descripción de la estructura del suelo de los muestreos realizados en las dos épocas.
3. Definición de los cambios en el tiempo de los componentes físico-químicos del suelo luego de la siembra de los arreglos forestales
3. Definición de las diferencias en composición y estructura del suelo en el tiempo y su relación con los arreglos forestales que conforman el corredor ripario artificial.

5.2.4.5 Cronograma

ACTIVIDAD												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recopilación información	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Formulación del proyecto	x	x	x	x								
Visita al área		x										
Selección del área de muestreo						x						
Establecimiento de las parcelas						x						
Muestreo de las parcelas							x			x		
Envío de muestras al IGAC							x			x		
Análisis físicos en la Universidad Javeriana						x		x			x	
Análisis de resultados									x			x
Elaboración del documento		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Entrega y sustentación del estudio												x

5.2.4.6 Presupuesto

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Materiales	Pala de jardinería	1 pala	6.500	1	6.500
	Tijeras de podar	1 tijera	16.300	1	16.300
	Análisis químico Q01	1 muestra	31.320	48	1.503.360
	Análisis químico Q07	1 muestra	22.040	48	1.057.920
	Factura	1 libreta	1.500	2	3.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Bolsas 1 kg	1 bolsa	42	290	12.180
	Bandeja plástica	1 bandeja	15.000	2	30.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10	7.300	1	7.300
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Rollos fotográficos	1 rollo (36)	6.500	3	19.500
	Marcador	1 marcador	1.700	2	3.400
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bibliografía (Fotocopias,	-	-	-	200.000
				Subtotal	3.428.760
Transporte	Transporte (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	20	700.000
	Transporte en van	1 viaje	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	30	450.000
				Subtotal	1.750.000
Personal	Colaborador	1 día	15.000	28	420.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	11	275.000
			Subtotal	1.607.000	
			TOTAL	6.785.760	

5.2.5 EFECTO DEL MONTAJE DE PLANTACIÓN DE CUATRO ESPECIES NATIVAS EN UN CORREDOR RIPARIO SOBRE EL REPOBLAMIENTO DE LA ENTOMOFAUNA EN LA MICROCUENCA DE SANTA HELENA –SUESCA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

MARÍA CATALINA COTES

5.2.5.1. Justificación

La microcuenca de Santa Helena (Suesca–Cundinamarca) es en la actualidad una cuenca temporal, donde sólo hay flujo de agua en invierno, esto se debe a las prácticas agropecuarias intensivas que han acelerado el proceso de erosión de la microcuenca, hasta tal punto que existen lugares con ausencia de suelo y desprovistos de vegetación. Por lo tanto, la productividad y la calidad de vida de los habitantes de la zona es cada vez menos accesible. Por este motivo, se pretende mejorar la situación ecológica de la microcuenca mediante el restablecimiento de vegetación nativa sobre un corredor ripario y a su vez del repoblamiento de los insectos a través de la sucesión.

La importancia de los insectos en el proceso de sucesión se debe a que se encuentran en la mayoría de los hábitats, ocupando diversos nichos y cumpliendo muchos papeles funcionales de gran importancia en el sostenimiento de la dinámica de los procesos de los ecosistemas. Los insectos actúan como descomponedores, y gracias a la acumulación de gran cantidad de nutrientes en un solo sitio, permiten un rápido reciclaje de nutrientes que fertiliza el suelo y proporciona el crecimiento de la cobertura vegetal.

Por este motivo, se pretende evaluar la colonización de los diferentes grupos de insectos por medio del restablecimiento de insectos polinizadores y herbívoros en el primer año de implementado los arreglos florísticos experimentales en un corredor ripario, ya que la entomofauna es el principal grupo colonizador de los ecosistemas. Además, son el grupo que más depende de la vegetación y gracias a sus diversos hábitos, reflejan fielmente los procesos que ocurren al interior de los ecosistemas. También es importante reconocer las primeras etapas del restablecimiento de áreas disturbadas y su relación con el estado inicial. Así se podrá aportar una valiosa información sobre el proceso de la sucesión a través del restablecimiento poblacional de los insectos, como un indicador del equilibrio del ecosistema.

5.2.5.2. Objetivos

5.2.5.2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la densidad de plantación de las especies *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum*; y *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii* en un corredor ripario sobre el repoblamiento de la entomofauna en la microcuenca de Santa Helena (Suesca-Cundinamarca).

5.2.5.2.2 Objetivos Específicos

1. Describir la composición de morfoespecies de insectos en diferentes densidades de siembra por medio de los índices de riqueza, diversidad y dominancia.
2. Evaluar el repoblamiento de los insectos en áreas plantadas con las especies *Baccharis latifolia* y *Xylosma spiculiferum*; y *Baccharis bogotensis* y *Duranta mutisii* a través del tiempo en un corredor ripario.

5.2.5.3. Metodología

Se evaluarán los cambios en la estructura de la comunidad de insectos a medida que ocurre la sucesión dirigida, y de acuerdo a las dos parcelas experimentales, sobre un corredor ripario con cuatro especies nativas a diferentes densidades de siembra y con una distribución agregada. Con este fin el trabajo de campo se realizará durante seis meses y se llevarán a cabo cuatro muestreos, cada dos meses, a partir del establecimiento de las parcelas.

5.2.5.3.1 Diseño Experimental

Se realizarán 12 parcelas de 100 m² (10 x 10) a una distancia de 2m entre cada una. Habrá cuatro parcelas experimentales con tres repeticiones cada una, en las cuales se sembrarán cuatro especies nativas divididas de a dos especies para cada parcela. En la primera parcela las dos especies se plantarán a una distancia al tresbolillo entre individuos de 1 m y entre líneas de 0.9 m y a 2m y entre líneas de 1.7 m. El número de árboles por especie será de 23 para *Baccharis latifolia* y 22 para *Xylosma spiculiferum*.

En otra parcela se plantarán los árboles a una distancia al tresbolillo entre individuos de 1 m y entre líneas de 0.9 m y a 2m entre líneas de 1.7m. Aquí el número de árboles por especie será de 23 para *Duranta mutisii* y 22 para *Baccharis bogotensis*. Las ocho parcelas tendrán un total de 69 árboles de *Baccharis latifolia* sembrados a 1 y 2 m de distancia; de *Duranta mutisii* sembrados a 1 y 2m de distancia; un total de 66 árboles de *Xylosma spiculiferum* con sembrados a 1 y 2m de distancia y de *Baccharis bogotensis* sembrados a 1 y 2m de distancia. También se evaluarán cuatro parcelas control sin siembra. Cada parcela tendrá tres repeticiones (ver figura 17^a y b).

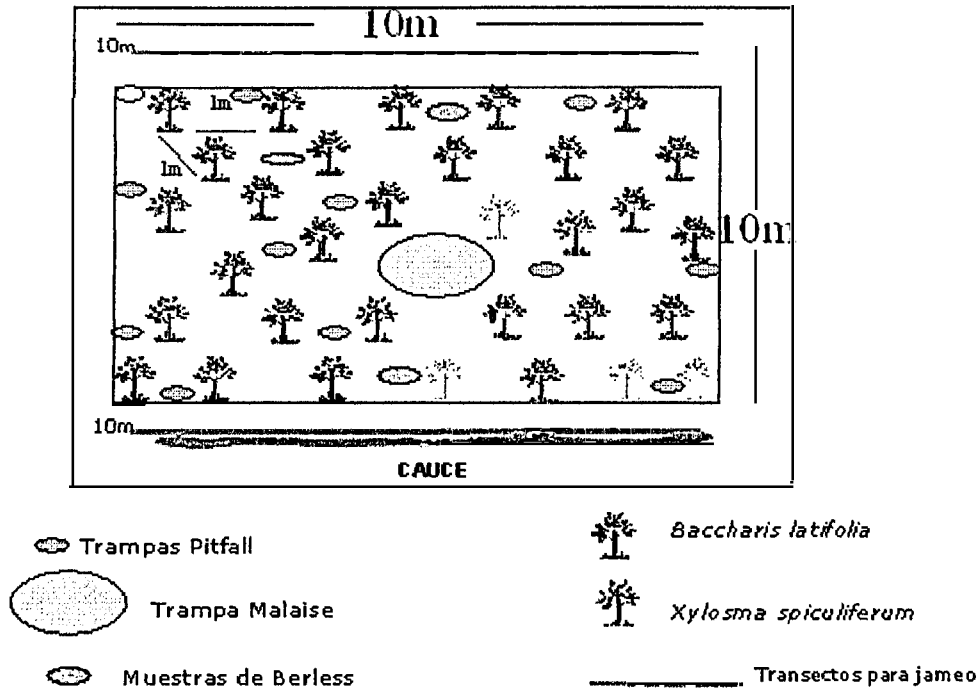


Figura 17a. Esquema metodológico de las parcelas experimentales sobre un corredor ripario con densidad de siembra a una distancia de 1m

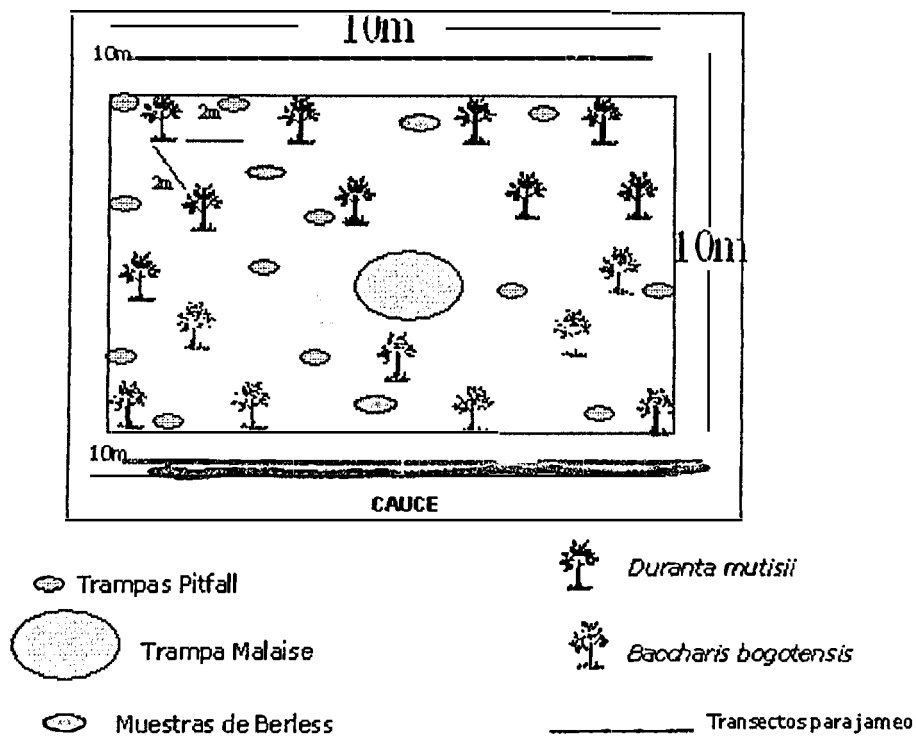


Figura 17b. Esquema metodológico de las parcelas experimentales sobre un corredor ripario con densidad de siembra a una distancia de 2m.

En cada parcela, se implementaran cuatro métodos de captura para insectos: trampas Pitfall, trampas Malaise, Jameo de golpe y embudos Berlese.

- *Trampas Pitfall*

Se ubicaran en parcelas de 100 m² (10 m x 10 m). Se dispondrán doce trampas pitfall: ocho en los bordes y cuatro en el interior distribuidas aleatoriamente (figuras N° 15 y 16). Esta trampa consiste en un vaso plástico de 6 cm de diámetro por 6 cm de profundidad, semi-lleño con una solución de medio de captura denominada Morrill (1975) que contiene 400ml de anticongelante que conserva el color del insecto y le evita la deshidratación, 600ml de agua que actúa como solvente y 2 ml de jabón líquido que reduce la tensión superficial. El vaso es enterrado a ras del suelo y disimulado con material vegetal. Se instalarán las trampas por 48 horas, con revisiones diarias en las mañanas (6 am) y en la tarde (6 pm). Su contenido será depositado de manera individual (por trampa) en frascos plásticos de 50 ml para su transporte y en el laboratorio se depositará en frascos de vidrio con alcohol al 75 %.

- *Trampas Malaise*

Se ubicará una trampa Malaise en la mitad de la parcela de 100m² (10 m x 10 m) (Figuras N° 15 y 16). Se revisarán al igual que en las trampas pitfall. Esta trampa es una tienda de campaña rectangular con paredes de malla negra, con los lados de mayor tamaño abiertos, y un tejado con uno de sus extremos a mayor altura que el extremo opuesto, siendo en el de mayor altura donde se coloca el recipiente colector, que estará lleno de alcohol al 75%. Este método se utiliza para capturar himenópteros y dípteros. Su contenido será depositado de manera individual (por trampa) en frascos plásticos de 50 ml para su transporte y en el laboratorio se depositará en frascos de vidrio con alcohol al 75 %.

- *Jameo de golpe*

Se realizará por fuera de las parcelas dos transectos paralelos de 10 m de largo y dos transectos por dentro de la parcela separados cada uno tres metros (Figuras 15 y 16). La técnica de jameo de golpe se utilizará para capturar insectos que habitan entre los matorrales y arbustos. El material capturado en las redes serán colectados en bolsas resellables y luego se depositarán de manera individual (por transecto) en los frascos de plástico de 50ml con alcohol al 75%.

- *Embudos Berlese-Tullgren*

Se efectuarán tres muestras de suelo a dos profundidades: 10 cm y 20 cm, las cuales son los 30 cm donde todavía hay actividad biológica (Figuras 15 y 16). Ubicadas aleatoriamente en las parcelas de 100 m² (10m x 10 m) dentro de las parcelas de 400 m². Para ello, se tomará un cubo con arista de 10 cm (1 litro) para cada muestra. El embudo de Berlese esta diseñado para procesar material de humus y coleccionar los insectos que lo habitan. Está formado por un embudo metálico grande cuyo extremo termina en un frasco entomológico. En su interior se coloca una red de alambre y sobre ella la muestra de desechos por procesar. Se utilizará un bombillo como fuente de calor. Al calentar el humus, los insectos emigran hacia el fondo atravesando la red y resbalando por el embudo hasta el frasco de colecta. Este método se realizará en el laboratorio donde el material colectado en campo (en bolsas negras), serán transportadas hasta el laboratorio donde se trasladará el material a los embudos y se dejaran por un período de dos días. Los insectos se depositaran en los frascos de plástico de 50 ml con alcohol al 75 %.

5.2.5.3.2 Fase de Laboratorio

Los insectos, serán separados por su procedencia (parcela, fecha, tipo de trampa), se contarán el número de individuo por morfoespecies e identificados hasta el nivel taxonómico de familia y subfamilia dependiendo del orden, de acuerdo a las claves de Borror *et.al* (1989). El material se depositará en la Colección de Entomología del Museo Javeriano de Historia Natural "Lorenzo Uribe. s.j." (MPUJ) en Bogotá D.C.

5.2.5.3.3 Análisis Estadísticos

La composición de la comunidad se definirá por las morfoespecies presentes, la riqueza será expresada como el número de morfoespecies por tipo de cobertura. En cuanto a la diversidad, esta se estimará mediante el índice de Shannon-Wiener.

Para la dominancia, el número de morfoespecies muy abundante (N2) se estimará de acuerdo con los números de Hill (Ludwig & Reynolds, 1978) que modifica el índice de Simpson.

Para la dominancia, el número de morfoespecies muy abundante (N2) se estimará de acuerdo con los números de Hill (Ludwig & Reynolds, 1978) que modifica el índice de Simpson.

- *Indice de Simpson*

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

N2 (Hill)

Numero 2 = 1/λ

Adicionalmente se definirá el modelo de rango-abundancia al que más se ajusta la comunidad y se definirán los gremios o grupos funcionales presentes, teniendo en cuenta para esto lo reportado en la literatura.

Para determinar la afinidad entre áreas con y sin procesos de restauración, se estimará el índice de disimilaridad de Bray-Curtis cuyo transformación a afinidad se obtiene como $A_{ij} = 1 - D_{ij}$.

$$\text{Disimilaridad de Bray Curtis (1957) } D_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^s |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^s |X_{ij} + X_{ik}|}$$

5.2.5.4. Resultados Esperados

1. Listado de las morfoespecies de insectos presentes en los tratamientos a diferentes densidades de siembra, acompañado de una descripción.
2. Descripción de los cambios en el repoblamiento de los insectos en áreas con y sin tratamientos a diferentes densidades de siembra.

5.2.5.5. Cronograma

FASE	ACTIVIDAD	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación de documento	Elaboración de proyecto	x	x	x	x	x							
MUESTREO	Toma de datos					X		X		X			
FASE DE ANÁLISIS	Determinación de ejemplares						X	X	X	X	X		
	Análisis numérico								X	X	X		
ESCRITURA DOCUMENTO	Evaluación datos de campo de información secundaria						X	X	X	X	X		
	Discusión de resultados							X	X	X	X		
	Revisión y corrección del documento									X	X		
	Entrega informe final										X	X	

5.2.5.6. Presupuesto

Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
Vasos	paquete 50 vasos	3.100	14	43.400
Etilenglicol	1 kilo	6.400	5	32.000
Alcohol	1 GALON	20.000	7	140.000
Jabón líquido	1 litro	4.700	3	14.100
Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
Trampa Malaise	1 trampa	140.000	6	840.000
Frascos vidrio PEQUEÑO	1 frasco	110	5000	550.000
Alfileres	1 sobre (100 alfileres)	23.200	12	278.400
Bolsas plásticas negras 1 Kg.	1 bolsa	42	494	20.748
Frascos plásticos	Frascos plásticos	220	315	69.300
Facturas	1 libreta	1.500	2	3.000
Estacas	1 estaca(3x3x60 cm)	350	20	7.000
Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
Cartucho tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
Cartucho tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000

	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300
	Ícopor	1 pliego	1.900	2	3.800
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	1	10.500
	Gavetas entomológicas	1 gaveta	51.000	4	204.000
	Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	-	-	200.000
			Subtotal		3.005.248
Transporte y estadia	Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	25	875.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia	1 día	15.000	30	450.000
			Subtotal		1.925.000
Personal	Colaboradores dia	1 día	15.000	30	450.000
	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Estadístco	1 hora / mes	25.000	11	275.000
			Subtotal		1.637.000
			TOTAL		6.567.248

5.2.6 PERCHAS ARTIFICIALES PARA AVES, COMO FACILITADORES DE LA DIPERSIÓN DE SEMILLAS Y DEFINICIÓN DE SU VIABILIDAD, EN ÁREAS DEGRADADAS POR USO AGROPECUARIO EN LA QUEBRADA SANTA HELENA, SUESCA, CUNDINAMARCA

5.2.6.1. Justificación

La importancia de implementar estrategias de restauración en la Quebrada Santa Helena como área piloto, radica en que la población que deriva su sustento de actividades agropecuarias en el sector se ha visto directamente afectada por el deterioro del ecosistema, causado por sus propias prácticas de uso inadecuadas.

Uno de los principales efectos del sobrepastoreo y la actividad agrícola es la destrucción parcial o total de la vegetación nativa, con las consecuencias que ello genera en términos de pérdida de hábitat para muchas especies animales, el empobrecimiento del suelo, la erosión, y la ruptura de ciclos hídricos (INFORAGRO, 1999).

Un segundo efecto es el secamiento y contaminación de las fuentes de agua. La destrucción acelerada de la red de quebradas, y la construcción de reservorios han interrumpido el flujo hídrico, limitándolo a los periodos de lluvia (SIE, 1998). Por esta razón, entre otras, el espejo de agua de la laguna ha retrocedido de manera vertiginosa hasta llegar a cubrir tan solo un 31.91% de su área original (CAR, 2001).

La degradación de la cobertura vegetal original, combinada con el sobrepastoreo y la acción mecánica del hombre; y el efecto de las lluvias en los periodos húmedos y la contracción de las arcillas en los periodos secos; han favorecido que algunos sectores de las zonas terrestres de la cuenca presenten áreas afectadas severamente por la erosión (cárcavas) (Van de Hammen, 1995).

Por tales motivos, se busca iniciar procesos de restauración basados en el conocimiento del estado actual de la cuenca para que contribuyan a lograr la armonía entre la oferta de los recursos y la demanda realizada por la comunidad, con el fin de lograr a futuro un manejo sostenible.

Varios estudios sugieren que las perchas artificiales pueden ser utilizadas como herramienta para la recuperación de áreas degradadas, al acelerar los procesos sucesionales permitiendo el arribo de aves y por ende el establecimiento de nuevas especies zoocoras (McClanahan y Wolfe, 1993; Robinson y Handel, 1993; Andrade, 1997, Borrero, 2001).

Esta técnica es adecuada para el tipo de disturbio, ya que el uso agrícola y silvopastoril intensivo eliminan en poco tiempo el banco de semillas y los troncos y raíces que podrían regenerarse de forma vegetativa; convirtiendo la dispersión en la única fuente viable de ingreso de propágulos al área para iniciar un proceso sucesional (McDonnell y Stiles, 1983, McClanahan y Wolf, 1987, Van der Valk, 1992).

La dispersión de semillas por medio aves (ornitocoria) es un mecanismo de gran importancia teniendo en cuenta que por lo menos un 50%, frecuentemente 75% o más especies vegetales arbóreas tropicales producen frutos carnosos adaptados al consumo animal (Howe y Smallwood, 1982). Adicionalmente, las aves tienen la capacidad de dispersar semillas a través de grandes distancias (Van der Valk, 1992), y son los vertebrados de hábitats forestales que más se aventuran a visitar paisajes transformados por el hombre (Herrera, 1985).

Sin embargo, las aves frugívoras de bosques y selvas por lo general evitan cruzar sitios desprovistos de árboles o sitios de percha, por lo que la entrada de semillas ornitocoras a estos sitios es muy limitada (Guevara y Laborde, 1993; Uhl, et al. 1988). Las condiciones del paisaje, la presencia de numerosas especies vegetales dispersadas por ornitocoria (Montenegro, 2000; citado en Borrero, 2001), y la gran diversidad de avifauna de la zona andina (Hilthy, 1985), indican que el implementar perchas

artificiales puede ser una estrategia efectiva para aumentar el reclutamiento de semillas en el área de estudio.

Una gran ventaja de las perchas frente a las técnicas tradicionales de recubrimiento vegetal, es que la composición florística de la vegetación que cubrirá el área será semejante a la de las áreas adyacentes, pues los propágulos provendrán de dichas áreas. Su bajo costo representa otra ventaja, ya que es suficiente establecer algunos puntos artificiales de percha y la continuidad del proceso de sucesión vegetal ocurrirá naturalmente después de la dispersión de propágulos en el sitio (McClanahan y Wolfe, 1993; Robinson y Handel, 1993; Andrade, 1997, Borrero, 2001).

Adicionalmente, los estudios enfocados en la dispersión de semillas son importantes para la restauración de áreas degradadas por actividades antrópicas, ya que, el establecimiento vegetal (dispersión y germinación) determina la direccionalidad del proceso de sucesión vegetal (Griffith et. al., 1996).

El estudio de las aves como agentes dispersores y su comportamiento, provee información valiosa para adoptar medidas de conservación de estas especies y sus hábitats. De gran importancia en el área de estudio si se tiene en cuenta que la región andina de Colombia alberga la diversidad de aves de montaña más alta del neotropico, y una elevada proporción de especies endémicas (Hilthy, 1985). La alteración antrópica de la vegetación en los ecosistemas montanos, por el uso del suelo para pastizales y cultivos, es una de las principales causas de la disminución de las poblaciones de aves por pérdida o degradación del hábitat. Estas actividades generan una ruptura de la continuidad altitudinal de los bosques de montaña, alterando las migraciones de algunas especies de aves y los flujos hidrológicos y climáticos del ecosistema. Estos factores amenazan con producir extinciones locales y globales que pueden ser evitadas mediante un proceso de restauración y un manejo adecuado del área a futuro (Espinal 1968, Kattan et al 1994, Etter. 1993, citados en Zambrano, B. 1999).

5.2.6.2. Objetivos

5.2.6.2.1. Objetivo general

Evaluar las perchas artificiales como facilitadores de la dispersión ornitocórica de semillas, y la viabilidad de estas.

5.2.6.2.2. Objetivos específicos

1. Establecer la frecuencia de visitancia de las aves a las perchas artificiales.
2. Determinar que especies de aves frecuentan las perchas y el uso que hacen de ellas.
3. Comparar la composición de la lluvia de semillas colectada en las trampas con perchas y sin perchas.
4. Determinar la viabilidad, y tasa de germinación *ex situ* de las semillas colectadas.

5.2.6.3. Metodología y análisis

Sobre la totalidad de la cuenca se seleccionaron para el estudio las áreas de cobertura predominante de pastizal; que estén atravesando procesos físicos erosivos leves como la erosión laminar o solifluxión plastica (remoción en masa por efecto del

sobrepastoreo); con pendientes inclinadas o moderadamente escarpadas, identificadas por Valdés (2003, por publicar) .

Se seleccionaron estas características bajo tres criterios: 1) Zonas de pastizal abierto, para facilitar la dispersión que en ausencia de las perchas no ocurriría por la baja disponibilidad de estructuras naturales del paisaje que sirvan esta función. 2) Pendientes inclinadas o moderadamente escarpadas para facilitar la instalación y mantenimiento de las perchas; y 3) Procesos erosivos leves, por que a futuro se espera iniciar un proceso de restauración utilizando las perchas instaladas, permitiendo la germinación *in situ* de las semillas dispersadas, y por ello se busca establecer las condiciones de suelos no muy degradados para su germinación.

Se instalarán un total 12 perchas siguiendo el curso de la cuenca a una distancia aproximada de 200 metros para cubrir la totalidad de la cuenca (2.5 Km) y evitar que la cercanía pueda actuar como un factor alineado (La distancia mínima sugerida por Ralph *et al.* 1996 es de 75m). La ubicación de las parcelas dentro de las áreas seleccionadas, obedecerá a la facilidad de acceso y la autorización de los dueños de los predios para el uso del terreno.

Cada percha consistirá en un poste de 2 altura con cuatro varas cruzadas en forma de X de 1 cm de diámetro y un metro de longitud, en la parte superior. A cada percha irá asociado un marco de madera de 4m² con base de angeo de 1mm de ojo de malla, levantado a 50 cm. del suelo (para evitar la depredación de semillas) que servirá como trampa de semillas, como se indica en la figura 1. (modificado de Andrade, 1997). La base del angeo irá recubierta con polietileno para evitar capturar semillas más pequeñas que el ojo de la malla (ver figura 18).

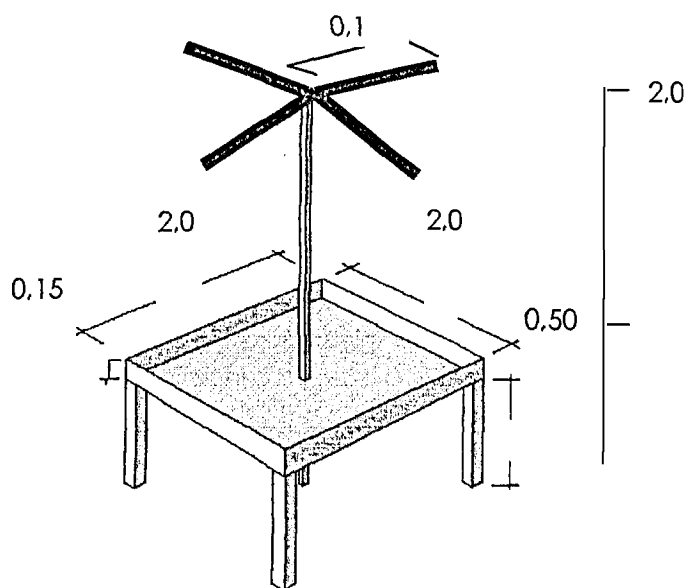


Figura 18. Muestra la disposición de las perchas asociada a la trampa de semillas, las medidas están indicadas en metros.

A 5 metros de distancia de cada percha se ubicarán trampas de semillas, con las mismas especificaciones, pero sin percha, como control.

El total de unidades de muestreo para cada tratamiento será: 12 parcelas con percha y trampa de semillas y 12 sin percha con trampa de semillas (control).

A continuación se explicará la metodología y el análisis empleado asociado a los objetivos específicos del proyecto:

Para establecer la frecuencia de visitancia de las aves y las especies de aves que visitan las estructuras y el uso que hacen de ellas; se utilizará el método de *censos por puntos intensivos*, utilizando las perchas como puntos de conteo. Se realizarán observaciones desde las 5:30 a.m. a 5:30 p.m. El monitoreo será realizado por 30 minutos en cada percha utilizando binoculares de 8 x 40 mm desde una distancia aproximada de 10m, procurando causar la mínima perturbación posible. Se revisarán las perchas en orden aleatorio teniendo en cuenta que las horas de mayor actividad se registran entre las 5:30 y las 7:30 a.m. (Ralph *et al.* 1996).

En un formato de campo se consignarán datos de las especies de aves que visitan las perchas, el número de individuos, la hora de arribo, el tiempo de permanencia, y las actividades que realizan (canto, defecación o acicalamiento), adicionalmente se consignarán las condiciones meteorológicas (nubosidad y clima), y características de la vegetación.

Adicionalmente se realizará una descripción de la vegetación adyacente a cada parcela teniendo en cuenta los siguientes parámetros: estrato dominante, descripción fisonómica, fructificación, altura y especie (si se conoce).

Para estimar la diversidad de especies se emplearán los índices de Simpson y Shannon – Wiever. Para estimar la disimilaridad entre las tres muestras (zonas) se empleará el índice de Bray Curtis.

Para comparar la abundancia relativa se asignarán criterios de abundancia al tamaño de las poblaciones de las especies presentes en cada zona, dentro de cuatro categorías de frecuencia de observación y abundancia a saber: abundante, común, poco común y rara. Las especies serán consideradas como comunes si son observadas más del 50% de los días de muestreo, poco comunes si la frecuencia de es del 50-10% (Buskirk 1976). Además se considerarán como abundantes a las especies comunes en números elevados (Ridgel & Gaulin 1980).

Para determinar la composición de la lluvia de semillas capturada en las trampas de semillas bajo las perchas, su viabilidad, y su tasa de germinación *ex situ*, se coleccionarán las semillas depositadas en las trampas de semillas para cada zona. Se realizará un conteo y determinación mediante una colección de referencia realizada en el lugar de estudio y con la colección del herbario de la Universidad Javeriana.

Para dichas muestras se emplearán los índices de diversidad Simpson y Shannon – Wiever. En ambos casos los datos obtenidos para las especies vegetales identificadas en las muestras serán sometidas a una prueba Kolmorov – Smirnov, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre las 2 muestras.

Si se obtiene un número significativo de semillas en las trampas sin percha se comparará la composición de especies obtenida para las trampas de semillas con y sin percha utilizando el índice de Jaccard. Este índice cualitativo permite saber que tan similares son las especies entre muestras (Moreno, 2001):

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

Ecuación 3.

a = número de especies presentes en la muestra A

b = número de especies presentes en la muestra B

c = número de especies presentes en ambas muestras A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 -cuando hay especies compartidas entre zonas-, hasta 1 -cuando las zonas comparados presentan la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Se consignarán en una tabla los datos de las observaciones de aves y los datos de la composición del banco de semillas, para establecer relaciones de tipo cualitativo.

Para calcular la viabilidad y el porcentaje de germinación, las semillas serán puestas en condiciones de invernadero regadas y ligeramente fertilizadas semanalmente, las plántulas resultantes serán reintroducidas en el sitio de estudio.

5.2.6.4. Resultados esperados

1. Listado de las especies de aves que visitan las perchas, comportamientos desplegados y frecuencia de visitancia por especie.
2. Listado de especies de aves dispersoras de semillas.
3. Listado de especies vegetales dispersadas por las aves en la Microcuenca Santa Helena.
4. definición de la viabilidad y porcentaje de germinación para cada una de las especies de plantas (aporte potencial al establecimiento).

5.2.6.5. Cronograma

ACTIVIDADES	Feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	Nov
Escritura de proyecto	x	x	x	x	x					
Visita de reconocimiento al área de estudio			x							
Identificación preeliminar de las especies de aves presentes en el área de estudio (premuestrero).			x	x	x					
Establecimiento de los sitios de ubicación de las perchas					x	x				
Dialogo con la comunidad para establecer cooperación en el manejo de las perchas					x	x				
Montaje de perchas						x				
Monitoreo de perchas						x	x	x		
Recolección de semillas						x	x	x		
Germinación de semillas							x	x		
Revisión de bibliografía	x	x	x	x	x	x	x	x		
Análisis de resultados y elaboración del documento								x	x	
Entrega del documento										x

5.2.6.6 Cronograma

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
MATERIALES	Postes	1 poste	3.800	200	760.000
	Estacas	1 estaca(3x3x60 cm)	350	130	45.500
	Alambre de púas (3312 m)	1 rollo (350 m)	90.000	3	270.000
	Grapas para alambre	1 kilo (110 unid)	3.300	3	9.900
	Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	3	19.500
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Libreta topográfica	1 libreta	10.500	2	21.000
	Marcador indeleble	1 marcador	1.700	2	3.400
	Cassette video 8 mm	1 cassette	10.000	2	20.000
	Facturas	1 libreta	1.500	2	3.000
	Parales o limatones (delgados)2 mts	1 paral	2.500	74	185.000
	Recipientes plásticos (mediano)	1 recipient.	2.000	12	24.000
	Cajas de puntillasgrandes	1 caja	1.700	5	8.500
	Angeo	1 metro	3.000	32	96.000
	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	2	8.000
	Polietileno	1 metro	1.500	30	45.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	3	27.000
	Cartuchos tinta negra	1 cartucho	99.900	2	199.800
	Cartuchos tinta color	1 cartucho	112.000	2	224.000
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000	
Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	1	7.300	
Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0	-	200.000	
Subtotal					2.276.900
Transporte y estadia	Transporte 2 investigadores (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	25	875.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	4	600.000
	Permanencia (2 investigadores)	1 día	15.000	40	600.000
Subtotal					2.075.000
Personal	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	19	912.000
	Colaboradores / día	1 día hábil	15.000	35	525.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	11	275.000
Subtotal					1.712.000
TOTAL					6.063.900

PRESUPUESTO

Cordinación del proyecto de restauración ecológica de la microcuenca Santa Helena

	Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
MATERIALES	Computador	1 computador	2.500.000	1	2.500.000
	Cámara fotográfica digital	1 cámara	900.000	1	900.000
	Grabadora (Periodista)	1 grabadora	150.000	1	150.000
	Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	7	63.000
	Valla (1m x 05 m)	1 valla	150.000	1	150.000
	Facturas	1 libreta	1.500	4	6.000
	Cartuchos tinta negra	1 cartucho	99.900	4	399.600
	Cartuchos tinta color	1 cartucho	112.000	4	448.000
	Esferos	1 caja	5.800	1	5.800
	Anillado	1 anillado	3.000	7	21.000
	Compac Disc	1 CD	1.000	4	4.000
	Diskette	1 CAJA 10 DISKETTES	7.300	2	14.600
	Revelado	1 revelado	25.000	3	75.000
	Rollos fotográficos (36 fotos)	1 rollo	6.500	3	19.500
	Bibliografía (Fotocopias, textos)	-	0	-	200.000
			Subtotal		4.956.500
Transporte y estadía	Transporte 2 investigadores (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	25	875.000
	Transporte material (alambre, soga, grapas y herramientas)	1 viaje	150.000	1	150.000
	Transporte en van	1 viaje (van)	150.000	5	750.000
	Estadístico	1 hora / mes	25.000	11	275.000
	Llamadas Bogotá - Suesca Bogotá, Tarjetas celular	Tarjetas	20.000	18	360.000
	Transporte urbano (Taxi)	1 viaje	2.300	(59)	135.700
	Permanencia (2 investigadores)	1 día	15.000	15	225.000
			Subtotal		2.770.700
			TOTAL		7.727.200

6.PRESUPUESTO GENERAL

		Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
MATERIALES Y REACTIVOS	MATERIALES DE CAMPO	Postes (Corredor	1 poste	3.800	74 480	1.824.000
		Estacas o listones	1 estaca(3x3x60 cm)	350	2.390	836.500
		Estacas o listones	2 estaca(4x4x60 cm)	500	700	350.000
		Parales o limatones	1 paral	2.500	74	185.000
		Palos de Balso	1 vara	900	10	9.000
		Alambre de púas	1 rollo (350 m)	90.000	15	1.350.000
		Grapas para alambre	1 kilo (110 unidades)	3.300	9	29.700
		puntillas GRANDES	1 caja	1.700	5	8.500
		puntillas pequeñas	1 caja	1.850	4	7.400
		Cancamó No. 00	1 caja	7.600	12	91.200
		manila nylon 6 mm	1 metro	471	1.000	471.000
		Cabuya	1 metro	18	5.000	90.000
		Árboles Ciro	1 árbol	1.750	630	1.102.500
		Árboles Espino	1 árbol	1.750	520	910.000
		Árboles Chilco	1 árbol	1.750	520	910.000
		Árboles Coronó	1 árbol	1.750	520	910.000
		Compost	kilo	435	4.400	1.914.000
		Bolsas resellables	1 bolsa	200	21	4.200
		Bolsas negras 1 Kg.	1 Bolsa	42	1.484	62.328
		Bolsas negras 4 Kg.	1 paquete (100	80	700	56.000
		Pilietileno negro	1 metro	1.500	30	45.000
		Frascos plásticos	1 frasco	220	955	210.100
		Bandeja de plástico	2 bandejas	15.000	6	90.000
		Recipientes plásticos	1 recipiente	2.000	12	24.000
		Prensa (Láminas de	1 lámina	2.400	6	14.400
		Papel Toalla	1 rollo	6.000	2	12.000
		Vasos	paquete 50 vasos	3.100	26	80.600
		Bombillo	1 bombillo(25 vatios)	1.000	40	40.000
		Rompum	1 frasco	22.000	3	66.000
		Etilenglicol	1 kilo	6.400	20	128.000
		Jabón líquido	1 litro	4.700	5	23.500
		Jama	1 jama	95.000	2	190.000
		Trampa Malaise	1 trampa	140.000	12	1.680.000
		Jeringas	1 jeringa	500	15	7.500
		Bolsas de tela	1 bolsa	2.210	30	66.300
		Pesolas	1 peciola	242.000	1	242.000
		Redes de niebla	1 Red	262.500	8	2.100.000
		Soportes para redes		22.000	8	176.000
		Anillos (Tamaño 4)	1 Bolsa	100.100	1	100.100
		Anillos (Tamaño 5)	1 Bolsa	100.100	1	100.100
Anillos (Tamaño 6)	1 Bolsa	106.000	2	212.000		
Alicate	X	108.000	1	108.000		
Angeo	1 metro	3.000	32	96.000		
Calibrador	1 calibrador	103.000	1	103.000		
Linterna de cabeza	1 linterna	25.000	2	50.000		
Pilas AA	1 par	2.350	12	28.200		
Tubo epindorf	1 tubo	10.000	2	20.000		
Subtotal						17.134.128

		Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)	
MATERIALES Y REACTIVOS	HERRAMIENTAS	Carretilla	1 carretilla	99.200	2	198.400	
		Decámetro	1 decámetro	22.100	5	110.500	
		Barretón	1 barretón	15.700	4	62.800	
		Pala draga	1 pala draga	20.000	3	60.000	
		Pala	1 pala	10.100	3	30.300	
		Pica	1 pica	14.000	3	42.000	
		Pala de jardinería	1 pala	6.500	5	32.500	
		Tijeras de podar	1 tijera	16.300	5	81.500	
		Martillo	1 martillo	9.600	3	28.800	
	Mazos	1 mazo	6.100	3	18.300		
	Subtotal						665.100
	MATERIALES DE CAMPO	Alcohol	1 GALON	20.000	18	360.000	
		Formol	1 galón	10.500	5	52.500	
		Frascos vidrio pequeños	1 frasco	110	8.500	935.000	
		Frascos vidrio medianos	1 caja	20.000	1	20.000	
		Embudo Berlese	1 embudo	30.200	36	1.087.200	
		Soporte Embudo Berlese	1 soporte	47.000	3	141.000	
		Alfileres entomológicos	1 sobre (100)	23.200	24	556.800	
		Icopor	1 lámina	1.900	5	9.500	
Gavetas entomológicas		1 gaveta	51.000	9	459.000		
Subtotal						3.621.000	
EQUIPOS	Binoculos 8x40mm	1 Binoculos	271.000	1	271.000		
	Cámara fotográfica digital	1 cámara	900.000	1	900.000		
	COMPUTADOR	1	2.500.000	1	2.500.000		
	Grabadora (Periodista)	1 grabadora	150.000	1	150.000		
	Subtotal						3.821.000
PAPELERIA	PAPELERIA	Cinta de enmascarar	1 rollo	4.000	25	100.000	
		Tajalapiz	1 tajalapiz	500	10	5.000	
		Marcador indeleble	1 marcador	1.700	28	47.600	
		Libreta topográfica	1 libreta	10.500	15	157.500	
		Lápices	1 lapiz	510	50	25.500	
		Marcadores	1 marcador	2.000	16	32.000	
		Plumones	1 caja (12 plumones)	6.000	10	60.000	
		Colores	1 caja (12 colores)	5.300	15	79.500	
		Vinilos	1 frasco	1.500	30	45.000	
		Pinceles	1 pincel	900	25	22.500	
		Pegante	1 frasco	2.500	9	22.500	
		papel pergamino	1 pliego	1.300	13	16.900	
		Tijeras	1 tijera	2.400	10	24.000	
		Acetatos	1 acetato	400	27	10.800	
		Cartulina blanca	1 pliego	480	140	67.200	
		Contact transparente	1 rollo (3 m)	3.500	5	17.500	
		Facturas	1 libreta	1.500	25	37.500	
		Plastilina	1 bloque	3.000	20	60.000	
		Cartón corrugado	1 pliego	500	4	2.000	
		Block papel milimetrado	1 block	1.800	3	5.400	
		Periódico	1 pliego	500	40	20.000	
		Carpetas tamaño carta	1 carpeta	3.000	6	18.000	
		Esferos	1 caja	5.800	1	5.800	

220.000
114.600

		Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)			
PAPELERIA	PAPELERIA	Grapadora	1 grapadora	7.700	2	15.400			
		Ganchos para grapadora	1 caja	1.350	2	2.700			
		Papel carta, 90 gramos	1 resma	9.000	46	414.000			
		Cartuchos tinta negra	1 cartucho	99.900	30	2.997.000			
		Cartuchos tinta color	1 cartucho	112.000	30	3.360.000			
		Anillado	1 anillado	3.000	98	294.000			
		Compac Disc	1 CD	1.000	56	56.000			
		Diskette	1 Caja	7.300	15	109.500			
		Rollos fotográficos	1 rollo	6.500	42	273.000			
		Revelado	1 revelado	25.000	42	1.050.000			
		Cassette video 8	1 cassette	10.000	2	20.000			
		Cassette Audio	1 cassette	10.300	4	41.200			
					Subtotal	9.515.000			
PUBLICACIONES		Bibliografía(Fotocopias, textos)	1 Proyecto	200.000	14	2.800.000			
							Subtotal	2.800.000	
PUBLICIDAD	DIVULGACION	Valla (1 m x 2 m)	1 valla	150.000	1	150.000			
		Volantes	Unidad	800	400	320.000			
		Cartillas	1 cartilla / persona	8.000	270	2.160.000			
		Refrigerios (18 reuniones)	1 refrigerio / día/PERSON	2.500	400	1.000.000			
							Subtotal	3.630.000	
SALIDAS DE CAMPO	MONTAJE DEL PROYECTO	Labores de siembra	1 árbol	2.500	2.190	5.475.000			
		Colaboradores / día	1 día hábil	15.000	313	4.695.000			
							Subtotal	10.170.000	
	TRANSPORTE Y PERMANENCIA		Transporte material (alambre, soga, grapas, valla y herramientas)	1 viaje	150.000	7	1.050.000		
			Transporte de árboles	1 viaje	230.000	3	690.000		
			Transporte Compost	1 viaje	240.000	2	480.000		
			Transporte postes y estacas	1 viaje	150.000	6	900.000		
			Transporte investigador (bus, flota y colectivo)	1 viaje (ida y vuelta)	35.000	280	9.800.000		
			Transporte en van	1 viaje	150.000	57	8.550.000		
			Transporte urbano (Taxi)	1 viaje	2.300	59	135.700		
			Llamadas Bogotá -Suesca Bogotá, Tarjetas celular		20.000	18	360.000		
			Permanencia	1 día	15.000	545	8.175.000		
								Subtotal	30.140.700
			SERVICIOS TÉCNICOS	Análisis Químicos	Análisis químico Q01	1 muestra	31.320	130	4.071.600
Análisis químico Q07	1 muestra	22.040			130	2.865.200			
					Subtotal	6.936.800			

		Ítem	Unidad	Valor unidad (\$)	Unidades totales	Total (\$)
SERVICIOS TECNICOS	ZONIFICACION	Adquisición cartografía base	Unidad	110.000	2	220.000
		Fotografías aéreas	Unidad	13.000	6	78.000
		Ampliación de fotografías	Unidad	37.500	4	150.000
		Traspaso de información a mapas	Foto	30.000	4	120.000
		Digitalización base cartográfica	dm ²	12.000	35	420.000
		Digitalización Unidades de Paisaje	dm ²	12.000	35	420.000
		Mapa de suelos	Unidad	35.000	1	35.000
		Ploteo de pruebas	Unidad	5.000	5	25.000
		Ploteo mapas finales	Unidad	10.000	5	50.000
				Subtotal		
PERSONAL	LOGISTICA	Asistente de Investigación	1 hora / mes	48.000	250	12.000.000
		Agronomo	1 hora / mes	25.000	200	5.000.000
		Estadístico	1 hora / mes	25.000	160	4.000.000
				Subtotal		
SUBTOTAL						110.951.728
ADMINISTRACIÓN (6%)						6.500.662
IMPREVISTOS (5%)						5.547.586
TOTAL						122.999.976

7. CRONOGRAMA GENERAL

ACTIVIDADES	MES														
	2003		2004												
	nov	díc	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Sensibilización	Proceso de socialización del proyecto	x						x			x			x	
	Caminatas guiadas									x		x			
	Talleres de sensibilización							x	x		x		x		
	Jornadas de intercambio de saberes y participación del proyecto								x	x	x	x	x		
	Realización de cartillas de divulgación								x	x	x	x	x		
	Entrega de cartillas														x
	Elaboración y entrega de informes												x	x	x
* Zonificación	Definición de objetivos	x													
	Definición requerimientos de información	x													
	Identificación de vacíos y tratamiento de información		x												
	Estratificación física del paisaje		x												
	Estratificación biótica del paisaje		x	x											
	Levantamiento de información en campo			x	x										
	Organización de la información					x	x								
	Elaboración de base cartográfica			x											
	Traspaso fotointerpretación a base cartográfica							x							
	Digitalización de la información							x	x						
	Definición de limitantes del paisaje								x		x				
	Elaboración de cartografía final									x	x				
Preparación de informe final									x	x					

ACTIVIDADES	MES													
	2003		2004											
	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Caracterización de Vegetación	Recopilación de información			X	X	X	X	X	X	X	X			
	Formulación proyecto			X	X									
	Selección del área de muestreo			X	X	X								
	Establecimiento parcelas				X	X	X							
	Muestreo parcelas			X	X	X	X							
	Determinación del material vegetal							X	X	X				
	Análisis de datos y discusión								X	X	X			
	Elaboración del documento final										X	X	X	
Caracterización Entomofauna	Revisión de información sec.			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Escritura de anteproyecto			X	X	X	X							
	Reconocimiento del área y premuestreo				X	X	X							
	Informe premuestreo								X					
	Toma de datos							X			X			
	Determinación taxonómica de ejemplares								X	X	X	X	X	
	Análisis numérico de datos											X	X	
	Elaboración y presentación de informe parcial										X	X		
	Discusión de resultados y elaboración de documento final												X	X
	Corrección de documento final													X
Presentación de documento final														X
Caracterización de Avifauna	Zonificación área de estudio			X										
	Visita al área de estudio Determinar sitios de muestreo			X	X									
	Recolección de frutos en área para carpoteca			X	X									
	Separación y deposito de frutos en carpoteca			X										
	Preparar equipo de campo			X	X									
	Conteo puntos intensivos (Microcuenca)				X	X	X							
	Postura de redes (Microcuenca)				X	X	X							
	Conteo puntos intensivos				X	X	X							

ACTIVIDADES	MES													
	2003		2004											
	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Caracterización de Avifauna	Postura redes relicto de bosque			x	x	x								
	Análisis muestras materia fecal y contenido estomacal			x	x	x	x	x						
	Organización de datos				x	x	x	x						
	Análisis de datos					x	x	x	x					
	Análisis de datos							x	x					
	Escritura del documento							x	x	x				
	Entrega del documento										x			
Caracterización de herpetofauna	Revisión bibliográfica		x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Definición pregunta		x	x	x									
	Definición de objetivos		x	x	x	x								
	Definición de metodología			x	x	x								
	Escritura y aprobación de proyecto		x	x	x	x	x							
	Reconocimiento del sitio		x											
	Adquisición de materiales		x	x										
	Revisión especies potenciales de la zona		x	x	x									
	Fase de Campo													
	Inventario Taxonómico								x		x			
	Caracterización de hábitats v microhábitats								x		x			
	Fase de Laboratorio													
	Corroborar identificación taxonómica									x		x	x	
	Elaboración de matriz especies/hábitat											x	x	
	Elaboración de mapa de distribución											x	x	
	Análisis de resultados											x	x	
	Realización de Índices											x	x	
Discusión de resultados											x	x	x	
Conclusiones											x	x	x	
Presentación de Informe Final											x	x	x	

	ACTIVIDADES	MES													
		2003		2004											
		nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Caracterización de suelos	Recopilación Información			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Formulación del Proyecto			X	X	X	X	X	X						
	Visita al área					X		X	X						
	Selección del área de muestreo							X	X						
	Ubicación de unidades de muestreo en campo								X						
	Muestreo de las unidades fisiográficas								X	X					
	Envío de muestras al IGAC								X	X					
	Análisis físicos en la Universidad Javeriana								X	X					
	Análisis de resultados									X	X	X			
	Elaboración del documento			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Entrega y sustentación del estudio														X	
Evaluación de los tipos de utilización de tierra	Entrevistas y aplicación de encuestas						X	X	X	X					
	Elaboración de listas de cultivos y usos pecuarios									X	X				
	Elaboración de tablas de requerimientos TUTs										X	X			
	Caracterización de condiciones edáficas								X	X					
	Elaboración de tablas de cualidades de UTs									X	X				
	Construcción de matriz de confrontación UTs/TUTs											X	X		
	Diseño de recomendaciones para aptitudes UTs												X		
	Diseño de recomendaciones practicas de manejo										X		X		
	Discusión de resultados y preparación documento													X	
	Entrega de documento para revisiones														X
Corrección y entrega documento final														X	
Experiencia 1. Densidad de siembra	Revisión bibliográfica			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Socialización del proyecto			X			X							X	
	Establecimiento de parcelas					X	X								
	Monitoreos						X		X	X		X			
	Análisis de datos							X	X	X	X	X	X	X	
	Elaboración de informe final													X	X
	Entrega de resultados														X

ACTIVIDADES	MES													
	2003		2004											
	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	djc
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Experiencia 2 Densidad de siembra	Recopilación de información			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Formulación proyecto			X	X	X								
	Establecimiento de parcelas y tratamientos						X							
	Toma de datos						X		X			X		
	Análisis de datos							X	X	X	X	X	X	
	Discusión de resultados							X	X	X		X	X	X
	Elaboración del documento											X	X	X
	Entrega de informe final													
Plantación en corredores riparios	Recopilación de información			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Escritura del proyecto			X	X	X								
	Reconocimiento del área de estudio			X										
	Montaje del experimento en campo							X						
	Seguimiento en campo							X		X		X		
	Análisis y discusión de información								X	X	X	X	X	X
	Escritura de documento final											X	X	X
Efecto densidad siembra sobre suelos	Recopilación información			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Formulación del proyecto			X	X	X	X							
	Visita al área				X									
	Selección del área de muestreo							X						
	Establecimiento de las parcelas							X						
	Muestreo de las parcelas								X			X		
	Envío de muestras al IGAC								X			X		
	Análisis físicos en la Universidad Javeriana								X	X			X	
	Análisis de resultados										X			X
	Elaboración del documento				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Entrega y sustentación del estudio													X

	ACTIVIDADES	MES													
		2003		2004											
		nov	díc	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Efecto densidad siembra sobre entomofauna	Elaboración de proyecto			x	x	x	x	x							
	Toma de datos							x			x		x		
	Determinación de ejemplares									x	x	x	x	x	
	Análisis numérico										x	x	x		
	Evaluación datos de campo de información secundaria									x	x	x	x	x	
	Discusión de resultados										x	x	x	x	
	Revisión y corrección del documento												x	x	
	Entrega informe final													x	x
Montaje y seguimiento de perchas	Escritura de proyecto				x	x	x	x	x						
	Visita de reconocimiento al área de estudio						x								
	Identificación preliminar de las especies de aves presentes en el área de estudio (premuestrero).						x	x	x						
	Establecimiento de los sitios de ubicación de las perchas								x	x					
	Dialogo con la comunidad para establecer cooperación en el manejo de las perchas								x	x					
	Montaje de perchas									x					
	Monitoreo de perchas									x	x	x			
	Recolección de semillas									x	x	x			
	Germinación de semillas										x	x			
	Revisión de bibliografía				x	x	x	x	x	x	x	x			
	Análisis de resultados y elaboración del documento											x	x		
	Entrega del documento													x	x

8. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALTERI, Miguel. 1985. Agroecología.** Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. Berkeley, California. Ed. CETAL, Chile 1983. p183.
2. **ALLEN, E. B., ALLEN, M. F., BROWN, J. S.** 2001. Encyclopedia of Biodiversity: Restoration of Animal, Plant, and Microbial Diversity. Vol.5. Academic Press. USA.
3. **AMERICAN SOCIETY OF ICHTHYOLOGISTS AND HERPETOLOGISTS (ASIH), THE HERPETOLOGIST`S LEAGUE (HL), SOCIETY FOR THE STUDY OF AMPHIBIANS AND REPTILES (SSAR).** 1987. Guidelines for use of Live Amphibians and Reptiles in Field Research.
4. **ANDRADE, Angela y GONZALES, Armando.** 1996. Aspectos conceptuales y metodológicos para el diseño de las bases de datos utilizados en el análisis de los sistemas de producción. En: Sistema de Información Geográfica. Plan de acción forestal para Colombia. Revista informativa. Año 3, No. 10-11. Bogotá: (Sept., 1996); p. 88-166
5. **ARISTIZABAL, A.G.** 1975. Manual de conservación de suelos de ladera. Cenicafé. Litomoderna Ltda. Chinchiná, Caldas.
6. **ARDILA, M. C., ACOSTA, A. R.** 2000. Anfibios. En: Colombia diversidad biótica: La vida paramuna. Vol 3. RANGEL CH, J. O. (ed). CINDEC, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pp. 617-628.
7. **AYALA, S. C., CASTRO, F.** 1975. Lagartos de Colombia. Departamento de Microbiología. Universidad del Valle. Cali. 1285 pp.
8. **BAKKER, Jos. & VAN DER WIEL, Marian.** 1983. Geología y Geomorfología del valle de Chocontá, Sabana de Bogotá, Colombia. Bogotá: CIAF.
9. **BALLINGER, R. E., LYNCH, J. D., COLE, P. H.** 1979. Distribution and Natural History of Amphibians and Reptiles in Western Nebraska with Ecological Notes on the Herpetiles of Arapaho Prairie. The Prairie Naturalist. 11 (3):65-74
10. **BARRERA de BELTRÁN, M.T & L. Z., CAMACHO.** 1984. Aspecto biogeográfico de la Laguna de Suesca y alrededores. Tesis Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.
11. **Bisevac, L. & J. D. Majer.** 1999. Comparative study of the ant communities of rehabilitated mineral sand mine and heathland, Western Australia. Restoration Ecology 7 (2): 117-126
12. **Borror, D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson.** 1992. An Introduction to the study of insects. 6th Ed. Saunders College Publishing.
13. **BRADY, V. J., CARDINALE, B. J., GATHMAN, J. P., . BURTON, T. M.** 2002. FAUNAL RECRUITMENT BENEFIT ECOSYSTEM RESTORATION? AN EXPERIMENTAL STUDY OF INVERTEBRATE ASSEMBLAGES IN WETLAND MESOCOSMS. RESTORATION ECOLOGY. 10 (4): 617-626.
14. **CASTAÑO, O., HERNÁNDEZ, E., CÁRDENAS, G.** 2000. Reptiles. En: Colombia diversidad biótica: La vida paramuna. Vol 3. RANGEL CH, J. O. (ed). CINDEC, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pp. 613-616.
15. **Carter, R.M.** 1993. Soil sampling and methods of analysis. Canadian society of soil science. Lewis publishers. London.
16. **CLARO, Francisco.** 1995. Estudio Agroclimático de la cuenca alta del río Bogotá y del río Ubaté-Suárez. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales(IDEAM). 24p.

17. **CONIF & MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1996. Guías Técnicas. Forestaría y Agroforestería como Alternativa para la sustitución de Cultivos Ilícitos.
18. **COORPORACION DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA-CDMB.** 1990. Guía de planificación de Unidades Familiares de Producción. 2ed. Bucaramanga: CDMB. 99p
19. **CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL (CAR), 1998.** Actualización del diagnóstico y plan de recuperación de la Cuenca de la Laguna de Suesca. Bogotá Colombia.
20. **CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL (CAR), 1998.** Proyecto de manejo ambiental de la Laguna de Suesca. Municipio de Cucunuba, Cundinamarca.
21. **CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL (CAR), 2001.** Plan Guía de Manejo para los Sitios de Interés Ambiental con Potencial Ecoturístico del Municipio de Suesca.
22. **CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL (CAR), 2001.** Valores mensuales de precipitación, humedad relativa, evaporación y temperatura. Años 1960-2001. Estaciones El Hatillo y Carrizal, Suesca.
23. **CORPORACIÓN ECOLÓGICA S.I.E., 1998.** Diagnóstico y plan de recuperación y manejo de la cuenca de la laguna de Suesca. 70 p.
24. **CURTIS, H.** 2001. Biología. Ed. Medica interamericana. España. Glosario.
25. **DAMA & FUNDACIÓN BACHAQUEROS,** 2000. Protocolo distrital de restauración ecológica. Bogotá: DAMA. 288p.
26. **DANE.** 1999. Anuario Estadístico del Departamento de Cundinamarca. Bogotá: DANE.
27. **DE LAS SALAS, Gonzalo.** 1987. Suelos y Ecosistemas Forestales con Énfasis en América Tropical. Costa Rica: Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 447p.
28. **DEVIA, Carlos et al.** 2003. Hacia una propuesta de manejo sostenible del bosque. Valle del Río Cimitarra. Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá D.C. 246p
29. **DOMÍNGUEZ, A.** 2003. Naturaleza educativa. http://usuarios.lycos.es/ecoweb/zoo~cordados_reptiles_1.htm
30. **ECOPORTAL.** 2003. <http://www.ecoport.net/glosario/d.htm>
31. **ESPINAL, Luis.** 1965. Notas sobre la vegetación del Departamento de Boyacá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Agrológico. Bogotá: IGAC. 131p.
32. **FAO.** 1990. Guidelines for soil description. Third Edition. FAO. Rome, Italy.
33. **FAUTH, J.E et al.** 1989. Elevational patterns of species richness, evenness and abundance of the Costa Rican leaf – litter herpetofauna. *Biotropica* 21(2): 178-185.
34. **González, R. & N. S. Carrejo.** 1992. Introducción al estudio de los dípteros. Colección de Edición Previa, Serie Investigaciones, Universidad del Valle. 197 p.
35. **HARRIS, L.D.** 1984. The fragmented forest. Island biogeographic theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago press. Estados Unidos.
36. **HARVEY, F. et al.** 1998. Herpetology. Prentice Hall. Estados Unidos. Pp 462.
37. **HEINEN, J. T.** 1992. Comparisons of the leaf litter herpetofauna in abandoned cacao plantations and primary rain forest in Costa Rica.
38. **HEYER, W. R. et al.** 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution press. Washington. USA. Cap: 3,4,5,6.
39. **HOLDRIDGE, L. R.** 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 206 pp.
40. **HOYOS, J. M.** 1991. Aspectos taxonómicos y microhábitat de la herpetofauna de páramo y subpáramo del parque nacional natural Chingaza. UNESIS.

- Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Publicado en Cuadernos divulgativos 6(Julio)1-10.
41. **HOYOS, J. M.** 1992. Claves preliminares de campo para las especies de anfibios y reptiles del parque Nacional Natural Chingaza. UNESIS. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Publicado en Cuadernos divulgativos 6 (Junio) 1-6.
 42. **INFORAGO Ltda.** 1999. Recuperación de la Laguna de Suesca, Provincia Almeida. Gobernación de Cundinamarca-Secretaría del Medio Ambiente, Contrato de Obra Pública No. 008-99. Informe Final.
 43. **INGER, R. F., SHAFFER, H. B., KOSHY, M., BAKDE, R.** 1987. Ecological structure of a Herpetological assemblage in South India. *Amphibia-Reptilia* (8): 189-202.
 44. **INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC).** 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tercera Edición. Vol 2-4. Bogotá:IGAC.
 45. **IGAC.** 1995. Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santafé de Bogotá D.C.
 46. **Jansen, A.** 1997. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration project. *Restoration Ecology* 5(2): 115-124.
 47. **JONES, C. G.** 2002. Reptiles and Amphibians. In: Handbook of Ecological Restoration. Vol.1. Perrow, M. R. and Davy, A. J. (Eds). Cambridge University Press. Cambridge, UK. Pp. 355-375.
 48. **JORDAN, W. R., GILPIN, M. E., ABER, J. D. (Eds).** 1987. Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
 49. **KATTAN, G. H. et al.** 1996. Preservation and magement of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. Pp 3-18. En J. Shelhas & R. Greenberg. Forest patches in tropical landscapes. Island press. Estados Unidos.
 50. **Kitching, R. L., L. Daiqin & N. E. Stork.** 2001. Assessing biodiversity "sampling packages": how similar are arthropod assemblages in different tropical rainforest?. *Biodiversity and Conservation* 10: 793-813
 51. **Longino, J. T. & R. K. Colwell.** 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications* 7 (4): 1263-1277.
 52. **LUDECKE, H & MONJE C.A.** 1990. La termobiología de *Hyla Labialis* como función de altitud. Fundación para la promoción de la investigación y la tecnología. Universidad de los Andes. Colombia. Pp 3, 4, 14.
 53. **Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds.** 1978. Statistical ecology: a primer on methods and computing. Wiley. Nueva York. 325 p.
 54. **LYNCH, J. D. & RENJIFO, J. M.** 2001. Guía de anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores. Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Departamento técnico administrativo del medio ambiente. Colombia.
 55. **LYNCH, J. D.** 1976. The species of the South American frogs of genus *Eleutherodactylus*. *Occasional papers of the museum of natural history. University of Kansas.* 61: 1-24.
 56. **LYNCH, J. D.** 1999. Lista anotada y clave para las ranas (Género *Eleutherodactylus*) chocoanas del valle del cauca y apuntes sobre las especies de la cordillera Occidental adyacente. *Caldasia.* 21(2): 184-202.
 57. **LYNCH, J. D.** 1999. Ranas pequeñas, la geometría de evolución y la especiacion en los Andes Colombianos. *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.* 23 (86): 143-159.

58. **LYNCH, J. D; RUIZ, C. & ARDILA, R.** 1996. Lista actualizada de la fauna anfibia de Colombia. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 20 (77):365-415.
59. **Magurran, A.** 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Cambridge University Press. London. 179 p.
60. **MAJOR, J.** 1989. Animals in Primary Succession. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
61. **MARGALEF, R.** 1992. Ecología. Planeta. Colombia Pp 24.
62. **Milton, J. S.** 2001. Estadística para biología y ciencias de la salud. 3ª Edición. McGraw-Hill Interamericana. 592 p.
63. **MOLANO, J. G.** 1998. Diversidad, riqueza y abundancia de saurios entre los elementos de un paisaje fragmentado en el piedemonte llanero. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Colombia. Pp 1, 3,8-10, 26, 27, 68.
64. **MONTAGNINI, Florencia.**1992. Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Tropicós. 2º Edición. Organización para Estudios Tropicales(OTS), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza(CATIE). San José, Costa Rica. 622pp.
65. **Morrill, W.L.** 1975. Environmental Entomology. Vol 4. pag 596.
66. **Munshower, F.F.** 1994. Practical handbook of disturbed land revegetation. Montana State University. Lewis Publishers. Bozeman, Montana.
67. **ODUM, E.** 1972. Ecología. Ed interamericana. México.
68. **ODUM, E.** 1987. Fundamentos de ecología. Nueva editorial interamericana. México.
69. **Oliver, I. & A. Beattie.** 1996. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. Ecological applications 6 (2): 594-607.
70. **PLAN AMBIENTAL MUNICIPAL DE SUESCA.** 1991. CAR
71. **RAMIREZ, A.** 1999. Diseño y análisis estadístico. Fundación universitaria Jorge Tadeo Lozano. Colección Ecología. Colombia. Pp 129, 134, 135.
72. **Ramirez, A.** 1999. Ecología Aplicada: diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá. Colombia. 325 p.
73. **Ramírez, G.A. & Viña, V.G.** 1998. Limnología colombiana. Panamericana. Colombia.
74. **REAGAN, D. P.** 1995. Lizard Ecology in the Canopy of an Island Rain Forest. In: Forest Canopies. Academic Press. San Diego. CA. USA. Pp. 149-163.
75. **ROJAS E.** 1991. Fundación Puertorriqueña de conservación. <http://www.tldnet/users/fconserv /anfibios de Puerto rico.htm>.
76. **SEXTON, O. J.** 1964. Differential Predation by The Lizard, *Anolis carolinensis*, Upon Unicoloured and Polycoloured Insects after an Interval of no Contact. Animal Behaviour. 12 (1) : 101-110.
77. **SNIDER, G. K. et al.** 1975. Temperature adaptation in amphibians. 109 : 93—101.
78. **TINKLE, D. W.** 1967. Home Range, Density, Dynamics, and Structure of a Texas Population of the Lizard *Uta stansburiana*. In: Lizard Ecology: a symposium. Symposium on Lizard Ecology. University of Missouri Press. Columbia, Missouri, USA. Pp. 5-28.
79. **Tan, H.K.** 1996. Soil sampling and analysis. University of Georgia. Marcel Dekker Inc. Athens, Georgia.
80. **Upton, M. S.** 1991. Methods for collecting, preserving and studying insects and allied forms. 4th edition. The Australian Entomological Society. Miscellaneous Publication No. 3. Queensland, Australia. 86 p.

81. **VALDES, C.** 1996. Ecología del paisaje – Aspectos conceptuales y metodológicos para levantamientos integrales. Pontificia Universidad Javeriana. IDEADE. Colombia. Pp introducción, 4, 6, 9, 11, 12, 15, 17,21.
82. **VAN DER HAMMEN, Thomas** 1995. Bases para un plan de recuperación y manejo de la Laguna de Suesca y la cuenca hidrográfica, preparado para la C.A.R.
83. **VAN DER HAMMEN, Thomas.** 1998. Plan ambiental de la cuenca alta del Rio Bogotá. Análisis y orientaciones para el ordenamiento territorial. Bogotá : CAR. 142p
84. **Webb, C. E., I. Oliver & A. J. Pik.** 2000. Does coastal foredune stabilisation with *Ammophila arenaria* restore plant and arthropod communities in Southeastern Australia. *Restoration Ecology* 8(3): 283-288
85. **WRIGHT, S. J.** 1979. Competition between Insectivorous Lizards and Birds in Central Panama. *American Zoology*. 19:1145-1156.
86. **Zar, J. H.** 1999. Biostatistical analysis. 4th edition. Prentice-Hall. U.S.A. 941 p.
87. **ZEDLER, J. B., LINDIG-CISNEROS, R., BONILLA-WARFORD, C., WOO, I.** 2001. Encyclopedia of Biodiversity: Restoration of Biodiversity, overview. Vol.5. Academic Press. USA
88. **ZUG, G. R.** 1993. Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptils. Academic press. Estados Unidos. Pp 316 – 319



10484