

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA  
DEL AREA DE PROTECCIÓN DE LA NUEVA SEDE DEL CENTRO NACIONAL DE  
CONTROL DE ENERGÍA (CENCE), SAN MIGUEL DE SANTO DOMINGO DE  
HEREDIA, COSTA RICA.**

NORBERTO RAMÍREZ CAMPOS

CARTAGO, COSTA RICA

2015



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA  
DEL AREA DE PROTECCIÓN DE LA NUEVA SEDE DEL CENTRO NACIONAL DE  
CONTROL DE ENERGÍA (CENCE), SAN MIGUEL DE SANTO DOMINGO DE  
HEREDIA, COSTA RICA.**

NORBERTO RAMÍREZ CAMPOS

CARTAGO, COSTA RICA

2015

**PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA  
DEL AREA DE PROTECCIÓN DE LA NUEVA SEDE DEL CENTRO NACIONAL  
DE CONTROL DE ENERGÍA (CENCE), SAN MIGUEL DE SANTO DOMINGO DE  
HEREDIA, COSTA RICA.**

Norberto Ramírez Campos<sup>1</sup>

**RESUMEN**

En el presente trabajo se hace referencia a la importancia de la restauración ecológica, para el restablecimiento de los ecosistemas degradados producto de las diferentes actividades humanas. Se cuenta con un terreno de antiguos cafetales destinado a protección forestal por parte del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), el objetivo principal es realizar una propuesta de restauración ecológica, cuya finalidad es la atracción de fauna, protección de suelos y embellecimiento del paisaje, para ello se hace una identificación de flora y fauna, además de una investigación de las características generales de la finca y sus alrededores y así poder determinar los pasos a seguir en la elaboración de la propuesta. Se busco un sitio modelo cercano al lugar de interés y de condiciones similares, que pertenezca a la misma zona de vida el cual permitiera evaluar su ecosistema actual y que sirva como monitoreo de comparación con la restauración ecológica que se quiere establecer.

**Palabras claves:** Restauración ecológica, especies forestales, fauna, ecosistema, integridad ecológica, Costa Rica.

---

<sup>1</sup> Ramírez, N. 2014. Propuesta de Restauración Ecológica del área de Protección de la Nueva sede del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), San Miguel de Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 49 p.

**MOTION FOR ECOLOGICAL RESTORATION  
THE AREA OF PROTECTION OF THE NEW HEADQUARTERS OF THE  
NATIONAL POWER CONTROL CENTRE (CENCE), SAN MIGUEL DE SANTO  
DOMINGO DE HEREDIA, COSTA RICA.**

**ABSTRACT**

In this paper refers to the importance of ecological restoration, for the recuperation of degraded ecosystems product of different human activities. It has an area of old coffee plantations intended for forest protection by the National Center for Energy Control (CENCE), the main objective is to make a proposal for ecological restoration, aimed at attracting wildlife, soil protection and beautification landscape, for that identification of flora and fauna is also an investigation of the general characteristics of the land and its surroundings and determine the next steps in developing the proposal. We search for a nearby place and with similar conditions, belonging to the same area of life which allow assess your current ecosystem and serve as monitoring compared to ecological restoration that wants to establish model looking site.

**Keywords:** Ecological Restoration, Forest Species, wildlife, ecosystem, Ecological Integrity, Costa Rica.

## ACREDITACIÓN

Este proyecto final de graduación fue aceptado por el Tribunal Evaluador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y aprobado por el mismo como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.

### PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL AREA DE PROTECCIÓN DE LA NUEVA SEDE DEL CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA (CENCE), SAN MIGUEL DE SANTO DOMINGO DE HEREDIA, COSTA RICA.

Miembros del Tribunal Evaluador

  
Ana Cecilia Chaves Quirós, Lic.  
Directora de Tesis

  
Víctor Montero Marín, Lic.  
Responsable Ambiental CENCE

  
Lupita Vargas Fonseca, MSc.  
Escuela de Ingeniería Forestal

  
Norberto Ramírez Campos  
Estudiante

## **DEDICATORIA**

A mi madre que ha sido un gran ejemplo de lucha, por su comprensión, amor y apoyo en todas las etapas de mi estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Primero que todo a Dios porque sin él no soy nada en la vida.

A toda mi familia por su amor, cariño y apoyo.

A mi padrastro por el apoyo que ha ofrecido a mi familia.

A mi compañera, que fue, es y será un gran ejemplo en mi vida.

A cada uno de los funcionarios de forestal que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo, conocimiento y sabiduría.

A la Institución y sus funcionarios; profesores, secretarias, asistentes, choferes, entrenadores y muchos más que me ayudaron con todo lo que necesite durante la carrera.

A Anny Chaves, Salvador López y a los funcionarios del CENCE por permitirme desarrollar este trabajo en una gran institución como es el ICE.

A mi lectora Lupita Vargas por su apoyo, no solo durante este trabajo sino siempre que lo he requerido.

A Víctor Montero, por su ayuda, amistad y por enseñarme un poco de su gran conocimiento en la vida.

A todas las personas que colaboraron, técnicamente, en el proyecto: Tomás Quesada, Allan Vásquez, Gabriela Paniagua, Carlos Benavides, Naúm Vásquez, Alexander Rodríguez, Personal del DABI, Personal del CENCE, Personal de la CNFL.

A mis amigos y compañeros con los que compartí distintas experiencias en trabajos, deportes, giras y clases.

## INDICE GENERAL

|                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMEN .....                                                      | i    |
| ABSTRACT .....                                                     | ii   |
| ACREDITACIÓN .....                                                 | iii  |
| DEDICATORIA.....                                                   | iv   |
| AGRADECIMIENTOS .....                                              | v    |
| INDICE GENERAL .....                                               | vi   |
| INDICE DE CUADROS .....                                            | viii |
| INDICE DE FIGURAS .....                                            | ix   |
| INDICE DE ANEXOS .....                                             | x    |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                              | 1    |
| 2. MATERIAL Y MÉTODOS.....                                         | 3    |
| 2.1. Área de estudio .....                                         | 3    |
| 2.2. Aspectos relevantes del sitio de restauración ecológica ..... | 7    |
| 2.2.1. Información general .....                                   | 7    |
| 2.2.2. Estudio Biológico .....                                     | 7    |
| 2.2.3. Tipo de Suelo.....                                          | 7    |
| 2.2.4. Identificación de especies de flora y fauna .....           | 8    |
| 2.3. Sitio de comparación e integración ecológica .....            | 8    |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                     | 11   |
| 3.1. Aspectos relevantes del sitio de interés: .....               | 11   |
| 3.1.1. Precipitación. ....                                         | 11   |
| 3.1.2. Temperatura .....                                           | 12   |
| 3.1.3. Comportamiento del viento.....                              | 13   |
| 3.2. Estudio Biológico.....                                        | 13   |
| 3.2.1. Descripción del medio ambiente.....                         | 13   |
| 3.2.2. Características del suelo .....                             | 14   |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Identificación de especies .....                           | 16 |
| 3.4. Sitio modelo para la integridad ecológica.....             | 19 |
| 3.5. Propuesta de restauración e infraestructura asociada ..... | 22 |
| 3.5.1. Pasos.....                                               | 22 |
| 4. CONCLUSIONES .....                                           | 30 |
| 5. RECOMENDACIONES .....                                        | 32 |
| 6. REFERENCIAS.....                                             | 33 |
| 7. ANEXOS .....                                                 | 36 |

## INDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Atributos ecológicos clave utilizados en la evaluación de la integridad ecológica .....                                                                                                | 9  |
| Cuadro 2. Calificación de indicadores (Tomado de Herrera et al. 2004) .....                                                                                                                      | 11 |
| Cuadro 3. Precipitación media mensual y anual en milímetros en San Luis de Santo Domingo de Heredia. ....                                                                                        | 12 |
| Cuadro 4. Temperatura media mensual y anual en Colima de Tibás.....                                                                                                                              | 12 |
| Cuadro 5. Temperatura máxima promedio mensual y anual en Colima de Tibás. 12                                                                                                                     |    |
| Cuadro 6. Temperatura mínima promedio mensual y anual en Colima de Tibás. 13                                                                                                                     |    |
| Cuadro 7. Resultados de análisis de suelos de dos pruebas (P1 y P2), realizadas en el área de Restauración Ecológica San Miguel, Santo Domingo de Heredia, noviembre 2014, INTA Costa Rica. .... | 14 |
| Cuadro 8. Interpretación de resultados de análisis de suelos (Molina y Meléndez, 2002). ....                                                                                                     | 15 |
| Cuadro 9. Lista de especies de árboles identificadas en el área de protección forestal del nuevo CENCE, San Miguel de Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, 2014. ....                           | 17 |
| Cuadro 10. Lista de especies de aves observadas en la finca y los alrededores del proyecto.....                                                                                                  | 19 |
| Cuadro 11. Resumen de las mediciones de árboles con diámetros, iguales o mayores a diez centímetros, en el sitio modelo Dulce Nombre de Coronado, 2014. ....                                     | 20 |
| Cuadro 12. Resultados promedio de las alturas de los árboles evaluados con diámetros arriba de diez centímetros. ....                                                                            | 21 |
| Cuadro 13. Parámetros de comparación para las variables analizadas.....                                                                                                                          | 21 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ubicación cartográfica del proyecto CENCE, cantón Santo Domingo, distrito San Miguel. (Fuente: ICE, 2010) .....                                                                | 4  |
| Figura 2. Áreas de proyecto y áreas de influencia directa e indirecta para el nuevo Centro Nacional de Control de Energía, San Miguel Santo Domingo de Heredia. (Fuente: ICE, 2010)..... | 5  |
| Figura 3. Geometría plano Catastrado del terreno <i>Cornelia 2, área de protección forestal</i> proyecto nuevo CENCE. (Fuente: ICE, 2010). .....                                         | 6  |
| Figura 4. Instalaciones y manejo de compost (imagen 1 y 2), en el proyecto Reventazón, Siquirres, 2014. ....                                                                             | 27 |
| Figura 5. Diseño de distribución de planta para el manejo de la compostera .....                                                                                                         | 28 |

## INDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Compromisos ambientales (ICE, 2010).....                                                                                                                                 | 36 |
| Anexo 2. Lista de datos recolectados en tres parcelas diferentes en el sitio modelo, propiedad de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A en Dulce Nombre de Coronado, 2014..... | 37 |
| Anexo 3. Cálculo del área basal y altura promedio .....                                                                                                                           | 40 |
| Anexo 4. Total de especies muestreados en las parcelas de medición, Dulce Nombre de Coronado, 2014.....                                                                           | 43 |
| Anexo 5. Especies recomendadas .....                                                                                                                                              | 44 |
| Anexo 6. Listado de fauna Sitio modelo .....                                                                                                                                      | 48 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de 20 años el concepto de biodiversidad y su papel en el funcionamiento de los ecosistemas ha tomado cada vez mayor importancia a nivel mundial (Aronson, Renison, Rangel-Ch, Levy-Tacher, Ovalle, y Del Pozo, 2007). Uno de los métodos para enriquecerlo con el transcurso del tiempo es la restauración ecológica, proceso que busca la reversión de los efectos degradativos de las actividades humanas, como la contaminación, erosión, sobreexplotación y agotamiento de recursos (Meli, 2003). Tema que es de suma importancia no solo en Costa Rica, sino a nivel global.

Harper (1989), plantea que la restauración ecológica es una ciencia emergente con una profunda importancia en conservación biológica y que los esfuerzos que se hacen actualmente en este campo son escasos. Sin embargo, a medida que aumenta el uso de recursos en las diferentes regiones, será más frecuente encontrarse con casos críticos que requieren de restauración ecológica (Machlis, 1993). Del mismo modo Gálvez (2002), considera que la restauración de ecosistemas podría convertirse en un componente importante de la conservación de la biodiversidad mundial con el transcurso del tiempo.

Para Machlis (1993), existen tres formas básicas de restaurar un área degradada: Recuperarla; volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas. Rehabilitarla; Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área. Restaurarla; Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes. Sin embargo, en estudios más recientes Gálvez (2002), describe 6 diferentes mecanismos de restauración ecológica, a saber: Sucesiones secundarias, reforestaciones, introducción de especies, reintroducción de especies, translocaciones, corredores biológicos.

Para efectos del proyecto se dará mayor énfasis a las sucesiones secundarias, que son aquellas que se desarrollan sobre sitios que son abandonados después que su vegetación natural ha sido completamente destruida. Las sucesiones secundarias se inician más comúnmente en tierras que son cultivadas durante un tiempo y luego se abandonan. Sin embargo, cualquier fenómeno natural que destruya un bosque inicia también una sucesión secundaria.

Un aspecto importante dentro el ámbito de la conservación y restauración de hábitat, es la integridad ecológica (IE) del sistema, el cual se describe ampliamente en un estudio realizado por el INBio y SOMASPA (2006), donde se contempla la definición de IE como la “Capacidad de un sistema para mantener comunidades bióticas que tienen una diversidad y composición de especies, así como una organización funcional comparable con los hábitats naturales presentes en la región” (Parrish, Braun y Unnasch, 2003). La IE es utilizada para determinar la escogencia o rechazo de un sitio y la disposición de recursos para su consecuente conservación (Herrera y Corrales, 2004).

Para lograr cuantificar la IE es importante considerar tres factores: tamaño, condición y el contexto paisajístico o conectividad (Herrera et al. 2004). Cada uno de estos factores representa una categoría que engloba diferentes atributos ecológicos claves, los cuales sirven como indicadores de la capacidad de las poblaciones o sistema para mantener las poblaciones de las especies frente a perturbaciones naturales. Del mismo modo este indicador permite tomar decisiones de cuales actividades se deben realizar en un área específica, para favorecer la actividad natural del ecosistema con el transcurso del tiempo.

Considerando los aspectos anteriores, y en función al inminente cambio climático, las empresas se ven obligadas a cumplir con una serie de normas legales para establecer vínculos entre la restauración ecológica del medio ambiente y la economía del futuro, lo que hace necesario que entre sus proyectos de desarrollo deben incluir métodos de compensación o recuperación de aquellas áreas destruidas o que se vean afectadas por el mismo, para poder ejecutar sus proyectos.

En este contexto el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) planifica y ejecuta sus actividades con fundamento en el principio de desarrollo sostenible; su gestión se realiza con una actitud de conservación, protección, recuperación y uso responsable del medio ambiente (ICE, 2002).

El Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), es el ente encargado de la planificación operativa estratégica y de la operación integrada del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Fue creado en el año 1981 y actualmente pertenece a la Gerencia de Electricidad. Para cumplir sus funciones, supervisa los parámetros

eléctricos bajo las condiciones de continuidad, calidad, seguridad operativa, y optimización de los recursos del SEN, incluyendo los intercambios de energía con los países de la región (ICE, 2002). Para mantener dicho compromiso y cumplir con las normas internacionales para este tipo de entidad y considerar el incremento de la demanda de electricidad en los últimos años, se hace necesario modernizar sus instalaciones con la construcción de un nuevo edificio, con las condiciones óptimas para su funcionamiento.

Posterior a una serie de evaluaciones por parte de una consultoría externa en busca de un sitio con alto potencial para la construcción del nuevo CENCE, se ubicó en San Miguel de Santo Domingo de Heredia, como el lugar propicio para el desarrollo del mismo. El ICE con este proyecto de interés nacional, no solo viene a dar un paso más allá en desarrollo tecnológico, sino que pretende crear un ambiente con la armonía natural para la empresa y la población en vistas del futuro.

Para alcanzar las expectativas de la empresa y propiciar el desarrollo de la restauración ecológica en los diversos sectores del país, el objetivo general de este trabajo es realizar una propuesta de restauración del área de protección forestal del nuevo CENCE, cuyos objetivos específicos son: identificar y seleccionar las especies para reforestar el sitio, proponer la distribución de las especies en el campo, recomendar las técnicas de preparación del terreno y de manejo de las especies a sembrar, proponer las mejores alternativas de uso del suelo y dejar previsto el monitoreo que verificará que la actividad de restauración ecológica será exitosa comparado con un sitio de condiciones semejantes y calcular un índice de integridad biológica, el cual sirva como indicador del proceso a lo largo del tiempo.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudio**

El proyecto se llevó a cabo en una finca de 5,3 hectáreas perteneciente al ICE, la misma cual se ubica contiguo al cementerio de San Miguel de Santo Domingo de Heredia, frente a la Subestación San Miguel de la misma empresa, a una altitud

promedio de 1200 m.s.n.m. Políticamente, dicha finca se ubica en San Miguel Sur, distrito 3º San Miguel, cantón 3º Santo Domingo, provincia de Heredia.

Desde el punto de vista cartográfico, se ubica (9º 58' N, 84º03' W), proyección Lambert Norte, hoja cartográfica Santo Domingo, escala 1:10000 del Instituto Geográfico Nacional, como se puede apreciar en la (Figura 1).

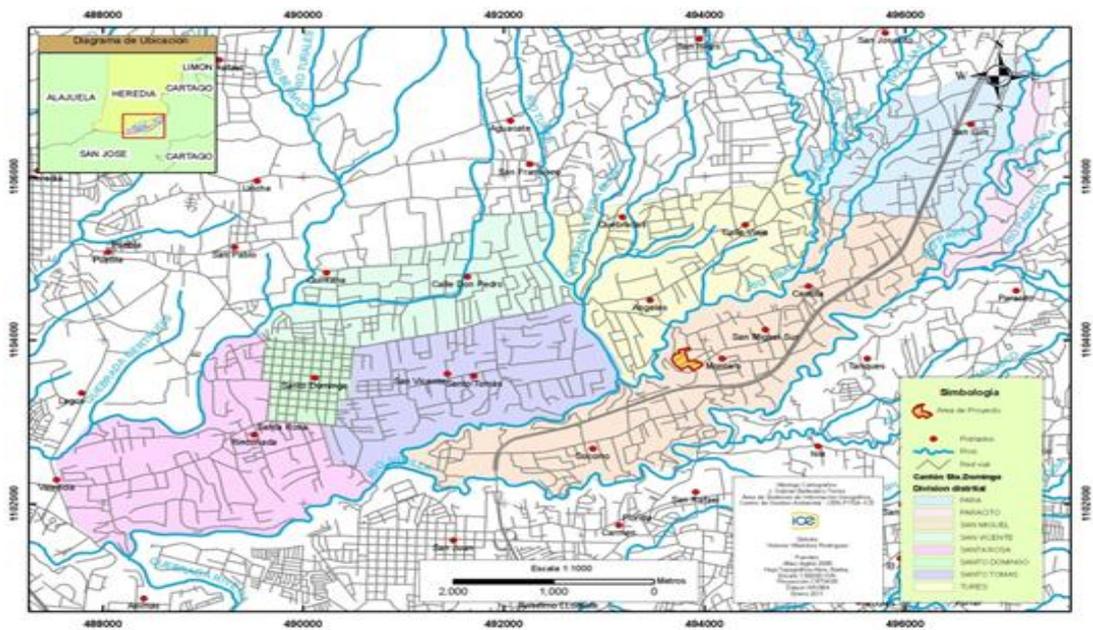


Figura 1. Ubicación cartográfica del proyecto CENCE, cantón Santo Domingo, distrito San Miguel. (Fuente: ICE, 2010)

El terreno donde se desarrolla el proyecto está rodeado de una serie de poblados y vías de comunicación que tienen influencia directa e indirecta para beneficio del proyecto y que actualmente se encuentran en procesos de desarrollo, como se pueden notar en la Figura 2.

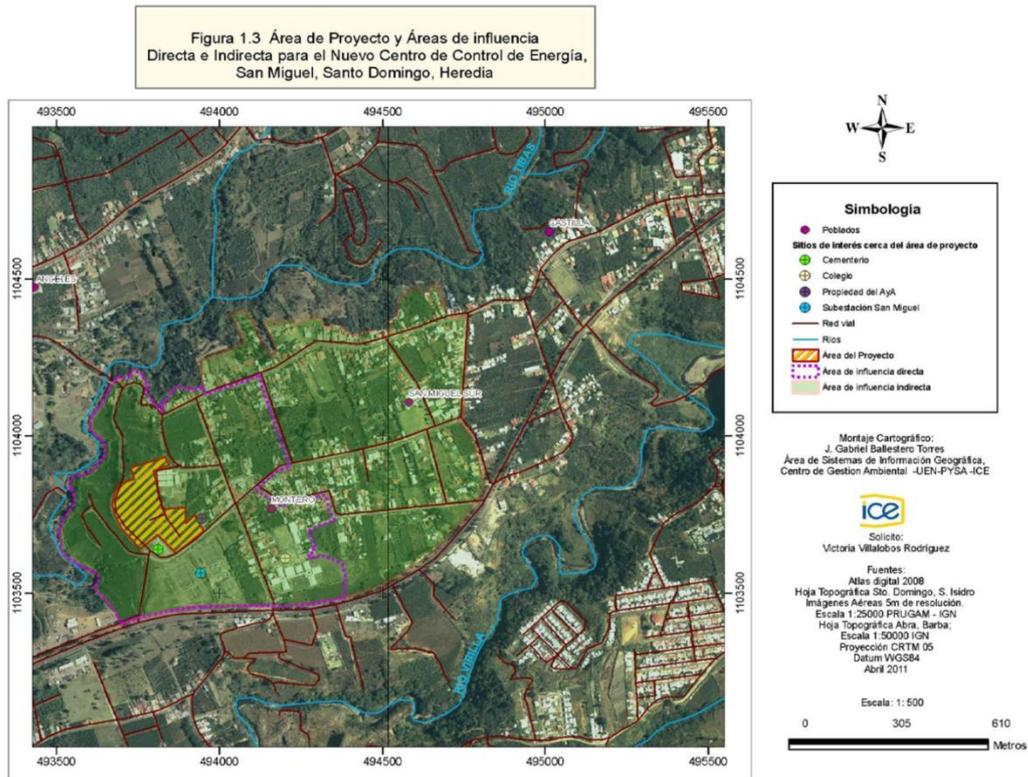


Figura 2. Áreas de proyecto y áreas de influencia directa e indirecta para el nuevo Centro Nacional de Control de Energía, San Miguel Santo Domingo de Heredia. (Fuente: ICE, 2010).

La finca fue adquirida en dos secciones, la primera llamada Cornelia 1, destinada a la construcción del edificio y la otra Cornelia 2 (ver plano en Figura 3), cuyo fin será utilizarla como límite perimetral de seguridad, destinada al área de protección forestal, donde se implementará éste proyecto.

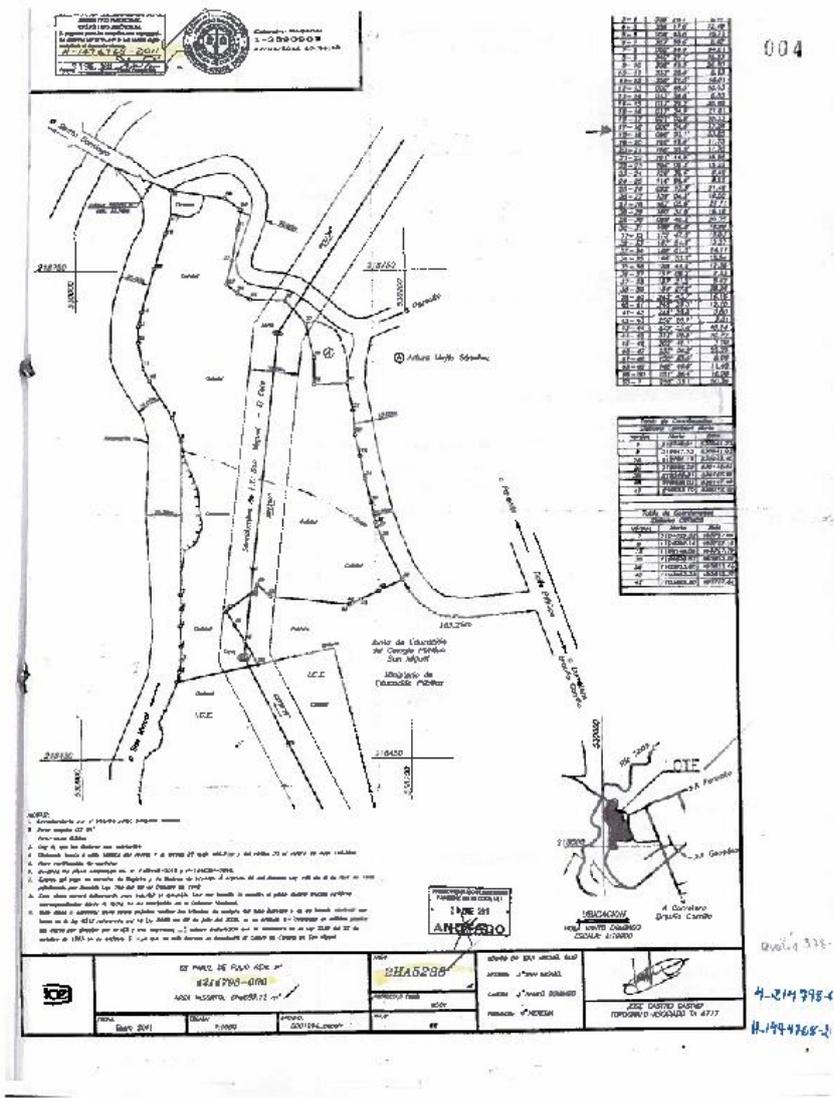


Figura 3. Geometría plano Catastrado del terreno *Cornelia 2*, área de protección forestal proyecto nuevo CENACE. (Fuente: ICE, 2010).

La utilidad del terreno en los últimos años fue básicamente cultivos de café (*Coffea arabica*), y está afectado por una servidumbre en favor del ICE por el paso de líneas de alta tensión. El área destinada como servidumbre de la línea de transmisión debe mantenerse libre de edificaciones y solo se puede reforestar con especies de bajo porte.

El terreno colinda por el norte y oeste con la carretera pública que une San Miguel con Santo Domingo, además de otros terrenos igualmente cultivados de café en sus alrededores, por el sur se une a la misma calle pública, en el extremo sur oeste colinda con el cementerio de la localidad y por último al este colinda con el Colegio de la comunidad y un pequeño vecindario.

## **2.2. Aspectos relevantes del sitio de restauración ecológica**

### **2.2.1. Información general**

En el sitio donde se ubica la Sub-estación de San Miguel no se tienen datos meteorológicos registrados. Por lo tanto, se utilizó información obtenida en estaciones cercanas con condiciones climáticas semejantes. Para la precipitación se usaron los datos de la estación pluviométrica 84-122 San Luis de Santo Domingo de Heredia, ubicada sobre la calle que comunica a San Luis con Santa Elena, a unos 4 kilómetros de la sub-estación de San Miguel y con condiciones similares. Para los datos de temperatura se utilizó los registros de la estación tipo B ubicada en los planteles del ICE en Colima de Tibás, con una elevación 100 metros menor que la sub-estación de San Miguel, pero es la más cercana con registros de temperatura.

### **2.2.2. Estudio Biológico**

Se utilizó la clasificación de Zonas de Vida, según especificaciones de (Bolaños y Watson, 1993), también, se describió ampliamente las características que presenta la finca respecto al medio ambiente y sus alrededores para un futuro manejo forestal, para tal efecto se hizo uso del documento D1 presentado ante la Secretaria Técnica Nacional (SETENA) en el año 2009, así como de la interpretación del sitio respecto a sus especies, condiciones climáticas, tipos de suelos, entre otros.

### **2.2.3. Tipo de Suelo**

Se realizaron pruebas de suelos representativas del lugar según especificaciones técnicas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Por lo que se recolecto dos muestras de suelo por hectárea, las más representativas y distribuidas en toda la finca. Por cada muestra en una hectárea, se recolectó diez submuestras de manera homogénea que abarquen el terreno en su mayoría. Cada submuestra está compuesta por dos recolecciones, la primera a 30 cm y la otra a 60 cm de profundidad en el mismo hueco. Las mismas se realizaron con la ayuda de un barreno manual de un metro de alto y 20 cm de diámetro. Las muestras se identificaron correctamente y se llevaron al laboratorio, lo más frescas posibles.

Dentro de las características que se solicitaron fue retención de humedad, acidez, contenidos de calcio, magnesio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre, así como porcentajes de materia orgánica y nitrógeno.

#### **2.2.4. Identificación de especies de flora y fauna**

Para la identificación de especies de árboles se realizaron observaciones en el sitio y alrededores. Se utilizó la experiencia en identificación, guía dendrológica costarricense (Sánchez, Poveda, Arnason, 2014), consulta a profesionales forestales y búsquedas en bases de datos de internet, entre ellas la página de Mundo Forestal y Especies de Costa Rica.

En cuanto a las especies desconocidas, se recolectó información de las características generales de la planta, como presencia o ausencia de savia, su coloración, posición de hojas, entre otros. Se recogió muestras frescas de hojas para su posterior identificación en el Museo Nacional.

Por su parte para la identificación de aves, tanto en el terreno como en sus cercanías, se hizo uso de las guías de campo y claves para Costa Rica (Stiles y Skutch, 1989), binoculares marca Minox Binoculares BV 10x42 BR, cámara Digital-SLR Canon EOS-350D y consulta a profesionales.

#### **2.3. Sitio de comparación e integración ecológica**

El sitio modelo que se utilizó pertenece a la Finca Demostrativa de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A, ubicado en Dulce Nombre de Coronado, coordenadas geográficas (9° 59' N, 84°00' W), la cual actualmente es utilizada como conservación de sus alrededores, capacitación ambiental, reproducción de especies forestales para reforestación e investigación de diversos índices para profesionales en la parte ambiental. Lo que garantiza mantener un parámetro de comparación de las especies de estos sitios por largos periodos.

Según reportes del Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2014), la estación más cercana al sitio modelo es la estación de Rancho Redondo, de la cual se puede hacer un resumen de los datos que se necesitan para el proyecto, entre ellos: Temperatura media anual 17°C, precipitación media anual 1780 mm, elevación 1325 m.s.n.m.

Para los atributos ecológicos claves que se definieron para el estudio y así poder relacionar el tamaño, la condición y el contexto paisajístico que se mencionan anteriormente, se contemplan siguiendo la metodología de (Parrish et al. 2003), las cuales se muestran en el Cuadro 1.

El índice del atributo densidad se definió como el número de árboles por hectárea (ha). En cuanto al área basal (G/ha), este se definió como el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio que ocupan en un área determinada, donde  $G = (\pi/4) \cdot (d/100)^2$ , siendo d = diámetro (cm) a la altura del pecho (1,3 m de alto en cada fuste, para los árboles evaluados). La riqueza forestal y riqueza biológica se definió como el número de especies forestales y de fauna (específicamente aves) por ha, respectivamente.

Cuadro 1. Atributos ecológicos clave utilizados en la evaluación de la integridad ecológica

| Categoría             | Atributo Ecológico Clave       | Interpretación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tamaño                | Densidad                       | Este valor indica el número de árboles que están presentes en un área determinada, por lo que se considera que una densidad alta refleja suelos altamente productivos para las especies forestales halladas en la zona, mientras que una densidad baja refleja lo opuesto.                                                       |
| Condición             | Área basal                     | Este valor indica el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio que están ocupando para desarrollarse, a mayor área basal se deduce una mayor cobertura de la zona por parte de las especies forestales, independientemente del diámetro que éstos posean, lo cual indica una mejor integridad ecológica. |
|                       | Riqueza forestal               | Este valor indica la cantidad de especies forestales que pueden subsistir en el área en estudio, entre mayor sea el número de especies mayor riqueza existe en el bosque y por lo tanto mayor interacción entre las mismas.                                                                                                      |
|                       | Riqueza biológica              | Este valor indica la cantidad de especies de fauna (enfocado en aves) que frecuentan el área en estudio en distintos periodos del año. Entre mayor sea el número de especies mayor riqueza biológica existe en el bosque y por lo tanto mayor posibilidad de enriquecer el ecosistema.                                           |
| Contexto Paisajístico | Altura promedio de los árboles | Este valor indica la altura promedio del crecimiento del bosque, una mayor altura beneficia la presencia de fauna y su respectiva producción de frutos de las distintas especies.                                                                                                                                                |
|                       | Régimen de precipitación       | Este valor indica el promedio anual de precipitación necesario para el desarrollo y adaptación de las especies en el campo. A mayor precipitación (dentro de los rangos normales del área), mayor humedad, lo cual favorece al ecosistema, y por ende a la restauración ecológica.                                               |

Para poder determinar los valores de los indicadores, se realizaron giras de campo, y se emplearon los mismos procedimientos utilizados en la identificación de especies. Fueron seleccionadas tres parcelas representativas de forma aleatoria, con el fin de efectuar un muestreo sistemático. Cada parcela es de forma cuadrada con dimensiones de 15m x15m, para un total de 675 m<sup>2</sup>, que representa un 6.75% del muestreo.

En las parcelas se hizo una recolección de datos con DAP mayores de 10 cm, medidos a una altura de 1,30 m (para el cálculo del área basal). También se recolectó información de latizales para árboles cuyos diámetros eran de 5 cm a 9.9 cm, a la misma altura de 1,30 m, en subparcelas de 5 m x 5m, en este caso se muestreó un 0.75% y por último brinzales, para árboles pequeños cuya altura va de 0.3 m a 1.5 m. En este caso se muestreó otra subparcela de 1.5 m x 1.5 m, es decir 0.0675% del total del área analizada. Los latizales y brinzales se tomaron en cuenta, con el fin de conocer la cantidad de especies presentes en las parcelas y así poder determinar la densidad y la riqueza forestal que se tiene para un futuro.

Para la riqueza biológica, aves en este caso. Se tomó información de un estudio reciente en la Finca Demostrativa (sitio modelo) en el 2014, López Zavala (2014).

Para el contexto paisajístico o conectividad, se utilizó como indicador el cálculo de las alturas de los árboles, tomando en consideración únicamente los datos de las especies con diámetros mayores de 10 cm, principalmente por ser los árboles más representativos para obtener este valor. Se selecciono el criterio de la altura de los árboles por su importancia en la escogencia de sitios de anidación y de descanso por parte de algunas especies de gran importancia para la fauna, como los rapaces.

Por otra parte, la precipitación es un indicador muy importante en la integración ecológica, contribuye a humedecer los suelos, facilita la fotosíntesis, propicia la floración de las especies y por ende la generación de frutos.

Las principales variables que se tomaron en cuenta para la parte forestal fueron: especie, diámetro a 1,30m de altura y altura total de las especies presentes en cada parcela y subparcela respectivamente, para la medida del diámetro se usó una cinta diamétrica 122450, marca BEN MEADOWS, con cubierta de fibra de vidrio, 16mm de ancho, Cinta 5m/160cm, con botón.

El análisis de cada uno de los indicadores permitió la evaluación del estado de la integridad ecológica del objeto de conservación (Parrish et al. 2003). De esta manera, cada uno de los indicadores recibió una calificación de estado. Posteriormente, se procedió a calcular un promedio simple de las calificaciones obtenidas. Este promedio constituyó el valor final que permitió evaluar la integridad ecológica del objeto de conservación, y el cual se interpretó con los datos que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Calificación de indicadores (Tomado de Herrera et al. 2004)

| Calificación | Valor       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy bueno    | $\geq 3,75$ | El indicador se encuentra en un estado ecológicamente deseable, requiriéndose poca intervención humana para el mantenimiento de los rangos naturales de variación.                                                                                                        |
| Bueno        | 3,0–3,74    | El indicador se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, aunque puede requerirse alguna intervención para su mantenimiento.                                                                                                                                   |
| Regular      | 1,75–2,99   | El indicador se encuentra fuera del rango de variación aceptable y requiere intervención humana para su mantenimiento. Si no se da seguimiento, el objeto de conservación será vulnerable a una degradación severa.                                                       |
| Pobre        | $< 1,75$    | Si se permite que el indicador se mantenga en esta categoría en el largo plazo hará la restauración o prevención de desaparición del objeto de conservación prácticamente imposible (Ej., complicado, costoso y con poca certeza para revertir el proceso de alteración). |

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Aspectos relevantes del sitio de interés:

##### 3.1.1. Precipitación.

La distribución temporal de la precipitación es propia de la vertiente del Pacífico, con una cierta influencia de la región del Caribe por su proximidad a la divisoria continental y el ingreso del flujo húmedo por la depresión de la Palma; la estación lluviosa se extiende de **mayo a noviembre**, con una disminución en los meses de **julio y agosto** por el “veranillo” o “canícula”, en diciembre y enero los totales mensuales promedio de precipitación son superiores a los 100 mm y el mínimo mensual promedio de precipitación se registra en marzo con 46.8 mm. Sin embargo,

se tienen registros mínimos mensuales de 7.2 mm en marzo de 2000 y de 6.8 mm en febrero de 1995.

En el Cuadro 3 se muestran los valores promedios mensuales y el anual de precipitación en milímetros de la estación San Luis, los cuales serán tomados como base para el desarrollo del trabajo.

Cuadro 3. Precipitación media mensual y anual en milímetros en San Luis de Santo Domingo de Heredia.

| <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEP</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> | <b>ANUAL</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 102,7      | 66,1       | 46,8       | 100        | 277,6      | 293,6      | 205,2      | 228        | 329,6      | 337,4      | 264,1      | 114,9      | 2291         |

Fuente: ICE, 2010.

### **3.1.2. Temperatura**

Los valores de temperatura promedio mensual y anual en la estación 84-130 Colima abarcan el período desde julio de 2003 a diciembre de 2009, se muestran en el Cuadro 4, siendo el periodo de abril a julio los que presentan el mayor promedio, que es muy representativo para el total anual en 20.4°C.

Cuadro 4. Temperatura media mensual y anual en Colima de Tibás.

| <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEP</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> | <b>ANUAL</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 19,3       | 19,5       | 20,2       | 21,2       | 20,9       | 20,9       | 20,9       | 20,8       | 20,7       | 20,4       | 20         | 19,8       | <b>20,4</b>  |

Fuente: ICE, 2010.

Los valores de temperatura máxima y mínima en promedios mensuales y anuales en la misma estación Colima de Tibás para dicho período, se muestran en los Cuadros 5 y 6. En los cuales setiembre reporta el promedio más alto en 25.8°C, siendo el mes más caliente para este periodo y un valor anual de 24.8°C (cuadro 5.). Y El mes con temperaturas más bajas fue febrero con un promedio mensual de 16.5°C y una temperatura anual de 17.8°C.

Cuadro 5. Temperatura máxima promedio mensual y anual en Colima de Tibás.

| <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEP</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> | <b>ANUAL</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 23,0       | 23,8       | 25,4       | 25,5       | 25,5       | 25,7       | 25,2       | 25,4       | 25,8       | 24,6       | 23,8       | 23,6       | 24,8         |

Fuente: ICE, 2010.

Cuadro 6. Temperatura mínima promedio mensual y anual en Colima de Tibás.

| ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 16,9 | 16,5 | 17,2 | 18,3 | 18,5 | 18,3 | 18,4 | 18,3 | 17,9 | 17,8 | 17,6 | 17,4 | 17,8  |

Fuente: ICE, 2010.

### **3.1.3. Comportamiento del viento.**

En la Sub-estación de San Miguel no se tiene información del comportamiento del viento. A nivel de todo el país se conoce que el flujo dominante son los vientos alisios que soplan desde el noreste, estos se aceleran durante los meses de la estación seca (diciembre a abril) y en los “veranillos” entre julio-agosto. La cordillera montañosa que recorre el país con dirección noroeste-sureste es una formidable barrera perpendicular al flujo de vientos dominantes. Lo anterior origina que los vientos se aceleran al pasar por las depresiones o pasos montañosos; en el caso específico del sitio de interés por su proximidad al paso de la Palma o Bajo de la Hondura, se ve afectado directamente en el comportamiento de la velocidad de los vientos durante los meses de diciembre a abril y en el período julio - agosto.

## **3.2. Estudio Biológico**

### **3.2.1. Descripción del medio ambiente**

Las condiciones ambientales corresponden a una zona rural, de actividad agrícola que ha sufrido un proceso de urbanización reciente. Por sus condiciones climáticas, posee una temperatura promedio de 20,4°C y una altitud que ronda los 1200 m.s.n.m con una precipitación de 2291mm en promedio anual según reportes, por lo que se ubica en la zona de vida del Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (Bolaños et al. 1993), cual la identifica como una zona apta para el asentamiento humano. La vegetación natural inalterada del bosque muy húmedo Premontano se caracteriza por ser de mediana altura, aproximadamente entre 30 y 40 metros de altura; densidad media; de dos o tres estratos y es siempreverde, con algunas especies deciduas durante la estación seca, por lo general se presenta una cantidad moderada o abundante de epífitas.

Esos sistemas naturales en los últimos años han sido modificado en gran parte por las plantaciones de café, como fuentes de negocio en ese sector en casi todo el

Valle Central, sin embargo, en aquellos que han sido abandonados o descuidados, la vegetación menor ha iniciado el proceso de sucesión, invadiendo los carriles entre las plantas de café; caso específico que se está dando en el área a restaurar. Herbáceas como el muriseco (*Bidens pilosa*), escobilla (*Sida rhombifolia*), enredaderas (*Ipomoea purpurea*), algunas compuestas (*Emilia sonchifolia*), la Santa Lucía (*Ageratum conyzoides*) son muy comunes entre el cafetal, además del crecimiento de especies forestales de rápido crecimiento las cuales se mencionan posteriormente.

### 3.2.2. Características del suelo

Cuadro 7. Resultados de análisis de suelos de dos pruebas (P1 y P2), realizadas en el área de Restauración Ecológica San Miguel, Santo Domingo de Heredia, noviembre 2014, INTA Costa Rica.

| RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |              |             |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|----------|--------|-------------|--|------|------|----|--|------|------|----|-----------------|-------------|--------------|--|
| Laboratorio de Suelos<br>Tel-Fax: 2278-0514; e-mail: labsuelos@inta.go.cr                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |              |             |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| <br><small>Instituto Nacional de Innovación y<br/>Transferencia en Tecnología Agropecuaria</small>                                                                                                                                                                          |             |              |             |            |            |  |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| Identificación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | cmol(+)/L   |              |             |            |            | mg/L                                                                                |            |             |             |             | Descripción |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| # LAB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | pH          | Acidez       | Ca          | Mg         | K          | P                                                                                   | Zn         | Mn          | Cu          | Fe          |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| 3091                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5,0         | 0,25         | 4,2         | 1,2        | 0,47       | 6                                                                                   | 1,6        | 63          | 13          | 59          | P1          |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| 3092                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5,5         | 0,45         | 5,1         | 1,2        | 0,52       | 7                                                                                   | 1,3        | 22          | 13          | 44          | P2          |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| <b>Promedio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>5,3</b>  | <b>0,4</b>   | <b>4,7</b>  | <b>1,2</b> | <b>0,5</b> | <b>6,5</b>                                                                          | <b>1,5</b> | <b>42,5</b> | <b>13,0</b> | <b>51,5</b> |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>%<br/>M.o</th> <th>%<br/>N</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2,71</td> <td>0,14</td> <td>P1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,53</td> <td>0,11</td> <td>P2</td> </tr> <tr> <td><b>Promedio</b></td> <td><b>2,12</b></td> <td><b>0,125</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |             |              |             |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  | %<br>M.o | %<br>N | Descripción |  | 2,71 | 0,14 | P1 |  | 1,53 | 0,11 | P2 | <b>Promedio</b> | <b>2,12</b> | <b>0,125</b> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | %<br>M.o    | %<br>N       | Descripción |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2,71        | 0,14         | P1          |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,53        | 0,11         | P2          |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |
| <b>Promedio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2,12</b> | <b>0,125</b> |             |            |            |                                                                                     |            |             |             |             |             |  |          |        |             |  |      |      |    |  |      |      |    |                 |             |              |  |

De los resultados anteriores se tiene una referencia de comparación con datos reales de interpretación como se muestran en el siguiente Cuadro 8, los cuales permiten definir las necesidades de un suelo en relación al cultivo por desarrollar, en este caso plantación de especies forestales.

Cuadro 8. Interpretación de resultados de análisis de suelos (Molina y Meléndez, 2002).

| Variables             |        | Bajo  | Medio   | Óptimo  | Alto      |
|-----------------------|--------|-------|---------|---------|-----------|
| ph                    | cmol/L | <5,5  | 1-3     | 6-7     | >7        |
| Ca                    |        | <4    | 1-3     | 6-15    | >15       |
| Mg                    |        | <1    | 1-3     | 3-6     | >6        |
| K                     |        | <0,2  | 0,2-0,5 | 0,5-0,8 | >0,8      |
| Acidez                |        |       |         | 0,3-1   | <0,3      |
| Sat.Al                | %      |       | 10-30   | <10     | >30       |
| P                     | mg/L   | <10   | 10-20   | 1-8     | >50       |
| Fe                    |        | <10   | 10-20   | 1-9     | >50       |
| Cu                    |        | <0,5  | 0,5-1   | 1-10    | >20       |
| Zn                    |        | <2    | 2-3     | 1-11    | >10       |
| Mn                    |        | <5    | 5-10    | 1-12    | >50       |
| B                     |        | <0,2  | 0,2-0,5 | 1-13    | >1        |
| S                     |        | <12   | 12-20   | 1-14    | >50       |
| MO                    |        | %     | <2      | 2-5     | 1-15      |
| RELACIONES CATIONICAS |        | Ca/Mg | Ca/K    | Mg/K    | (Ca+Mg)/K |
|                       |        | 2,5   | 5-25    | 2,5-15  | 10-40     |

(pH en agua.; Ca, Mg y acidez o Al extraíbles con KCl 1M.; P, K, Fe, Cu, Zn y Mn extraíbles con Olsen Modificado.; B y S extraíbles con Fosfato de Calcio.; Materia orgánica (MO) con digestión húmeda)

El pH del suelo está directamente relacionado con el % de saturación de acidez, ya que el aluminio (Al) intercambiable precipita cuando el pH es superior a 5.5. Cuando el pH está por debajo de ese valor, la solubilidad del Al se incrementa, al igual que el riesgo de causar toxicidad a las raíces. Un suelo con pH inferior a 5 se considera muy ácido, y el pH óptimo para la mayoría de los cultivos debería estar entre 6 y 7, aunque muchos cultivos de origen tropical pueden crecer bien con un pH de 5,5 a 6 (Kass, 1998). En el caso específico de las pruebas realizadas del Cuadro 7, en promedio se tiene un pH de 5.3, por lo que se recomienda encalar al menos dos veces en el primer año para llegar a los niveles óptimos, la primera encalada debe hacerse 15 días posterior a la siembra y la otra cuatro meses después antes del inicio de las lluvias. En el segundo año se hace una sola encalada a mediados del mismo, para permitir que el crecimiento de las plantas sea mejor.

Según Bertsch (1986), La acidez intercambiable corresponde a Al y el H intercambiables y en la solución del suelo, que son los que pueden perjudicar el crecimiento de las plantas. Cuando el valor de acidez intercambiable es mayor de 0,5 cmol(+)/l, algunas plantas pueden presentar problemas moderados de crecimiento, y un contenido mayor a 1 cmol(+)/l se considera muy alto. El valor

óptimo de acidez intercambiable debería ser inferior a 0,3 cmol(+)/l. Para el área de Restauración se reporta 0.4 cmol(+)/l, lo que indica que la acidez intercambiable se encuentra en el rango medio y por ende óptimo para el desarrollo del cultivo, sin embargo, con el encalado se irá a mantener e incluso a mejorar para bien del crecimiento de las plantas.

Con respecto a los demás elementos indispensables para las especies a incorporar, se tiene el Ca y Mg en términos medio, K, Mn y Cu están dentro de los requerimientos óptimos. P y Zn se encuentran en cantidades muy bajas, mientras que el Fe tienen valores muy altos por lo que se tienen que tomar en consideración a la hora de incorporar los abonos agroindustriales, para que estos puedan sustituir la deficiencias y no contribuir con los excesos de los otros.

La materia orgánica es el residuo de plantas y animales incorporados al suelo, y se expresa en %. El contenido de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes (Kass, 1998). La materia orgánica mejora muchas propiedades químicas, físicas y microbiológicas que favorecen el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5%. El promedio de materia orgánica del suelo analizado es de 2.12%, por lo que es necesario incorporar abonos orgánicos de diversas índoles, preferible residuos de café de las industrias más cercanas.

### **3.3. Identificación de especies**

Las divisiones de los antiguos cafetales se encuentran arboladas con una combinación de especies maderables, frutales y comestibles que eran utilizadas como sombra en el cafetal y otras que han aparecido por el abandono en los terrenos, entre ellas: el madero negro (*Gliricidia sepium*), poró (*Erythrina costaricensis*), güitite (*Acnistus arborescens*), guayabo (*Psidium guajaba*), jocote (*Spondias purpurea*), flor de itabo (*Yucca guatemalensis*), los aguacatillos (*Persea caerulea*), aguacates (*Persea americana*), guarumo (*Cecropia insignis*), guaba (*Inga densiflora*) sauces (*Salix humboldtiana*), targuá (*Croton draco*), muñeco (*Cordia eriostigma*), níspero (*Eriobotrya japonica*) e higuérón (*Ficus sp.*), entre otras. En el Cuadro 9 se presenta la lista del total de especies identificadas.

Cuadro 9. Lista de especies de árboles identificadas en el área de protección forestal del nuevo CENCE, San Miguel de Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, 2014.

| FAMILIA              | NOMBRE CIENTÍFICO                 | NOMBRE COMÚN        | NATIVO/EXÓTICO | CANTIDAD |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|----------|
| Agavaceae            | <i>Yucca guatemalensis</i>        | Itabo               | N              | 50       |
| Anacardiaceae        | <i>Spondias purpurea</i>          | Jocote              | N              | 28       |
| Anacardiaceae        | <i>Mauria heterophylla</i>        | Cirrí               | N              | 9        |
| Boraginaceae         | <i>Cordia collococca</i>          | Muñeco              | N              | 7        |
| Cecropiaceae         | <i>Cecropia insignis</i>          | Guarumo             | N              | 8        |
| Euphorbiaceae        | <i>Sapium glandulosum</i>         | Yos                 | N              | 18       |
| Euphorbiaceae        | <i>Croton draco</i>               | Targúa              | N              | 12       |
| Lauraceae            | <i>Persea caerulea</i>            | Aguacatillo         | N              | 10       |
| Lauraceae            | <i>Persea americana</i>           | Aguacate            | N              | 32       |
| Fabaceae-Mimosoideae | <i>Inga densiflora</i>            | Guaba               | N              | 2        |
| Moraceae             | <i>Ficus sp.</i>                  | Higuerón            | N              | 1        |
| Myrtaceae            | <i>Psidium guajaba</i>            | Guayaba             | N              | 40       |
| Myrtaceae            | <i>Psidium güianensis</i>         | Guayaba             | N              | 18       |
| Papilionaceae        | <i>Gliricidia sepium</i>          | Madero negro        | N              | 6        |
| Papilionaceae        | <i>Erythrina costaricensis</i>    | Poró                | N              | 4        |
| Rosaceae             | <i>Eriobotrya japonica</i>        | Nispero             | E              | 3        |
| Salicaceae           | <i>Salix humboldtiana</i>         | Sauce               | E              | 5        |
| Solanaceae           | <i>Acnistus arborescens</i>       | Güitite             | N              | 48       |
| Fabaceae-Mimosoideae | <i>Calliandra calothyrsus</i>     | Cabello de ángel    | N              | 3        |
| Meliaceae            | <i>Trichilia havanensis</i>       | Uruca               | N              | 6        |
| Asteraceae           | <i>Vernonia patens</i>            | Tuete               | N              | 80       |
| Solanaceae           | <i>Solanum umbellatum</i>         | Chicharrón de pobre | N              | 30       |
| Myrtaceae            | <i>Syzygium malaccence</i>        | Manzana de agua     | N              | 1        |
| Apocynaceae          | <i>Stemmadenia litoralis</i>      | Huevo de Caballo    | N              | 2        |
| Anacardiaceae        | <i>Mangifera indica</i>           | Mango               | N              | 1        |
| Bignoniaceae         | <i>Spathodea campanulata</i>      | Llama del bosque    | E              | 2        |
| Fabaceae-Mimosoideae | <i>Acaciella angustissima</i>     | Carboncillo         | N              | 41       |
| Lauraceae            | <i>Licaria triandra</i>           | Desconocido         | N              | 2        |
| Asteraceae           | <i>Critoniopsis triflosculosa</i> | Tubú negro          | N              | 1        |
| Solanaceae           | <i>Cestrum tomentosum</i>         | Zorrillo            | N              | 10       |
| Total                | 30 Especies                       |                     |                | 480      |

De un total de 30 especies encontradas en la finca, se contabilizaron 480 individuos, seis especies exóticas y el resto nativas, Tres especies en particular como lo son el Itabo (*Yucca guatemalensis*), los Tuetes (*Vernonia patens*) y el Carboncillo (*Acaciella angustissima*), representan la mayor presencia en el sitio. El Itabo por su parte favorece a la prevención de la erosión y por las características de su follaje, facilita la anidación de una diversidad de especies, por lo que esta se debe de manejar y reubicar en aquellos lugares que beneficie en mayor parte al proyecto. Los

Tuetes por lo general son considerados como plaga, por lo que se deben ir reemplazando por otras especies de mayor utilidad. El Carboncillo es utilizado para prevenir la erosión, sin embargo, se deben manejar para evitar la sobrepoblación de los mismos, principalmente por su rápido crecimiento.

Se encontraron una buena cantidad de jocotes y aguacates en la finca y por su ubicación, hace pensar que fueron plantados por alguna persona en particular, con la finalidad de la producción de frutos, lo cual es de suma importancia para lo que se quiere lograr. Las guayabas, güitite, entre otras especies se encuentran en una buena cantidad, de tamaños muy variados, por lo que se considera que este efecto ha sido influenciado por la actividad de la fauna y de la actividad natural del ecosistema. A pesar de ser un área de estudio muy pequeña, se nota una gran variedad de especies, lo que significa que existe un gran potencial en la zona para el desarrollo de las plantas que se vayan a incorporar.

Por otro lado en cuanto a la fauna, la presencia de las herbáceas, las pocas plantas de café y los cordones de árboles, ofrecen una diversidad de recursos alimenticios, sitios para anidar y sitios de refugio para las aves, en especial para las aves típicas de zonas abiertas o de sucesión en estado primario, por lo que es posible observar un buen número de especies de aves y en algunos casos, en forma muy abundante en ciertas épocas del año.

Las especies de aves más comunes son el comemaíz (*Zonotrichia capensis*), el yigüirro (*Turdus grayi*), el colibrí ermitaño (*Amazilia tzacatl*), el soterré (*Troglodytes aedon*), el pecho amarillo (*Tyrannus melancholicus*), la zacatera (*Saltator coerulescens*), la piapia café (*Cyanocorax morio*), las palomas (*Columba flavirostris*) y tortolitas (*Columbina inca*), (*Columbina passerina*). También son frecuentes las observaciones de pájaro carpintero (*Melanerpes hoffmannii*), los zopilotes (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*), el mochuelo común (*Glaucidium brasilianum*), el bobo chiso (*Piaya cayana*), las viuditas (*Traupis episcopus*) y el alcón blanco (*Elanus leucurus*). Otros visitantes estacionales como las especies migratorias que pasan por el área y pueden ser observadas en los meses de octubre a noviembre y entre marzo y abril, como las reinitas (*Vermivora peregrina*) (*Dendroica pinus*), los caciques (*Cacicus uropigialis* y *Rhamphocellus passerina*) y las chorchas (*Icterus albula*).

En la época seca y de producción de jocotes, parvadas de pericos (*Aratinga finschi*) rondan por el área y en ocasiones se posan para forrajear de los frutos disponibles en la finca. En el Cuadro 10 se tiene toda la lista de las especies identificadas en los distintos sectores de la finca.

Cuadro 10. Lista de especies de aves observadas en la finca y los alrededores del proyecto.

| N° | Familia       | Nombre científico              | Nombre común                     | Finca | Alrededores |
|----|---------------|--------------------------------|----------------------------------|-------|-------------|
| 1  | Accipitridae  | <i>Elanus leucurus</i>         | gavilán cola blanca              | X     | X           |
| 2  | Caprimulgidae | <i>Nyctidromus albicollis</i>  | cuyeo, tapacaminos               |       | X           |
| 3  | Cardinalidae  | <i>Saltator coerulescens</i>   | saltón grisáceo (zacatera)       | X     | X           |
| 4  | Cathartidae   | <i>Cathartes aura</i>          | zopilote, zonchiche              |       | X           |
| 5  | Cathartidae   | <i>Coragyps atratus</i>        | zopilote, zoncho                 | X     | X           |
| 6  | Columbidae    | <i>Columba flavirostris</i>    | paloma morada                    | X     | X           |
| 7  | Columbidae    | <i>Columbina inca</i>          | tortolita colilarga              | X     | X           |
| 8  | Columbidae    | <i>Columbina passerina</i>     | tortolita común                  | X     | X           |
| 9  | Columbidae    | <i>Leptotila verreauxi</i>     | paloma coliblanca                |       | X           |
| 10 | Corvidae      | <i>Cyanocorax morio</i>        | piapia parda                     | X     | X           |
| 11 | Cuculidae     | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | tijo                             |       | X           |
| 12 | Cuculidae     | <i>Piaya cayana</i>            | bobo chiso                       | X     | X           |
| 13 | Emberizidae   | <i>Zonotrichia capensis</i>    | comemaíz                         | X     | X           |
| 14 | Icteridae     | <i>Cacicus uropygialis</i>     | plío o cacique lomo escarlata    |       | X           |
| 15 | Icteridae     | <i>Icterus glabula</i>         | oriole o cacique                 | X     | X           |
| 16 | Icteridae     | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | zanate cola larga                | X     | X           |
| 17 | Momotidae     | <i>Momotus momota</i>          | bobo común                       |       | X           |
| 18 | Parulidae     | <i>Dendroica pinus</i>         | reinita de pinos                 | X     | X           |
| 19 | Parulidae     | <i>Mniotilta varia</i>         | reinita trepadora                |       | X           |
| 20 | Parulidae     | <i>Vermivora peregrina</i>     | reinita de Tennessee             | X     | X           |
| 21 | Picidae       | <i>Melanerpes hoffmanni</i>    | carpintero de Hoffmann           | X     | X           |
| 22 | Psittacidae   | <i>Aratinga finschi</i>        | cotorro, catano                  | X     | X           |
| 23 | Strigidae     | <i>Glaucidium brasilianum</i>  | mochuelo                         | X     | X           |
| 24 | Sylviidae     | <i>Polioptila plumbea</i>      | perlita tropical                 |       | X           |
| 25 | Thraupidae    | <i>Ramphocelus passerinii</i>  | sargento lomo escarlata          |       | X           |
| 26 | Thraupidae    | <i>Thraupis episcopus</i>      | viudita                          | X     | X           |
| 27 | Trochilidae   | <i>Amazilia tzacatl</i>        | colibri rufo, amazilia rufa      | X     | X           |
| 28 | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i>       | soterré común                    | X     | X           |
| 29 | Turdidae      | <i>Turdus grayi</i>            | yigüirro común                   | X     | X           |
| 30 | Tyrannidae    | <i>Pitangus sulphuratus</i>    | kiskadee mayor - pecho amarillo  | X     | X           |
| 31 | Tyrannidae    | <i>Tyrannus melancholicus</i>  | tirano tropical - pecho amarillo | X     | X           |

Fuente: ICE, 2010

### 3.4. Sitio modelo para la integridad ecológica

En el Anexo 2 se presenta un cuadro con el inventario de los árboles ubicados dentro de las tres parcelas analizadas en el sitio modelo, de ahí se obtuvo que en

675 m<sup>2</sup> están establecidos 177 árboles de distintos tamaños, ya que se tomó en cuenta la suma de los árboles mayores de diez centímetros, más los registrados como latizal y brinzal que son los que garantizan la permanencia del bosque en el futuro, por lo cual el número de árboles estimado para una hectárea en estas condiciones sería de 2622 individuos.

En el Anexo 3 se muestra el correspondiente cálculo de área basal por parcela, del sitio de muestreo. En el Cuadro 11 se muestra el resultado del área basal de cada una de las parcelas, además el cuadro indica la cantidad de árboles y especies consideradas para dicho cálculo. Por último se muestra el promedio de área basal esperado para una hectárea, considerando que el total del área de estudio es de 675 m<sup>2</sup>.

Cuadro 11. Resumen de las mediciones de árboles con diámetros, iguales o mayores a diez centímetros, en el sitio modelo Dulce Nombre de Coronado, 2014.

| Parcelas                 | Total de individuos | Total de especies | Área basal (G=m2/ha) |
|--------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| 1                        | 31                  | 12                | 0,68                 |
| 2                        | 27                  | 12                | 0,81                 |
| 3                        | 20                  | 10                | 0,79                 |
| Promedio de parcelas     | 26                  | 11                | 0,76                 |
| Promedio por ha esperado | 1156                | 504               | <b>34</b>            |

En el Anexo 5 se muestra el inventario del total de las especies forestales que se ubicaron en el sitio modelo, ahí se puede observar que la cantidad es de 34 especies presentes en las tres parcelas evaluadas.

Por otra parte, la fauna observada fueron principalmente aves (López Zavala, 2014), se identificó que la zona es visitada por al menos 54 especies de aves entre migratorias y estacionales (Anexo 6). Por lo que se considera que la composición de la comunidad en términos de diversidad biológica es de suma importancia para poder hacer una evaluación del estado del ecosistema en el plantel pero aún más importante, del estado ecológico de la finca.

En el Anexo 3 se muestra el cálculo de la altura promedio por parcela, en el Cuadro 12 se muestra el resumen de los datos obtenidos, así como el cálculo del promedio de la altura de las 3 parcelas en estudio.

Cuadro 12. Resultados promedio de las alturas de los árboles evaluados con diámetros arriba de diez centímetros.

| Parcelas             | Altura promedio (m) |
|----------------------|---------------------|
| 1                    | 7,74                |
| 2                    | 8,00                |
| 3                    | 8,80                |
| Promedio de parcelas | <b>8,18</b>         |

En el Cuadro 13 se muestra el resultado del análisis de integridad ecológica, como puede observarse las calificaciones varían de 2 a 4, y al calcular el promedio se obtiene como resultado un 3,3; por ende, según la interpretación brindada por Herrera et al. (2004), el obtener dicha calificación indica que la zona se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, aunque puede requerirse alguna intervención para su mantenimiento y/o mejorar las condiciones del ecosistema.

Cuadro 13. Parámetros de comparación para las variables analizadas.

| Objeto de Conservación | Atributo Ecológico Clave | Categoría             | Indicador                                            | Rango de variabilidad permisible |             |           |               | Valor       | Calificación Obtenida |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|-----------|---------------|-------------|-----------------------|
|                        |                          |                       |                                                      | Pobre (1)                        | Regular (2) | Bueno (3) | Muy Bueno (4) |             |                       |
| Ecosistema Urbano      | Densidad                 | Tamaño                | Número de árboles por ha.                            | <200                             | 201-500     | 501-2000  | >2001         | <b>2622</b> | 4                     |
|                        | Área basal               | Condición             | Área basal por ha.                                   | <20                              | 21-25       | 26-30     | >31           | <b>34</b>   | 4                     |
|                        | Riqueza forestal         |                       | Número de especies forestales en el sitio.           | <10                              | 11-20       | 21-40     | >40           | <b>33</b>   | 3                     |
|                        | Riqueza biológica        |                       | Cantidad de especies de aves que frecuentan el sitio | <10                              | 11-20       | 31-45     | >45           | <b>54</b>   | 4                     |
|                        | Altura de los árboles    | Contexto Paisajístico | Promedio de altura de los árboles.                   | <5                               | 6-10        | 11-20     | >20           | <b>8,18</b> | 2                     |
|                        | Régimen de precipitación |                       | Promedio anual de precipitación ambiental            | <900                             | 901-1100    | 1101-2400 | >2400         | <b>1780</b> | 3                     |
|                        |                          |                       |                                                      |                                  |             |           |               | Promedio    | <b>3,3</b>            |

Después de observar los resultados, podría deducirse que al tener el sitio modelo características muy similares a las de la zona de restauración, ésta última puede llegar a tener una integridad ecológica similar, o inclusive con mejores biotipos, así como una mayor diversidad de especies forestales y por lo tanto una mejor atracción de fauna.

### **3.5. Propuesta de restauración e infraestructura asociada**

Para efectos del trabajo se tiene la idea de incorporar un sistema de Restauración Ecológica, tomando en cuenta una serie de aspectos anteriormente mencionados y con ellos poder construir un ecosistema sostenible en el área del proyecto. Se sabe que en la finca destinada para el desarrollo de la actividad ecológica, era una finca de café descuidada y que en ella se dio un tipo de sucesión secundaria, afectada por la ganadería y la contaminación ambiental de los vecinos. Sin embargo, se encontraron algunas especies de importancia en el sitio, las cuales ayudarían a mejorar la idea del proyecto y que contribuyen a disminuir los costos del trabajo.

Seguidamente, se presenta el procedimiento para desarrollar el proyecto de la manera más eficiente posible y así alcanzar los objetivos propuestos y cumplir con los compromisos ambientales por parte del ICE ante SETENA.

#### **3.5.1. Pasos**

##### **Paso 1. Definir grupo de trabajo**

El desarrollo del proyecto de restauración incluye una serie de trabajos, antes, durante y posterior a la siembra, los cuales se deben definir, y se debe asegurar quien los puede realizar con base en un cronograma de actividades.

Por ser un proyecto del ICE lo más recomendable es que se efectúen con personal de la misma entidad específicamente la Dirección de Bienes Inmuebles (DBI), con personal del vivero Cachí, ya que son los que tienen mayor disposición de colaborar en el proyecto y los que tienen conocimiento de lo que se quiere hacer. La coordinación se debe hacer con los directores o encargados de este departamento para asegurar una mayor responsabilidad y seriedad en la ejecución de las obras, además se debe firmar un contrato de compromiso con el desarrollo del proyecto en general.

El trámite inicial por parte del CENCE, lo debe realizar el Regente Ambiental en coordinación de un profesional en la parte Forestal que le garantice la fluidez del proyecto, además de contribuir con mejores ideas de los trabajos propios en la finca.

Entre algunas de las actividades por mencionar las más importantes están: limpieza del terreno, corta de árboles de café, corta de árboles dañados, facilitar las especies forestales, Plantar las especies, construir un sendero, entre otras.

El costo de la obras se debe definir con los directores de proyectos, en este caso la dirección del CENCE y la dirección del DBI, para establecer fondos a este tipo de obras.

## **Paso 2. Selección de especies forestales**

De acuerdo a las características generales que presenta el sitio a restaurar (zona de vida, altitud, precipitación, temperatura, tipos de suelos, etc.), y en vista a la disponibilidad arbórea y de fauna de la finca, se generó una lista de las especies forestales a utilizar en el proyecto, las mismas se presentan en el Anexo 5.

Se debe coordinar con el personal de Cachí, para la recolección de frutos y semillas de esas especies en distintos sectores del país, seis meses antes de la fecha prevista de establecimiento en el campo. Con el fin de que ellos puedan procesarlas y tenerlas con un tamaño aproximado de 40 cm o más de alto, para plantar en las mejores épocas del año.

Las mismas deben cumplir con las necesidades y características del lugar, entre ellas alimento para aves, control de erosión, embellecimiento del sitio y que permitan incorporar un mejor saneamiento del ambiente.

Por otra parte, dos viveros que pueden proporcionar plantas para el proyecto son el Instituto Tecnológico de Costa Rica (I.T.C.R), ubicado en Cartago y el vivero de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), ubicado en Dulce Nombre de Coronado, esto en el caso que se dificulte conseguir alguna especie en específico, por parte del personal de Cachí.

De igual manera que el costo de la mano de obra, el costo de las plantas se debe definir con la dirección del DBI. Aunque el vivero de Cachí en su mayoría sea el que brinde los árboles, estos tienen un valor muy alto. Para efectos de referencia el valor promedio de un árbol pequeño a unos 40 cm de alto, esta en ¢3 000, ese valor para los 500 que se requieren en el proyecto, para un total de ¢1 500 000.

### **Paso 3. Establecimiento de las especies en el campo**

Se debe hacer una limpieza previa del terreno, para dejarlo listo para la hora de plantar las especies.

Realizar una adecuada distribución de las plantas en el sitio de trabajo, para maximizar el uso del terreno, antes de que estas lleguen al campo. Marcar con estacas y hacer los huecos respectivos donde se ubicaran los árboles, considerando las especificaciones técnicas de la línea de transmisión eléctrica, conforme a la restricción de siembra bajo el tendido eléctrico, además de las restricciones de siembra a orillas de carretera.

Las estacas se deben marcar con pintura de color naranja o azul para facilitar su visualización. Bajo la línea de transmisión se debe dejar una franja de 30 metros a lo largo del carril entre torres. para ello las plantas que se ubiquen en este sitio tienen que ser especies de porte pequeño, especialmente arbustos que alcancen un máximo de 3 metros de altura, para evitar que las ramas toquen los cables y así disminuir costos en los procesos de mantenimiento.

Se debe plantar en los meses de abril y mayo del 2015, principalmente porque es el momento en que inician las lluvias en este sector de San Miguel y en el que los árboles tienen una mayor ventaja de crecimiento.

La cantidad de plantas por utilizar en relación al espacio y topografía del terreno es de 500, esta cantidad se distribuye por especie, según la disponibilidad en los viveros.

### **Paso 4. Mantenimiento de la finca**

Una vez que los árboles se establecen en la finca, se le debe dar mantenimiento, tanto de las áreas verdes como de los árboles en sí, entre ellos: chapia, rodajas, podas, fertilización, etc. Dichos trabajos al menos durante los dos primeros años debe ser más continuo para asegurar el éxito del crecimiento de los mismos. Para ello formular un cronograma con las especificaciones claras de las actividades por realizar.

## **Paso 5. Elaboración de senderos**

Para establecer los senderos se requiere marcar con unas estacas todo el desplazamiento, considerando las pendientes del sitio. Los trabajos iniciales para construir este sendero se deben hacer de forma manual, utilizando para ello palas, palines, carretillos u otros materiales necesarios para su fabricación, además, de la colaboración de personal de la DBI, los cuales serán útiles para darle la forma requerida al sendero. El mismo debe ser apropiado para el desplazamiento de las personas que lo visiten.

Las dimensiones correspondientes al sendero serán de 1m de ancho, 10 cm de espesor de arena fina y 10 cm de piedra cuarta, en un recorrido de 800m en el interior de la zona de protección y se usara madera como formaleta para darle soporte al sendero en todo el recorrido.

Dicha materia prima se debe comprar para el año 2017 cuando los trabajos del edificio principal estén en sus etapas finales, por tal motivo se debe dejar previsto el recorrido del mismo. Para ello se requiere de las siguientes cantidades de materia prima con sus respectivos costos:

Costos del sendero:

Volumen (m<sup>3</sup>)= Largo X Ancho X Espesor

$$V= 800 \times 1 \times 0.1$$

$$V= 80 \text{m}^3 \text{ Arena}$$

$$V= 80 \text{m}^3 \text{ Piedra } \frac{1}{4}$$

Capacidad de una vagoneta por viaje= 12m<sup>3</sup>

Cantidad de vagonetas necesarias= 80/12= 6.66

Es decir: 7 de arena y 7 de piedra  $\frac{1}{4}$  en valores exactos.

Costo promedio de 12m<sup>3</sup> de arena= ¢120 000 (Año 2014).

Costo promedio de 12m<sup>3</sup> de piedra  $\frac{1}{4}$ = ¢140 000 (Año 2014).

Costo: 7x120000= ¢840 000 de arena

7x140000= ¢980 000 de piedra ¼

Costo total: ¢1 820 000

La madera, se obtendrá sin costo de otros proyectos del ICE, en el momento que se requieran, para ello coordinar con el Señor Rafael Ugalde, director del proyecto CENCE, para su solicitud cuando sea requerida.

El costo de la mano de obra para la elaboración del sendero específicamente, se debe incluir a la hora de la selección del personal que ejecute las obras totales, en este caso el DBI.

### **Paso 6. Elaboración de una compostera**

El nuevo CENCE contará con una cantidad aproximada de 200 funcionarios como mínimo diariamente. En él se brindará un servicio de restaurante para todos los turnos de comida y café respectivamente, por lo que se considera que va a existir una gran cantidad de desechos alimenticios todos los días, por tal motivo se hace indispensable pensar en un procedimiento para tratar esos desperdicios adecuadamente y así poder reutilizarlos para producir un tipo de abono orgánico. La institución cuenta con un sistema de manejo de desecho de comida en el Proyecto Hidroeléctrico Reventazón ubicado en Siquirres en la provincia de Limón, sin embargo, este proyecto es en gran escala con unos 4 200 empleados diarios, por lo que se debe incorporar un sistema similar, pero que sea adecuado para el personal del Centro de Control.

La compostera debe tener una o dos persona encargadas del procedimiento de manejo de desechos. La misma debe estar capacitada con todo el proceso, tanto para la elaboración del abono, como para las medidas de seguridad de ellos y de los visitantes. Para esta capacitación, se debe contactar al personal Ambiental de Reventazón, para que ellos puedan impartir las charlas, en San Miguel.

También, se debe construir una instalación adecuada para el manejo de todos los desechos que se generen, entre ellas: una bodega con toda la herramienta que se necesite, un área de procesamiento y almacenamiento del compost, aserrín, químicos, entre otros. En la siguiente Figura 4 se observa parte de dicho proceso.



Figura 4. Instalaciones y manejo de compost (imagen 1 y 2), en el proyecto Reventazón, Siquirres, 2014.

La compostera debe quedar con las normas de salud vigentes, para ello se debe cumplir con el manejo de líquidos y olores respectivos. La instalación requerida es de 44m<sup>2</sup>. El material por usar, es una base de cemento como piso, perlin cuadrado para levantar la edificación y perlin galvanizado para construir las cerchas, donde se colocara el cinc. Este cinc debe ser láminas largas corrientes, deben quedar pintadas de color verde, que asimile la naturaleza y con las correcciones de voltaje en vista que quedan muy cerca de la línea de transmisión. De igual manera la instalación eléctrica tiene que quedar establecida previamente a la hora del desarrollo de obras circundantes. La altura máxima de la compostera es de tres metros, para evitar costos en la obra y disminuir accidentes por el viento de la zona.

Se tiene que hacer la solicitud al personal de proyectos para la construcción del mismo a finales del 2016, el motivo de esta acción, es que se espera que el edificio principal este en funcionamiento para el 2017, periodo que también se debe iniciar la compostera. En la siguiente figura tiene la distribución de planta para el manejo de desechos, ubicación de bodegas y servicios básicos para el personal a cargo. Se debe prever que los líquidos se dirijan a un tanque de tratamiento de aguas, ya sea el del edificio principal o establecer uno para este fin.

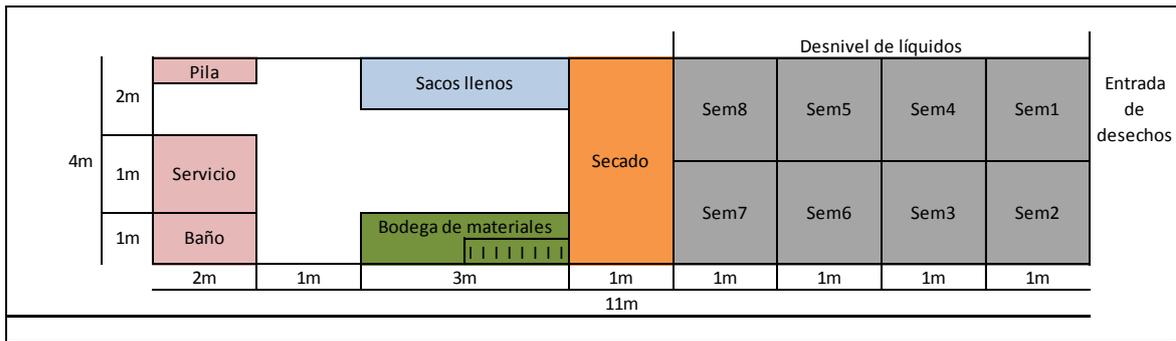


Figura 5. Diseño de distribución de planta para el manejo de la compostera

El diseño mostrado en la Figura 5, está de acuerdo a las especificaciones de los encargados de la compostera en Reventazón. Son ocho semanas para que el compost esté listo para utilizar como abono orgánico, por lo tanto este tiene un proceso continuo de movimientos desde que llega en la semana uno (Sem1), hasta que llega a la semana ocho y por último llegar a la parte de secado y empaque en sacos, para posteriormente ser llevado a los arbolitos que se siembren en el proyecto o por su parte llevarlo a los cafetales vecinos, para colaborar con el pueblo con este tipo de actividades.

### Paso 7. Incorporación de plantas medicinales

Dentro del sitio destinado para la reforestación y en vista de la utilidad que tienen las plantas medicinales, se hace necesario incorporar un sector con este tipo de especies, que permitan en alguna ocasión aliviar o disminuir algún malestar para la salud de los empleados del edificio del CENCE o vecino en particular que visite las instalaciones. El mismo debe tener una dimensión de unos 25m<sup>2</sup>, 5m de largo y 5m de ancho, con una adecuada distribución de eras y desagües que permitan el crecimiento de las plantas y que facilite el manejo en el futuro. Las especies medicinales en su mayoría se podrán adquirir en el Mercado Central de San José y en el vivero de la CNFL ubicada en Dulce Nombre de Coronado, algunas de las especies a utilizar son:

**Nombre común:** Yerba buena, menta de caballo o yerbabuena silvestre

**Nombre científico:** *Mentha longifolia*

**Usos:** Antiséptica, ayuda a la digestión, antiasmática y estimulantes.

**Nombre común:** Flor de buganvilia  
**Nombre científico:** *Buganvillea spectabilis*

Usos: Para las vías respiratorias y para la tos.

**Nombre común:** Zacate de limón  
**Nombre científico:** *Cymbopogon citratus*

Usos: malestares de gripe, bronquitis, tos y problemas digestivos. El aceite esencial es considerado analgésico, antiséptico, fungicida, antibacteriano y antidepresivo y es usado para revitalizar el cuerpo, despejar la mente y controlar los nervios o cansancio por exceso de trabajo.

**Nombre común:** Jengibre  
**Nombre científico:** *Zingiber officinale*

Usos: Como digestivo, para tratamiento de artritis, dolores musculares crónicos, para tratamiento de alergias.

Entre otras como la Manzanilla, Orégano, Romero, Azafrán, Tomillo, Cilantro, Albahaca e inclusive algunas especies forestales que sean de utilidad para tal fin.

#### 4. CONCLUSIONES

- Las evaluaciones en el sitio permitieron identificar las especies forestales, que se han desarrollado producto de la falta de manejo en los cafetales, además de la interacción de los animales de granja de los vecinos y la posible incursión de la fauna en el sitio. De las especies encontradas, la gran mayoría para beneficio del proyecto, pero que necesitan de una limpieza en general, que les permita un mejor crecimiento.
- Las condiciones de altitud, temperatura, precipitación, entre otras. Permitieron seleccionar algunas especies forestales que sean de fácil adaptación para el sitio a restaurar y que se hayan reportado en algunos otros proyectos como exitosos para los mismos, como es el caso del proyecto Restauración de la Sabana. Lo que significa descartar muchas especies, que podrían generar un mayor costo si se diera el caso de sembrar algunas de las que no cumplen con tales condiciones.
- En vista de las características del terreno, con cierta pendiente, con opciones de erosión y el paso de una línea de alta tensión, la planificación de siembra es indispensable, ya que de lo contrario la incorporación de una planta de alto crecimiento muy cerca de la carretera y que no contribuya a disminuir esas acciones, podría producir grandes problemas de manejo en el futuro, tanto en la parte interna del terreno, como en las cercanías de la misma. Del mismo modo, las especies que se siembren debajo de los cables de transmisión, no deben superar los tres metros de alto, para evitar altos costos en el manejo.
- El terreno por lo general es muy seco y duro por la pendiente que tiene, la cual disminuye la humedad muy rápido, por lo tanto se debe remover el terreno al menos en el hueco en donde se siembre cada árbol. La incorporación de abonos es indispensable desde el momento que se siembra y se debe respetar el periodo de lluvias para desarrollar el proyecto.
- Una vez que se siembran todas las especies, el cuidado y mantenimiento diario es necesario para evitar la llegada plagas, al menos durante el primer año.

- El sitio modelo utilizado para el cálculo del índice de integridad ecológica, se encuentra en procesos de sucesión y enriquecimiento de especies, sin embargo, tiene gran similitud al sitio que se quiere restaurar. La frecuencia de especies tanto de flora, como de fauna que se registraron son muy similares en ambos sitios. Lo que hace pensar que la elaboración de ese pequeño parche de bosque en la zona urbana, será utilizado como sitio de conectividad entre las especies de fauna en un futuro.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar mantenimiento constante a los árboles a sembrar, lo cual facilita el éxito del proceso en periodos cortos de 5 a 10 años; de lo contrario implicaría un mayor tiempo, lo cual generaría mayores costos que podrían causar el fracaso del proyecto.
- Previo a la siembra, se recomienda hacer una eliminación de las plagas de sompopos, ya que de lo contrario estas se comen los rebrotes tiernos de las plantas.
- Se recomienda coordinar los trabajos con anticipación con el personal del DBI, además dejar por escrito un compromiso de las actividades a realizar, con el fin de que las mismas se cumplan.
- Dos acciones importantes por hacer en el terreno, es cerrar el perímetro con malla ciclón, para evitar la entrada de personas ajenas a la institución, así como el ingreso de animales que provoque una afectación a las plantas que se vayan a sembrar. La segunda acción es recoger toda la basura que se encuentra dispersa, para embellecer el lugar y disminuir la contaminación.

## 6. REFERENCIAS

- Aronson, J., Renison, D., Rangel-Ch, J., Levy-Tacher, S., Ovalle, C., y Del Pozo, A. (Septiembre de 2007). *Restauración del Capital Natural: sin reservas no hay bienes ni servicios*. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/89>
- Bertsch, F, 1986, Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica, San José, Universidad de Costa Rica, 86p.
- Bolaños, R. A. y Watson, V. 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical. Escala 1:200.000. San José, Costa Rica.
- FINEGAN, B. 1993. Procesos dinámicos en bosques naturales tropicales. Curso de bases ecológicas para la producción sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 25 p.
- Gálvez, 2002. LA RESTAURACION ECOLÓGICA: CONCEPTOS Y APLICACIONES. Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Recursos Naturales y Ambiente. Guatemala. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/8.pdf>
- Harper, J.L. 1989. The heuristic value of ecological restoration. pp. 35-45. En: Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber. (Eds.). Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge University Press. Nueva York.
- Herrera, B. y L. Corrales. 2004. Midiendo el Éxito de las Acciones en las Áreas Protegidas de Centroamérica: Evaluación y Monitoreo de la Integridad Ecológica. PROARCA/APM, Guatemala de la Asunción, Guatemala. 48 pp.
- INBio y SOMASPA, 2006. Análisis de Integridad Ecológica y Protocolo de Monitoreo para el Sitio Binacional La Amistad, Costa Rica-Panamá. Disponible en: [http://www.inbio.ac.cr/pila/pdf/viabilidad\\_monitoreo\\_PILA.pdf](http://www.inbio.ac.cr/pila/pdf/viabilidad_monitoreo_PILA.pdf)
- Instituto Costarricense de Electricidad, ICE, 2002. Políticas y Lineamientos Ambientales de la Institución (Artículo 2, Sesión 5388). Disponible en:

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAA&url=https%3A%2F%2Fappcenter.grupoice.com%2FPEL%2FdocsPrv%2FPolitic%2520Ambientales.rtf&ei=qPGEU6HfENKLqAbI1IGwCA&usg=AFQjCNHi-H\\_bf7nsbHyXk6qbNTKaVmYghA&sig2=YYWT-lyuxLr\\_Nxd8BXBCKA&bvm=bv.67720277,d.b2k](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAA&url=https%3A%2F%2Fappcenter.grupoice.com%2FPEL%2FdocsPrv%2FPolitic%2520Ambientales.rtf&ei=qPGEU6HfENKLqAbI1IGwCA&usg=AFQjCNHi-H_bf7nsbHyXk6qbNTKaVmYghA&sig2=YYWT-lyuxLr_Nxd8BXBCKA&bvm=bv.67720277,d.b2k)

Instituto Costarricense de Electricidad, ICE, 2010. Estudio de Impacto Ambiental. Construcción del Edificio Nuevo Centro Nacional de Control de Energía, San Miguel de Santo Domingo de Heredia.

Instituto Meteorológico Nacional, IMN, 2014. San José, Costa Rica. Centroamérica. Disponible en: <http://www.imn.ac.cr/>

Kass D, 1998. Fertilidad de suelos. Ed. J. Núñez. 1. reimp. de la 1. ed. San José, CR, EUNED. 272 p.

López Zavala, M. 2014. Primer Muestreo para la Elaboración del Inventario de Aves Finca Demostrativa de Prácticas Ambientales de Dulce Nombre, Coronado. COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S. A.

MACHLIS, G. 1993. Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos. En Parques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas, Caracas, Venezuela. pp 37-53.

Meli, P. 2003. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES TROPICALES. Veinte años de Investigación Interciencia, vol. 28, num. 10. Octubre, 2003, pp. 581-589, Asociación Interciencia, Venezuela. Disponible en: <https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.redalyc.org/pdf/39/33908504.pdf>

Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

Parrish J., D. Braun y R. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53: 851:860.

Sanchez, P., Poveda, L. y Arnason, 2014. Guía dendrológica costarricense.—  
3ª.ed.—Heredia, Costa Rica: Herbario Juvenal Valerio Rodríguez. 230  
p.:il:14x21 cm.

Stiles, F. G., A. F. Skutch. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell  
University Press, Ithaca, New York. 580 p.

## **7. ANEXOS**

### **Anexo 1. Compromisos ambientales (ICE, 2010)**

1. El desarrollador se compromete en forma voluntaria a ajustarse al Código de Buenas prácticas ambientales (decreto ejecutivo 32079-MINAE-2004) y a la Guía Ambiental para la Construcción (Resolución N° 1948-2008-SETENA) en el desarrollo de los procesos constructivos de este proyecto.
2. Sin perjuicio de lo que resuelva la SETENA, el desarrollador propone cumplir con una serie de compromisos ambientales para mitigar o compensar los impactos que se ocasionen en las etapas de construcción y operación del nuevo CENCE.
3. Eliminar la plantación de café para favorecer las condiciones fitosanitarias evitando la propagación de enfermedades a los cafetales vecinos.
4. Se cortarán solo los árboles que estrictamente se necesiten para la limpieza del área a construir. Si la corta de vegetación se realizara entre los meses de Enero a Junio, se realizará el rescate de aves, nidos y pichones, así como cualquier otra especie de fauna que se detecte, para lo cual se seguirá con los protocolos establecidos en los proyectos ICE para tal fin.
5. Se plantarán diez (10) árboles por cada árbol cortado en reposición, empleando para ello diversas especies nativas de la zona del proyecto y procurando la formación de unidades de cobertura vegetal. Se aplicará un diseño de reforestación con fines de restaurar el hábitat, de tal manera que se restablezca el ecosistema típico de esta zona y se proporcione albergue y alimento a las especies de fauna.

**Anexo 2. Lista de datos recolectados en tres parcelas diferentes en el sitio modelo, propiedad de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A en Dulce Nombre de Coronado, 2014.**

| Parcela 1 (15x15m) (Fustal) |                                     |               |                 | Parcela1 (5x5m Latizal) |                              |               |                 | Parcela 1 (1.5x1.5m Brinzal) |          |                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|----------|---------------------|
| Numeración                  | Especie                             | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Numeración              | Especie                      | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Especie                      | Cantidad | Altura promedio(cm) |
| 1                           | <i>Lippia myriocephala</i>          | 17,5          | 8               | 1                       | <i>Xylosma sp.</i>           | 2,2           | 2,3             | <i>Miconia sp</i>            | 3        | 17                  |
| 2                           | <i>Montanoa sp.</i>                 | 10            | 3               | 2                       | <i>Nectandra reticulata</i>  | 3             | 5               | <i>Trichilia havanensis</i>  | 2        | 56                  |
| 3                           | <i>Montanoa sp.</i>                 | 10,3          | 4               | 3                       | <i>Ardisia compressa</i>     | 2,4           | 3               | <i>Nectandra sp.</i>         | 2        | 75                  |
| 4                           | <i>Montanoa sp.</i>                 | 11,8          | 4               | 4                       | <i>Nectandra reticulata</i>  | 3,4           | 6               | <i>Heliconia sp.</i>         | 5        | 90                  |
| 5                           | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 20,5          | 11              | 5                       | <i>Clibadium sp.</i>         | 5,3           | 8               | <i>piper sp</i>              | 8        | 95                  |
| 6                           | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 11,7          | 11              | 6                       | <i>Senna papillosa</i>       | 5,4           | 6               |                              |          |                     |
| 7                           | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 18,7          | 11              | 7                       | <i>Senna papillosa</i>       | 4,7           | 6               |                              |          |                     |
| 8                           | <i>Croton draco</i>                 | 16,5          | 9               | 8                       | <i>Clibadium sp.</i>         | 3             | 4               |                              |          |                     |
| 9                           | <i>sapium glandulosum</i>           | 26,6          | 12              | 9                       | <i>Clibadium sp.</i>         | 6,5           | 5               |                              |          |                     |
| 10                          | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 14            | 9               | 10                      | <i>Conostegia xalapensis</i> | 3,6           | 4               |                              |          |                     |
| 11                          | <i>Myrsine coriacea</i>             | 36,3          | 8               | 11                      | <i>Conostegia xalapensis</i> | 2,9           | 4               |                              |          |                     |
| 12                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 13,3          | 6               | 12                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 8,3           | 5               |                              |          |                     |
| 13                          | <i>Ficus pertusa</i>                | 10,2          | 7               | 13                      | <i>sapium glandulosum</i>    | 3,6           | 3               |                              |          |                     |
| 14                          | <i>Nectandra reticulata</i>         | 11,5          | 7               | 14                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 5             | 4               |                              |          |                     |
| 15                          | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 10            | 5               | 15                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 4,8           | 4               |                              |          |                     |
| 16                          | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 11,5          | 6               | 16                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 9             | 6               |                              |          |                     |
| 17                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 13,4          | 6               | 17                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 9,2           | 6               |                              |          |                     |
| 18                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 21            | 6               | 18                      | <i>Clibadium sp.</i>         | 4,6           | 4               |                              |          |                     |
| 19                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 11,6          | 7               | 19                      | <i>Senna papillosa</i>       | 3             | 3,5             |                              |          |                     |
| 20                          | <i>Sapium glandulosum</i>           | 12            | 8               | 20                      | <i>Conostegia xalapensis</i> | 5,2           | 3               |                              |          |                     |
| 21                          | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 19,2          | 10              | 21                      | <i>Conostegia xalapensis</i> | 4             | 3               |                              |          |                     |
| 22                          | <i>Clibadium sp.</i>                | 12,6          | 8               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 23                          | <i>Clibadium sp.</i>                | 10,2          | 5               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 24                          | <i>Myrsine coriacea</i>             | 31,9          | 12              |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 25                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 14,3          | 6               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 26                          | <i>Sapium glandulosum</i>           | 13,7          | 9               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 27                          | <i>Conostegia xalapensis</i>        | 22,5          | 12              |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 28                          | <i>Myrsine pellucido punctata</i>   | 10            | 7               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 29                          | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 15,5          | 7               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 30                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 10,5          | 8               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 31                          | <i>Montanoa sp.</i>                 | 10,4          | 8               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |

| Parcela 2 (5x45m) (Fustal) |                                     |               |                 | Parcela2 (5x5m Latizal) |                                     |               |                 | Parcela 2 (1.5x1.5m Brinzal) |          |                     |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|----------|---------------------|
| Numeración                 | Especie                             | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Numeración              | Especie                             | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Especie                      | Cantidad | Altura promedio(cm) |
| 1                          | <i>Myrsine coriacea</i>             | 35,6          | 11              | 1                       | <i>Clibadium sp.</i>                | 5,2           | 6               | <i>Brosimun alicastrum</i>   | 2        | 86                  |
| 2                          | <i>Croton draco</i>                 | 22,5          | 10              | 2                       | <i>piper sp</i>                     | 3,5           | 3               | <i>Nectandra reticulata</i>  | 3        | 150                 |
| 3                          | <i>Croton draco</i>                 | 15,6          | 9               | 3                       | <i>piper sp</i>                     | 3             | 3               | <i>Heliconia sp.</i>         | 11       | 85                  |
| 4                          | <i>Sapium glandulosum</i>           | 16            | 9               | 4                       | <i>Prunus annularis</i>             | 5,3           | 5               |                              |          |                     |
| 5                          | <i>Clibadium sp.</i>                | 13,5          | 8               | 5                       | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 6,2           | 6               |                              |          |                     |
| 6                          | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 10,4          | 8               | 6                       | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 4,7           | 6               |                              |          |                     |
| 7                          | <i>Croton draco</i>                 | 11,5          | 6               | 7                       | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 3,3           | 4               |                              |          |                     |
| 8                          | <i>Sapium glandulosum</i>           | 10,6          | 7               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 9                          | <i>Sapium glandulosum</i>           | 17,8          | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 10                         | <i>Nectandra reticulata</i>         | 20,7          | 7               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 11                         | <i>Myrsine coriacea</i>             | 17,6          | 5               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 12                         | <i>Sapium glandulosum</i>           | 24,2          | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 13                         | <i>Sapium glandulosum</i>           | 20,9          | 10              |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 14                         | <i>Sapium glandulosum</i>           | 26,3          | 13              |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 15                         | <i>Ocotea sp.</i>                   | 10,5          | 6               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 16                         | <i>Ocotea sp.</i>                   | 11,4          | 6               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 17                         | <i>Lippia myriocephala</i>          | 10,5          | 7               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 18                         | <i>Nectandra reticulata</i>         | 11            | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 19                         | <i>Nectandra reticulata</i>         | 12,4          | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 20                         | <i>Sapium glandulosum</i>           | 26,5          | 12              |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 21                         | <i>Trichilia havanensis</i>         | 31,3          | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 22                         | <i>Nectandra reticulata</i>         | 34,5          | 14              |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 23                         | <i>Lippia myriocephala</i>          | 24,2          | 8               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 24                         | <i>Lippia myriocephala</i>          | 12,2          | 6               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 25                         | <i>Lippia myriocephala</i>          | 13            | 5               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 26                         | <i>Acnistus arborescens</i>         | 17            | 5               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |
| 27                         | <i>Lasianthea fruticosa</i>         | 10            | 4               |                         |                                     |               |                 |                              |          |                     |

| Parcela 3(5x45m) (Fustal) |                               |               |                 | Parcela3 (5x5m Latizal) |                              |               |                 | Parcela 3 (1.5x1.5m Brinzal) |          |                     |
|---------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|----------|---------------------|
| Numeración                | Especie                       | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Numeración              | Especie                      | Diámetro( cm) | Altura total(m) | Especie                      | Cantidad | Altura promedio(cm) |
| 1                         | <i>Inga punctata</i>          | 41,5          | 14              | 1                       | <i>Montanoa sp.</i>          | 9             | 5               | <i>prunus annularis</i>      | 2        | 55                  |
| 2                         | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 20            | 5               | 2                       | <i>Montanoa sp.</i>          | 3,4           | 5               | <i>costus sp</i>             | 5        | 45                  |
| 3                         | <i>staphylea occidentalis</i> | 34            | 10              | 3                       | <i>Conostegia xalapensis</i> | 3,1           | 4               | <i>piper sp</i>              | 3        | 26                  |
| 4                         | <i>Montanoa sp.</i>           | 13            | 8               | 4                       | <i>Nectandra reticulata</i>  | 6             | 3               | <i>Trichilia havanensis</i>  | 1        | 10                  |
| 5                         | <i>Croton draco</i>           | 25,5          | 11              | 5                       | <i>Montanoa sp.</i>          | 5,2           | 4               | <i>Heliconia sp.</i>         | 3        | 20                  |
| 6                         | <i>inga oerstediana</i>       | 23            | 9               | 6                       | <i>Montanoa sp.</i>          | 7,3           | 4               | <i>blechum sp</i>            | 3        | 42                  |
| 7                         | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 12,5          | 7               | 7                       | <i>Montanoa sp.</i>          | 4,5           | 3               |                              |          |                     |
| 8                         | <i>inga oerstediana</i>       | 13            | 6               | 8                       | <i>Sapium glandulosum</i>    | 4,2           | 2               |                              |          |                     |
| 9                         | <i>inga oerstediana</i>       | 14,7          | 7               | 9                       | <i>brosimum alicastrum</i>   | 6             | 4               |                              |          |                     |
| 10                        | <i>Croton draco</i>           | 27            | 7               | 10                      | <i>euphorbia sp</i>          | 6,7           | 5               |                              |          |                     |
| 11                        | <i>Myrsine coriacea</i>       | 23            | 10              | 11                      | <i>coffee arabica</i>        | 2,8           | 3               |                              |          |                     |
| 12                        | <i>inga oerstediana</i>       | 31,7          | 14              | 12                      | <i>euphorbia sp</i>          | 3,5           | 3,5             |                              |          |                     |
| 13                        | <i>Lippia myriocephala</i>    | 23,2          | 12              | 13                      | <i>Sapium glandulosum</i>    | 4             | 2,5             |                              |          |                     |
| 14                        | <i>Croton draco</i>           | 15            | 8               | 14                      | <i>syzygium jambos</i>       | 3,5           | 2               |                              |          |                     |
| 15                        | <i>Ficus pertusa</i>          | 23            | 9               | 15                      | <i>Trichilia havanensis</i>  | 2,6           | 3               |                              |          |                     |
| 16                        | <i>staphylea occidentalis</i> | 11            | 10              | 16                      | <i>brosimum alicastrum</i>   | 3             | 3,5             |                              |          |                     |
| 17                        | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 10,5          | 5               | 17                      | <i>Sapium glandulosum</i>    | 3,3           | 2,6             |                              |          |                     |
| 18                        | <i>staphylea occidentalis</i> | 17,5          | 9               | 18                      | <i>brosimum alicastrum</i>   | 2,3           | 2,5             |                              |          |                     |
| 19                        | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 19            | 6               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |
| 20                        | <i>Senna papillosa</i>        | 19,6          | 9               |                         |                              |               |                 |                              |          |                     |

### Anexo 3. Cálculo del área basal y altura promedio

| Parcela 1 (15x15m) |              |             |                    |                    |
|--------------------|--------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Numeración         | Diámetro(cm) | Diámetro(m) | G/Ha               | Altura total(m)    |
| 1                  | 17,5         | 0,175       | 0,024052819        | 8                  |
| 2                  | 10           | 0,1         | 0,007853982        | 3                  |
| 3                  | 10,3         | 0,103       | 0,008332289        | 4                  |
| 4                  | 11,8         | 0,118       | 0,010935884        | 4                  |
| 5                  | 20,5         | 0,205       | 0,033006358        | 11                 |
| 6                  | 11,7         | 0,117       | 0,010751315        | 11                 |
| 7                  | 18,7         | 0,187       | 0,027464588        | 11                 |
| 8                  | 16,5         | 0,165       | 0,021382465        | 9                  |
| 9                  | 26,6         | 0,266       | 0,055571632        | 12                 |
| 10                 | 14           | 0,14        | 0,015393804        | 9                  |
| 11                 | 36,3         | 0,363       | 0,10349113         | 8                  |
| 12                 | 13,3         | 0,133       | 0,013892908        | 6                  |
| 13                 | 10,2         | 0,102       | 0,008171282        | 7                  |
| 14                 | 11,5         | 0,115       | 0,010386891        | 7                  |
| 15                 | 10           | 0,1         | 0,007853982        | 5                  |
| 16                 | 11,5         | 0,115       | 0,010386891        | 6                  |
| 17                 | 13,4         | 0,134       | 0,014102609        | 6                  |
| 18                 | 21           | 0,21        | 0,034636059        | 6                  |
| 19                 | 11,6         | 0,116       | 0,010568318        | 7                  |
| 20                 | 12           | 0,12        | 0,011309734        | 8                  |
| 21                 | 19,2         | 0,192       | 0,028952918        | 10                 |
| 22                 | 12,6         | 0,126       | 0,012468981        | 8                  |
| 23                 | 10,2         | 0,102       | 0,008171282        | 5                  |
| 24                 | 31,9         | 0,319       | 0,079922902        | 12                 |
| 25                 | 14,3         | 0,143       | 0,016060607        | 6                  |
| 26                 | 13,7         | 0,137       | 0,014741138        | 9                  |
| 27                 | 22,5         | 0,225       | 0,039760782        | 12                 |
| 28                 | 10           | 0,1         | 0,007853982        | 7                  |
| 29                 | 15,5         | 0,155       | 0,018869191        | 7                  |
| 30                 | 10,5         | 0,105       | 0,008659015        | 8                  |
| 31                 | 10,4         | 0,104       | 0,008494867        | 8                  |
|                    |              |             | <b>0,683500605</b> | <b>7,741935484</b> |

Parcela 2 (5x45m)

| Numeración | Diámetro(cm) | Diámetro(m) | G/ha              | Altura total(m) |
|------------|--------------|-------------|-------------------|-----------------|
| 1          | 35,6         | 0,356       | 0,09953822        | 11              |
| 2          | 22,5         | 0,225       | 0,03976078        | 10              |
| 3          | 15,6         | 0,156       | 0,01911345        | 9               |
| 4          | 16           | 0,16        | 0,02010619        | 9               |
| 5          | 13,5         | 0,135       | 0,01431388        | 8               |
| 6          | 10,4         | 0,104       | 0,00849487        | 8               |
| 7          | 11,5         | 0,115       | 0,01038689        | 6               |
| 8          | 10,6         | 0,106       | 0,00882473        | 7               |
| 9          | 17,8         | 0,178       | 0,02488456        | 8               |
| 10         | 20,7         | 0,207       | 0,03365353        | 7               |
| 11         | 17,6         | 0,176       | 0,02432849        | 5               |
| 12         | 24,2         | 0,242       | 0,04599606        | 8               |
| 13         | 20,9         | 0,209       | 0,03430698        | 10              |
| 14         | 26,3         | 0,263       | 0,05432521        | 13              |
| 15         | 10,5         | 0,105       | 0,00865901        | 6               |
| 16         | 11,4         | 0,114       | 0,01020703        | 6               |
| 17         | 10,5         | 0,105       | 0,00865901        | 7               |
| 18         | 11           | 0,11        | 0,00950332        | 8               |
| 19         | 12,4         | 0,124       | 0,01207628        | 8               |
| 20         | 26,5         | 0,265       | 0,05515459        | 12              |
| 21         | 31,3         | 0,313       | 0,07694467        | 8               |
| 22         | 34,5         | 0,345       | 0,09348202        | 14              |
| 23         | 24,2         | 0,242       | 0,04599606        | 8               |
| 24         | 12,2         | 0,122       | 0,01168987        | 6               |
| 25         | 13           | 0,13        | 0,01327323        | 5               |
| 26         | 17           | 0,17        | 0,02269801        | 5               |
| 27         | 10           | 0,1         | 0,00785398        | 4               |
|            |              |             | <b>0,81423091</b> | <b>8,000000</b> |

## Parcela 3(5x45m)

| Numeración        | Especie                       | Diámetro(cm) | Diámetro(m) | G/ha              | Altura total(m) |
|-------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------------|-----------------|
| 1                 | <i>Inga punctata</i>          | 41,5         | 0,415       | 0,1352652         | 14              |
| 2                 | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 20           | 0,2         | 0,03141593        | 5               |
| 3                 | <i>staphylea occidentalis</i> | 34           | 0,34        | 0,09079203        | 10              |
| 4                 | <i>Montanoa sp.</i>           | 13           | 0,13        | 0,01327323        | 8               |
| 5                 | <i>Croton draco</i>           | 25,5         | 0,255       | 0,05107052        | 11              |
| 6                 | <i>inga oerstediana</i>       | 23           | 0,23        | 0,04154756        | 9               |
| 7                 | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 12,5         | 0,125       | 0,01227185        | 7               |
| 8                 | <i>inga oerstediana</i>       | 13           | 0,13        | 0,01327323        | 6               |
| 9                 | <i>inga oerstediana</i>       | 14,7         | 0,147       | 0,01697167        | 7               |
| 10                | <i>Croton draco</i>           | 27           | 0,27        | 0,05725553        | 7               |
| 11                | <i>Myrsine coriacea</i>       | 23           | 0,23        | 0,04154756        | 10              |
| 12                | <i>inga oerstediana</i>       | 31,7         | 0,317       | 0,07892388        | 14              |
| 13                | <i>Lippia myriocephala</i>    | 23,2         | 0,232       | 0,04227327        | 12              |
| 14                | <i>Croton draco</i>           | 15           | 0,15        | 0,01767146        | 8               |
| 15                | <i>Ficus pertusa</i>          | 23           | 0,23        | 0,04154756        | 9               |
| 16                | <i>staphylea occidentalis</i> | 11           | 0,11        | 0,00950332        | 10              |
| 17                | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 10,5         | 0,105       | 0,00865901        | 5               |
| 18                | <i>staphylea occidentalis</i> | 17,5         | 0,175       | 0,02405282        | 9               |
| 19                | <i>Conostegia xalapensis</i>  | 19           | 0,19        | 0,02835287        | 6               |
| 20                | <i>Senna papillosa</i>        | 19,6         | 0,196       | 0,03017186        | 9               |
| <b>Area basal</b> |                               |              |             | <b>0,78584034</b> | <b>8,800000</b> |

**Anexo 4. Total de especies muestreados en las parcelas de medición, Dulce Nombre de Coronado, 2014.**

| <b>Cantidad</b> | <b>Lista de especies</b>            | <b>Cantidad</b> | <b>Lista de especies</b>      |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1               | <i>Lippia myriocephala</i>          | 18              | <i>Nectandra sp.</i>          |
| 2               | <i>Montanoa sp.</i>                 | 19              | <i>Heliconia sp.</i>          |
| 3               | <i>Citharexylum donnell-smithii</i> | 20              | <i>piper sp</i>               |
| 4               | <i>Croton draco</i>                 | 21              | <i>Ocotea sp.</i>             |
| 5               | <i>sapium glandulosum</i>           | 22              | <i>Acnistus arborescens</i>   |
| 6               | <i>Myrsine coriacea</i>             | 23              | <i>Lasianthea fruticosa</i>   |
| 7               | <i>Ficus pertusa</i>                | 24              | <i>Prunus annularis</i>       |
| 8               | <i>Nectandra reticulata</i>         | 25              | <i>Brosimun alicastrum</i>    |
| 9               | <i>Oreopanax xalapensis</i>         | 26              | <i>Inga punctata</i>          |
| 10              | <i>Clibadium sp.</i>                | 27              | <i>staphylea occidentalis</i> |
| 11              | <i>Conostegia xalapensis</i>        | 28              | <i>inga oerstediana</i>       |
| 12              | <i>Myrsine pellucido punctata</i>   | 29              | <i>brosimum alicastrum</i>    |
| 13              | <i>Xylosma sp.</i>                  | 30              | <i>euphorbia sp</i>           |
| 14              | <i>Ardisia compressa</i>            | 31              | <i>coffee arabica</i>         |
| 15              | <i>Senna papillosa</i>              | 32              | <i>syzygium jambos</i>        |
| 16              | <i>Miconia sp</i>                   | 33              | <i>costus sp</i>              |
| 17              | <i>Trichilia havanensis</i>         | 34              | <i>blechum sp</i>             |

## Anexo 5. Especies recomendadas

| No. | FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                                        | NOMBRE COMÚN             | ORIGEN (NATIVO/ EXÓTICO) | ALTITUD (m.s.n.m) | TEMPERATURA (°C) | PRECIPITACIÓN (mm) | CRECIMIENTO | TAMAÑO, árbol(A) o arbusto(ar) | USOS                                                                       |
|-----|---------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Apocynaceae   | <i>Platymiscium curuense</i>                             | Cristóbal                | N                        | 800-1800          |                  |                    | Lento       | A. Grande                      | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                  |
| 2   | Anacardiaceae | <i>Mauria heterophylla Kunth</i>                         | Cirrí rojo               | N                        | 700-1800          | 17-30            | 1500-2000          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc. |
| 3   | Anacardiaceae | <i>Spondias purpurea L.</i>                              | JocoteBala, karbö        | N                        | 0-1200            | variado          | variado            | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc. |
| 4   | Apocynaceae   | <i>Stemmadenia litoralis</i>                             | Huevo de Caballo         | N                        | 1000-2000         | 20 a 30          | 1500-4000          | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc. |
| 5   | Araliaceae    | <i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch.</i>    | Fosforillo, Palamo       | N                        | 1200-2000         | 17-28            | 1500-2500          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, etc.                                        |
| 6   | Araliaceae    | <i>Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne. &amp; Planch.</i> | Cacho de venado, Higuera | N                        | 1200-2600         | 15-30            | 1500-2500          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, etc.                                        |
| 7   | Bignoniaceae  | <i>Tabebuia ochracea (Cham.) Standl.</i>                 | Corteza amarilla         | N                        | 0-1000            | 15-30            | 900-2000           | Lento       | A. Grande                      | Ornamental, alimento de animales grandes, etc.                             |
| 8   | Bixaceae      | <i>Bixa orellana</i>                                     | Achiote o Achote         | /                        | 0-1200            | 15-20            |                    | Rápido      | A. Pequeño                     | Ornamental, Medicinal, Alimento de fauna, etc.                             |
| 9   | Boraginaceae  | <i>Cordia eriostigma Pittier</i>                         | Muñeco                   | N                        | 1000-1400         | 18 a 24          | 2000-4000          | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc. |
| 10  | Boraginaceae  | <i>Ehretia latifolia</i>                                 | Raspa guacal             | N                        | 1000-1700         |                  |                    | Intermedio  | A. Mediano                     |                                                                            |
| 11  | Clusiaceae    | <i>Garcinia intermedia (Pittier) Hammel</i>              | Jorco                    | N                        | 0-1200            | 15-30            | variado            | Intermedio  | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc. |
| 12  | Clusiaceae    | <i>Vismia baccifera</i>                                  | Achiotillo o achotillo   | N                        | 0-2000            | 15-20            |                    | Intermedio  | A. Pequeño                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                  |
| 13  | Clusiaceae    | <i>Symphonia globulifera</i>                             | Cerillo                  | N                        | 1000-2000         |                  |                    | Lento       | A. Mediano                     |                                                                            |
| 14  | Combretaceae  | <i>Terminalia catappa</i>                                | Almendro de playa        | E                        | 0-2000            | 15-35            |                    | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                  |

| No. | FAMILIA                 | NOMBRE CIENTÍFICO                                       | NOMBRE COMÚN                                            | ORIGEN (NATIVO/ EXÓTICO) | ALTITUD (m.s.n.m) | TEMPERATURA (°C) | PRECIPITACIÓN (mm) | CRECIMIENTO | TAMAÑO, árbol(A) o arbusto(ar) | USOS                                                                           |
|-----|-------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 15  | Euphorbiaceae           | <i>Croton draco Cham. &amp; Schlttdl.</i>               | Targuá                                                  | N                        | 900-2000          | 15 a 28          | 1500-2800          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.     |
| 16  | Euphorbiaceae           | <i>Croton niveus Jacq.</i>                              | Colpachí                                                | N                        | 50-1800           | 15 a 28          | 1500-2800          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.     |
| 17  | Euphorbiaceae           | <i>Cnidoscopus aconitifolius</i>                        | Chicasquil                                              | N                        | 1000-2500         | 17-30            |                    | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimenticio, ornamental, control erosión, cercas vivas, etc.                   |
| 18  | Euphorbiaceae           | <i>Hyeronima oblonga</i>                                | Pilón de altura                                         | N                        | 1200-2500         |                  |                    | Lento       | A. Grande                      |                                                                                |
| 19  | Fabaceae                | <i>Inga spp</i>                                         | Guabas                                                  | N                        | 0-2000            | 17-35            | variado            | Intermedio  | A. Grande                      | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.     |
| 20  | Fabaceae                | <i>Diphysa americana (Mill.) M. Sousa</i>               | Guachipilín                                             | N                        | 0-1500            | dic-28           | 1500-2500          | Lento       | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.     |
| 21  | Fabaceae                | <i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp. E</i>       | Madero negro                                            | N                        | 0-2000            | 20-27            | 700-3500           | Rápido      | A. Mediano                     | Control de erosión, fijación de nitrógeno, cercas vivas, etc.                  |
| 22  | Fabaceae-Caesalpinaceae | <i>Senna reticulata (Willd.) H. S. Britton &amp; Ba</i> | Saragundí                                               | N                        | 0-1800            | 18-30            | 2000-6000          | Rápido      | A. Mediano                     | Ornamental, control erosión, conservación de agua, fijación de nitrógeno, etc. |
| 23  | Fabaceae-Caesalpinaceae | <i>Hymenaea coubaril</i>                                | Guapinol, Pie de venado, Algarrobo                      | N                        | 0-1400            | 20-30            | 800-4000           | Lento       | A. Grande                      | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                      |
| 24  | Fabaceae-Mimosoideae    | <i>Cojoba arborea</i>                                   | Lorito, Ardillo, Algarrobo                              | N                        | 0-1400            | 18-35            | 1600-3000          | Intermedio  | A. Grande                      | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                      |
| 25  | Fabaceae-Mimosoideae    | <i>Calliandra calothyrsus</i>                           | Cabello de ángel, Clavelito, Pelo de ángel              | N                        | 0-1800            | 18-28            | 700-5000           | Rápido      | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                      |
| 26  | Fabaceae-Papilionoideae | <i>Lonchocarpus oliganthus</i>                          | Chaperno                                                | N                        | 900-2000          |                  |                    | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control de erosión, etc.                        |
| 27  | Flacourtiaceae          | <i>Casearia sylvestris Sw.</i>                          | Plomillo, Huesillo                                      | N                        | 1000-1500         | 17-30            | 1000-2000          | Intermedio  | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.     |
| 28  | Hypericaceae            | <i>Vismia baccifera (L.) Triana &amp; Planch.</i>       | Achiotillo, Sangre de perro, Sangrillo, Achiotote tigre | N                        | 0-2000            | variado          | variado            | Intermedio  | A. Mediano                     | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                      |

| No. | FAMILIA         | NOMBRE CIENTÍFICO                         | NOMBRE COMÚN                                  | ORIGEN (NATIVO/EXÓTICO) | ALTITUD (m.s.n.m) | TEMPERATURA (°C) | PRECIPITACIÓN (mm) | CRECIMIENTO | TAMAÑO, árbol(A) o arbusto(ar) | USOS                                                                                   |
|-----|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 29  | Icacinaceae     | <i>Calatola costaricensis Standl.</i>     | Jaguey, Azulillo                              | N                       | 0-2000            |                  |                    | Rápido      | A. Mediano                     | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                              |
| 30  | Lauraceae       | <i>Persea caerulea</i>                    | Aguacatillo                                   | N                       | 1000-2500         | 13-30            |                    | Intermedio  | A. mediano                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                              |
| 31  | Lauraceae       | <i>Persea schiedeana</i>                  | Yas                                           | N                       | 1000-1500         |                  |                    | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.             |
| 32  | Malpighiaceae   | <i>Malpighia glabra L.</i>                | Acerola, Mariquita, Murta, San Juanillo       | N                       | 0-1400            | 18-35            | variado            | Intermedio  | ar. Mediano                    | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                              |
| 33  | Malpighiaceae   | <i>Byrsonima crassifolia (L.) Kunth</i>   | Nance                                         | N                       | 0-1500            | 0-1800           | variado            | Intermedio  | A. Mediano                     | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                              |
| 34  | Malvaceae       | <i>Malvaviscus arboreus Cav., 1780</i>    | Amapola, quesito                              | N                       | 0-1200            | 15-30            | variado            | Rápido      | ar. Mediano                    | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                              |
| 35  | Malvaceae       | <i>Guazuma ulmifolia</i>                  | Guácimo ternero                               | N                       | 900-1800          |                  |                    | Intermedio  | A. Grande                      | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.             |
| 36  | Melastomataceae | <i>Leandra melanodesma (Naudin) Cogn.</i> | Arbusto                                       | N                       | 1200-2500         | 20-28            | variado            | Rápido      | ar. Mediano                    | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.             |
| 37  | Melastomataceae | <i>Conostegia sp</i>                      | Uña de gato, Lengua de vaca                   | N                       | 0-1200            | 17-27            | variado            | Rápido      | ar. Pequeño                    | Atracción de fauna, ornamental, etc.                                                   |
| 38  | Melastomataceae | <i>Miconia argenta</i>                    | Capilote, María, María Colorado, Santa María. | N                       | 0-1200            | 15-25            | variado            | Rápido      | ar. Mediano                    | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                              |
| 39  | Meliaceae       | <i>Trichilia havanensis Jacq.</i>         | Uruca                                         | N                       | 800-1500          | 20 a 28          | 2500-400           | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.             |
| 40  | Muntingiaceae   | <i>Muntingia calabura</i>                 | Capulín, Capulín Dulce, Fruta de Pava         | N                       | 0-1200            | 17-28            | 1500-2300          | Intermedio  | A. Pequeño                     | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                              |
| 41  | Myrsinaceae     | <i>Ardisia revoluta Kunth</i>             | Tucuico, Guastomate                           | N                       | 0-2500/0-1200     | 12 a 30          | 1500-6000          | Intermedio  | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.             |
| 42  | Myrtaceae       | <i>Psidium spp</i>                        | Guayabas                                      | N                       | 0-1700            | variado          | variado            | Lento       | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, Alimenticio etc. |

| No. | FAMILIA       | NOMBRE CIENTÍFICO                           | NOMBRE COMÚN                                             | ORIGEN (NATIVO/ EXÓTICO) | ALTITUD (m.s.n.m) | TEMPERATURA (°C) | PRECIPITACIÓN (mm) | CRECIMIENTO | TAMAÑO, árbol(A) o arbusto(ar) | USOS                                                                                                                                                        |
|-----|---------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 43  | Myrtaceae     | <i>Myrcia splendens</i>                     | Guayabillo, Murta, Quiubra, Trrú Colorado                | N                        | 0-2000            | 15-30            | variado            | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 44  | Polygonaceae  | <i>Coccoloba uvifera</i>                    | Icaco                                                    | N                        | 1000-1500         |                  |                    | Intermedio  | A. Mediano                     |                                                                                                                                                             |
| 45  | Rasaceae      | <i>Prunus</i> spp.                          | Cipresillo, Duraznillo, Manglillo, Mariquita, Zapotillo. | N                        | 500-2500          | 15-25            |                    | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 46  | Rubiaceae     | <i>Hamelia patens Jacq.</i>                 | Pico de pájaro, Coralillo, Añilito                       | N                        | 0-1700            | 15-30            | variado            | Rápido      | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, ornamental, medicinal etc.                                                                                                               |
| 47  | Rutaceae      | <i>Casimiroa edulis</i>                     | Mata sano, Tapaculo, Pera criolla                        | N                        | 600-1500          | 18-24            | 1000-4000          | Intermedio  | A. Mediano                     | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 48  | Sapindaceae   | <i>Cupania glabra Sw.</i>                   | Cascuá, Carne asada, Güesillo                            | N                        | 1100-1800         | 17 a 30          | 2500-4000          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, etc.                                                                                                                         |
| 49  | Sapotaceae    | <i>Sideroxylon persimile</i>                | Tempisquillo                                             | N                        | 900-1600          |                  |                    | Intermedio  | A. Mediano                     |                                                                                                                                                             |
| 50  | Simaroubaceae | <i>Simarouba glauca</i>                     | Aceituno                                                 | N                        | 1100-2000         |                  |                    | Intermedio  | A. Mediano                     | Protección de suelos, alimento de fauna, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 51  | Simarubacea   | <i>Simarouba glauca</i>                     | El Aceituno de Gunacaste                                 | N                        | 0-1200            | 17-30            |                    | Intermedio  | ar. Mediano                    | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 52  | Solanaceae    | <i>cestrum nocturnum</i>                    | Huelenoche, Zorrillo                                     | N                        | 0-1400            | 15-28            |                    | Rápido      | ar. Mediano                    | Alimento de fauna, protección de suelos, ornamental, etc.                                                                                                   |
| 53  | Urticaceae    | <i>Cecropia spp</i>                         | Guarumo                                                  | N                        | 0-2400            | variado          | 1500-6000          | Rápido      | A. Mediano                     | Alimento de fauna, ornamental, control erosión, conservación de agua, etc.                                                                                  |
| 54  | Urticaceae    | <i>Urera baccifera</i>                      | <i>Ortiga</i>                                            | N                        | 0-2000            | 17-30            | variado            | Rápido      | ar. Pequeño                    | Alimento de fauna, Medicinalmente se ha empleado como diurético, rubefaciente, vejigatorio, y en casos de fiebre, gonorrea, malaria, artritis y reumatismo. |
| 55  | Verbenaceae   | <i>Citharexylum donnell-smithii Greenm.</i> | Dama/Huele noche                                         | N                        | 1100-2000         | 20 a 28          | 1500-6000          | Lento       | A. Grande                      | Alimento de fauna, ornamental, etc.                                                                                                                         |

## Anexo 6. Listado de fauna Sitio modelo

| N° | Especie                          | Hábitat   | Actividad  | Individuos |
|----|----------------------------------|-----------|------------|------------|
| 1  | <i>Turdus grayi</i>              | Jardín    | Forrajeo   | 3          |
| 2  | <i>Thraupis episcopus</i>        | Jardín    | Vuelo      | 2          |
| 3  | <i>Patagioenas subvineacea</i>   | Jardín    | Perchado   | 3          |
| 4  | <i>Troglodytes aedon</i>         | Jardín    | Forrajeo   | 1          |
| 5  | <i>Bubulcus ibis</i>             | Jardín    | Vuelo      | 4          |
| 6  | <i>Sturnella magna</i>           | Jardín    | Vuelo      | 1          |
| 7  | <i>Quiscalus mexicanus</i>       | Jardín    | Vuelo      | 1          |
| 8  | <i>Zenaida asiatica</i>          | Jardín    | Despliegue | 1          |
| 9  | <i>Myiozetetes similis</i>       | Jardín    | Perchado   | 2          |
| 10 | <i>Dendroica petechia</i>        | Jardín    | Vuelo      | 2          |
| 11 | <i>Icterus gálbula</i>           | Jardín    | Forrajeo   | 2          |
| 12 | <i>Zonotrichia capensis</i>      | Jardín    | Forrajeo   | 2          |
| 13 | <i>Thryothorus modestus</i>      | Jardín    | Forrajeo   | 1          |
| 14 | <i>Amazilia tzacatl</i>          | Jardín    | Forrajeo   | 1          |
| 15 | <i>Melanerpes hoffmannii</i>     | Potrero   | Forrajeo   | 1          |
| 16 | <i>Tiaris olivaceus</i>          | Potrero   | Forrajeo   | 1          |
| 17 | <i>Saltator maximus</i>          | Potrero   | Forrajeo   | 1          |
| 18 | <i>Chlorospungus oftalmicus</i>  | Potrero   | Forrajeo   | 1          |
| 19 | <i>Cyanocorax mouri</i>          | B. rivera | Vuelo      | 1          |
| 20 | <i>Coragyps atratus</i>          | Potrero   | Perchado   | 5          |
| 21 | <i>Actitis macularius</i>        | Río       | Acicalado  | 1          |
| 22 | <i>Vireo philadelphicus</i>      | B. rivera | Perchado   | 1          |
| 23 | <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Pasto     | Perchado   | 2          |
| 24 | <i>Ceryle torquata</i>           | B. rivera | Perchado   | 1          |
| 25 | <i>Sayornis nigricans</i>        | B. rivera | Perchado   | 2          |
| 26 | <i>Dendroica caerulescens</i>    | Río       | Forrajeo   | 1          |
| 27 | <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> | B. rivera | Forrajeo   | 1          |
| 28 | <i>Troglodytes ochraceus</i>     | Jardín    | Forrajeo   | 2          |

| <b>N°</b> | <b>Especie</b>                    | <b>Hábitat</b> | <b>Actividad</b> | <b>Individuos</b> |
|-----------|-----------------------------------|----------------|------------------|-------------------|
| 29        | <i>Progne chalybea</i>            | Área abierta   | Vuelo            | 1                 |
| 30        | <i>Saltator coerulescens</i>      | Área abierta   | Forrajeo         | 1                 |
| 31        | <i>Turdus plebejus</i>            | B. joven       | Perchado         | 1                 |
| 32        | <i>Momotus momota</i>             | Estructura     | -                | 2                 |
| 33        | <i>Ramphocelus passerinii</i>     | B. rivera      | Perchado         | 4                 |
| 34        | <i>Egretta caerulea</i>           | B. rivera      | Perchado         | 1                 |
| 35        | <i>Amazilia saucerrottei</i>      | B. rivera      | Forrajeo         | 1                 |
| 36        | <i>Piranga rubra</i>              | Potrero        | Forrajeo         | 1                 |
| 37        | <i>Melospiza leucotis</i>         | P. Forestal    | Forrajeo         | 1                 |
| 38        | <i>Pitangus sulphuratus</i>       | B. rivera      | Forrajeo         | 3                 |
| 39        | <i>Columbina inca</i>             | Área abierta   | Forrajeo         | 2                 |
| 40        | <i>Amazilia cyanura</i>           | Jardín         | Forrajeo         | 2                 |
| 41        | <i>Basileuterus rufifrons</i>     | B. joven       | Forrajeo         | 2                 |
| 42        | <i>Vireo philadelphicus</i>       | B. joven       | Forrajeo         | 1                 |
| 43        | <i>Butorides virescens</i>        | Río            | Perchado         | 1                 |
| 44        | <i>Chloroceryle americana</i>     | Río            | Perchado         | 1                 |
| 45        | <i>Saltator atriceps</i>          | Jardín         | Forrajeo         | 3                 |
| 46        | <i>Catharus mexicanus</i>         | Jardín         | Forrajeo         | 1                 |
| 47        | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Jardín         | Forrajeo         | 1                 |
| 48        | <i>Amblycercus holocericeus</i>   | Matorral       | Forrajeo         | 1                 |
| 49        | <i>Atlapetes albinucha</i>        | Tacotal        | Forrajeo         | 1                 |
| 50        | <i>Picooides fumigatus</i>        | Río            | Forrajeo         | 1                 |
| 51        | <i>Passerina cyanea</i>           | Río            | Forrajeo         | 1                 |
| 52        | <i>Elanus leucurus</i>            | Río            | Vuelo            | 1                 |
| 53        | <i>Vermivora peregrina</i>        | Jardín         | Forrajeo         | 1                 |
| <b>54</b> | <i>Opornis philadelphia</i>       | Río            | Acicalado        | 1                 |

**84**