



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



INSTITUTO DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE
RECURSOS NATURALES**

**“SOSTENIBILIDAD DEL BOSQUE SECO INTERANDINO EN AREAS DE
CONSERVACION CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”**

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión
Sustentable de Recursos Naturales

DIRECTOR:

Msc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

AUTOR:

Ing. Geovanny Alexander Coronel Zúñiga

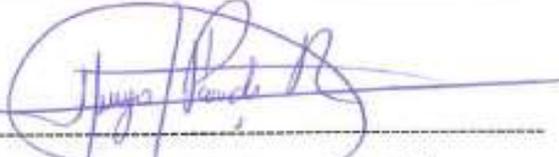
IBARRA - ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de Grado, presentado por el Ingeniero Geovanny Alexander Coronel Zúñiga, para optar por el título de Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 8 días del mes de enero del 2018.



Msc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

APROBACION DEL JURADO

“SOSTENIBILIDAD DEL BOSQUE SECO INTERANDINO EN AREAS DE CONSERVACION CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”

Por: Geovanny Alexander Coronel Z.

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte,
por el siguiente jurado, al 8 de marzo de 2018.



Msc Carlos Arcos



Msc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

AUTORÍA

Yo, Geovanny Alexander Coronel Z. declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional, que he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento y que todos los datos presentados son resultado de mi trabajo.



Geovanny Alexander Coronel Z.
C.C. 171081985-3



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE
POSTGRADO
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**



**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentado mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CEDULA DE IDENTIDAD:	171081985-3		
APELLIDOS Y NOMBRES	Coronel Zúñiga Geovanny Alexander		
DIRECCION:	Sangolqui, calle Bolívar 441 y Eloy Alfaro		
EMAIL:	inmocenter@yahoo.com		
TELEFONO FIJO:	022330-155	TELEFONO MÓVIL	0994377268

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	"Sostenibilidad del bosque seco interandino en áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay"
AUTOR:	Geovanny Alexander Coronel Zúñiga
FECHA:	Enero 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO ---- POSGRADO ---X---
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales
ASESOR/DIRECTOR:	Msc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Geovanny Alexander Coronel Zúñiga, con cédula de ciudadanía Nro. 171081985-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros. Ibarra, a los 8 días del mes de marzo del 2018

El AUTOR:



Geovanny Alexander Coronel Z.
C.C. 171081985-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Yo, Geovanny Alexander Coronel Zúñiga , con cédula de ciudadanía Nro. 1710819853 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora del trabajo de grado denominado: “Sostenibilidad del bosque seco interandino en áreas de conservación de la ciudad del conocimiento Yachay”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Magíster en Gestión Sustentable en Recursos Naturales, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.



Geovanny Alexander Coronel Z.
C.C. 171081985-3

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a Dios, a mis hijos Josué y Teanne, los cuales son la razón de mi inspiración y seguir adelante en mí día a día. A mi madre y abuelita que han estado a mi lado siempre apoyándome y guiándome.

Alexander Coronel

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte y su Instituto de Post grado por el soporte con su planta de docentes calificados, que me guiaron en la elaboración de la tesis de Post grado, en especial al Msc. Hugo Paredes como director de Tesis, Msc. Carlos Arcos, asesor del trabajo de titulación, Dra. Patricia Aguirre en su calidad de coordinadora de GESUREN.

A la Empresa Pública Yachay, por su apoyo al designar un área para realizar la investigación, así como facilitar el recurso humano necesario para realizar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
1.1. Introducción	1
1.2. Problema de investigación	2
1.3. Objetivos de la Investigación	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.3.3. Preguntas de Investigación	5
1.4. Justificación.....	5
CAPITULO II.....	8
MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Marco Teórico	10
2.2.1. Sostenibilidad.....	10
2.2.2. Deforestación y Reforestación.....	13
2.2.3. Bosque seco Interandino.....	17
2.2.4. Diagnóstico de cobertura Vegetal	18
2.2.5. Retenedores de Humedad	21
2.2.6. Descripción Botánica	23
2.3. Marco Legal	23
CAPITULO III.....	25
MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1. Características del área de estudio	25

3.2. Descripción Sitio Experimental	26
3.2.1. Zonas de vida	26
3.3. Diseño y tipo de investigación	27
3.4. Registro de la Información.....	28
3.5. Análisis de Datos.....	29
3.5.1. Diagnóstico de cobertura Vegetal.....	29
3.5.2. Aplicación de retenedores de humedad.	33
3.5.3. Procedimiento de la Investigación.....	34
3.5.4. Análisis Cuantitativo.....	34
3.5.5. Análisis económico.....	35
CAPITULO IV	36
RESULTADOS Y PROPUESTA.....	36
4.1. Diagnóstico.....	36
4.2. Aplicación del retenedor de humedad.....	44
4.3. Análisis económico de la aplicación de retenedor de humedad.....	48
4.4 Propuesta de Restauración Forestal en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.....	53
4.4.1 Resumen	53
4.4.2 Introducción	53
4.4.3 Objetivo General.....	54
4.4.4 Objetivo específico	54
4.4.5 Justificación	55
4.4.6 Antecedentes	56
4.4.7 Metodología	56
CAPITULO V.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. Conclusiones	67

5.2. Recomendaciones.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Los ecosistemas y los servicios ambientales.	13
Tabla 2 Evolución de la deforestación del Ecuador 1990-2012	14
Tabla 3 Deforestación Acumulada esperada Ecuador 2013-2017.....	14
Tabla 4 Zonas altitudinales propuesta en m.s.n.m. en la Región Andina	18
Tabla 5 Ficha técnica Hidrogel	22
Tabla 6 Puntos de muestreo en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.....	28
Tabla 7 Hojas de campo.....	28
Tabla 8 Hoja de campo para toma de datos arbustos.....	29
Tabla 9 Valores de Densidad para estimar densidad en árboles	30
Tabla 10 Valores de densidad para estimar densidad arbustos.....	30
Tabla 11 Valores de densidad relativa de una especie vegetal	30
Tabla 12 Valores de IVI.....	31
Tabla 13 Matriz organización de la información y calcular los parámetros estructurales de la vegetación.	31
Tabla 14 Matriz recomendada para organizar información y calcular el índice de Simpson.	32
Tabla 15 Niveles de diversidad para cada índice.....	32
Tabla 16 Aplicación de tratamientos	34
Tabla 17 Fuente de variación para el análisis estadístico	34
Tabla 18 Parámetros de determinación del estado Fitosanitario	35
Tabla 19 Datos obtenidos Diagnostico de cobertura vegetal zona alta	36
Tabla 20 Datos obtenidos zona alta Diagnostico de cobertura vegetal Zona media .	37
Tabla 21 Datos obtenidos zona alta Diagnostico de cobertura vegetal Zona baja	38
Tabla 22 Resumen de Datos promedios obtenidos de cobertura vegetal Zona alta, media y baja.....	40

Tabla 23 Índice de Simpson.....	43
Tabla 24 Índice de Shannon.....	43
Tabla 25 Cuadro de tratamientos variable sobrevivencia.....	44
Tabla 26 Análisis de Varianza sobrevivencia.....	44
Tabla 27 Prueba de comparación de rango múltiple de Duncan.	45
Tabla 28 Cuadro de tratamientos variable Altura.....	45
Tabla 29 Análisis de varianza altura.....	46
Tabla 30 Cuadro de tratamientos variable diámetro basal.....	46
Tabla 31 Análisis de varianza diámetro basal	47
Tabla 32 Valoración estado fitosanitario tratamientos	47
Tabla 33 Análisis Económico plantación Forestal	49
Tabla 34 Estimación de costos para la reforestación enriquecida con especies orientada a la Restauración Forestal MAE 2014-2017.....	50
Tabla 35 Costos por tratamientos aplicación retenedor de humedad	50
Tabla 36 Resumen de costos MAGAP/MAE	51
Tabla 37 Relación Beneficio costo Reforestación 2014-2017.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de investigación aplicación retenedores de humedad.....	33
Figura 2 Diagnóstico de cobertura vegetal zona alta.....	37
Figura 3 Parámetros de cobertura vegetal zona media	38
Figura 4 Parámetros de cobertura vegetal zona baja	39
Figura 5 Diagnóstico de cobertura vegetal zona alta, media, baja	41
Figura 6 Número de especies forestales en las zonas alta media y baja.....	41
Figura 7 Número de arbustos en las zonas alta media y baja	42
Figura 8 Diagnóstico de cobertura vegetal- arbustos.....	42
Figura 9 Estado Fitosanitario.....	48
Figura 10 Resumen costos establecimiento de plantación MAGAP- MAE + polímero retenedor de humedad.....	51

ABREVIATURAS

SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo
MAE	Ministerio de Ambiente Ecuador
MAGAP	Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y pesca
ONU	Organización de las Naciones Unidas
(Zn_1)	Zona 1 Cantón Urcuquí
D	Densidad absoluta
DR	Densidad relativa
Fr	Frecuencia relativa
Dmr	Dominancia relativa
IVI	Índice de valor de importancia
(R)	Vegetación rala
(SD)	Vegetación semi densa
(D)	Vegetación densa
ADEVA	Análisis de varianza

**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO**

PROGRAMA DE MAESTRIA

**“SOSTENIBILIDAD DEL BOSQUE SECO INTERANDINO EN AREAS DE
CONSERVACION CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”**

Autor: Geovanny Alexander Coronel Z.

Tutor: Msc. Hugo Paredes

Año:2018

RESUMEN

La deforestación del bosque seco interandino, y su indiscriminado empleo de los recursos maderables en el área de conservación del proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay, ha mermado drásticamente las poblaciones forestales dentro de la zona de estudio. Es así que el objeto del presente documento es realizar una investigación para analizar la sostenibilidad del bosque seco interandino, efectuando un diagnóstico de cobertura vegetal en el cual se consideraron parámetros cuantitativos como: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (Fr), Dominancia relativa (DmR), índice valor de importancia (IVI), índices de Simpson y Shannon. De los resultados obtenidos en el diagnóstico de cobertura vegetal, se procede al uso de la técnica de reforestación con un polímero hidrosoluble (retenedor de humedad), utilizando un diseño estadístico, completo al azar con 4 repeticiones y distintas dosificaciones por especie forestal, (0cc-500cc-1500cc-2000cc) analizando variables como altura de planta, sobrevivencia, diámetro basal, y estado fitosanitario; así como el análisis económico comparativo respecto a las líneas de acción (plantación forestal y restauración forestal) entre MAE y MAGAP.

Palabras Claves

Deforestación, bosque seco, retenedores de humedad, índices de biodiversidad, valoración económica, bienes y servicios ambientales.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRIA

**“SOSTENIBILIDAD DEL BOSQUE SECO INTERANDINO EN AREAS DE
CONSERVACIÓN CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”**

Autor: Geovanny Alexander Coronel Z.

Tutor: Msc. Hugo Paredes

Año: 2018

ABSTRACT

Deforestation of the inter-Andean dry forest and indiscriminate use of timber resources in the conservation area of ‘Yachay City of Knowledge’ project, has drastically reduced forest populations within the study area. The purpose of this document is to conduct a research in order to analyze the sustainability of the inter-Andean dry forest making a diagnosis of plant coverage in which the following quantitative parameters were considered: absolute density (D), relative density (DR), relative frequency (Fr), relative dominance (Dmr), importance value rate (IVI) and Simpson & Shannon rate. Based on the results obtained during the diagnosis of plant coverage, the reforestation with water-soluble polymer (Hydrogel) technique will be applied using a complete desing with four (4) repetitions and different dosages per tree (0cc-500cc-1500cc-2000cc) randomly. Variables such as: plant height, survival, basal diameter and phytosanitary status will be analyzed, as well as an economic comparative analysis regarding action lines on forestry plantation and restoration between MAE (Ministry of Environment of Ecuador) - MAGAP (Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries) and its cost-benefit ratio will be conducted.

Key words:

Deforestation, dry forest, moisture retaining, biodiversity rates, economic valuation, environmental goods and services.

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

El Bosque Seco Ecuatoriano es considerado un área de gran importancia biológica debido al número de especies de fauna, flora y sus altos niveles de endemismo presentes, razón por la cual, ha sido clasificado como una ecorregión con la prioridad máxima regional de conservación. Ecuador, en reconocimiento de esa importancia ha utilizado distintos mecanismos para conservar la biodiversidad, preservando ecosistemas representativos y protegiendo gran parte del territorio nacional, mediante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), con el cual se resguarda cerca del 20% del territorio nacional (Aguirre, Cardenas, & Martines, 2013).

Es así que la conservación del bosque seco interandino es de trascendental importancia para el ecosistema y vida silvestre, en este sentido se hace referencia al concepto de gestión forestal *“la gestión forestal es el proceso de planificación y ejecución de prácticas para el manejo y el uso de los bosques y otras tierras boscosas con miras al cumplimiento de objetivos ambientales, económicos, sociales y/o culturales específicos”* (ONU, 2010).

Con este criterio se reafirma que la gestión forestal tiene que ver con todos los aspectos administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos relacionados con los bosques naturales y plantados. También puede relacionarse con grados diversos de intervención humana deliberada, desde acciones que buscan salvaguardar y mantener los ecosistemas forestales y sus funciones, hasta aquellas que buscan favorecer especies de valor social o económico, o grupos de especies que permitan mejorar la producción de bienes y servicios del bosque.

El proceso de reforestación es bastante complejo, ya que implica una intervención en numerosos factores, cada uno de los cuales debe ser comprendido de forma individual, y conocer sus relaciones con otros factores con los cuales interactúa.

La forma de evaluar de manera integral el resultado de estos factores es mediante el control de calidad. La respuesta de la planta en una estación particular va a depender de la capacidad de respuesta a unas condiciones ambientales limitantes, y de la forma en

como esas condiciones limitan su supervivencia y crecimiento, o bien pueden ser modificadas para mejorar su rendimiento.

La pérdida de bosques se incrementa cada año, debido al cambio de uso de suelo por el avance de la frontera agrícola; así como también por el sobre aprovechamiento de los recursos provenientes del bosque, por tal motivo es necesario proponer alternativas para subsanar esta problemática, el establecimiento de plantaciones forestales en este tipo de ecosistemas es muy complejo, ya que las especies de zonas secas tienen un lento crecimiento, y su desarrollo se ve afectado por la competencia con las especies herbáceas; por ende existen altas tasas de mortalidad (FAO, 2010). Como alternativa a este inconveniente, con el fin de mejorar la sobrevivencia y el crecimiento de las especies forestales de bosque seco interandino, se ha tomado como alternativa en el establecimiento de plantaciones forestales y programas de restauración forestal, el uso de nuevas técnicas de reforestación, cuyo principal beneficio es dotar de agua a la planta durante los periodos de sequía.

Por este motivo se implementan métodos para sobrevenir a la sequía en bosque seco, la cual es la incorporación de un retenedor de humedad capaz de almacenar y liberar agua, el cual presenta buenos resultados en cuanto a crecimiento en altura y supervivencia de las plántulas (Mazon, 2016).

1.2. Problema de investigación

La deforestación en el Ecuador es un fenómeno complejo, debido a la multiplicidad de factores que la producen. Entre ellos se pueden mencionar los asentamientos agrícolas y pecuarios que afectan alrededor del 60% de la superficie talada de bosque cada año, por la demanda de madera para uso generalizado de la población en procesos industriales, en la ejecución de obras de infraestructura como obras petroleras, eléctricas, caminos, entre otros. El proceso de degradación de los ecosistemas forestales ha estado influenciado por el uso inadecuado del patrimonio natural de los ecosistemas, soportados por un modelo de desarrollo extractivo (Aguirre et al., 2013).

Se estima que un tercio de todos los suelos se degradaran, en caso de no adoptar nuevos enfoques, y/o técnicas innovadoras, la superficie mundial de tierra cultivable y productiva por persona, equivaldrá en 2050, a solo una cuarta parte del nivel de 1960, es

así que Graciano (2015) advierte que un centímetro de suelo puede tardar hasta 1000 años en formarse y con un 33% de todos los recursos mundiales de suelos deforestados y degradados a la creciente presión humana, se están alcanzando unos niveles críticos que hacen que su correcta gestión sea un asunto urgente.

Más aún en las zonas secas del callejón interandino el problema se profundiza, debido a las bajas precipitaciones, originando extensas áreas que están desprovistas de cobertura vegetal, sujetas a procesos erosivos, e inclemencias del clima.

Los bosques secos son considerados como una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, esto le convierte en un hábitat de una amplia diversidad de especies animales y vegetales, caracterizados por un rango de distribución reducido, que lamentablemente está amenazado por los efectos de las actividades antropogénicas (Muñoz, 2014). Según Aguirre (2006) la situación del bosque seco en Ecuador no es diferente a otras regiones, ya que son amenazados y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para subsistencia y a veces para la venta.

Es decir que, la gestión forestal es un proceso de planificación y ejecución de prácticas para la administración y uso de los bosques y otros terrenos arbolados, con el fin de cumplir con objetivos ambientales, económicos, sociales y culturales específicos. La gestión forestal tiene que ver con todos los aspectos administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos relacionados con los bosques naturales y plantados (Sanchez, 2016).

Dentro del territorio del cantón San Miguel de Urcuquí se distinguen distintos tipos de vegetación, dominados principalmente por la formación vegetal de Bosque de Neblina Montano, el mismo que se extiende en la cordillera occidental, así como bosque seco interandino en sus partes bajas, este ecosistema se puede observar en las parroquias de La Merced de Buenos Aires, como se observa en el Anexo 8, con una extensión de 22693,7 ha lo que equivale al 29,10% del territorio, de ésta 687,42 hectáreas se encuentran en el interior de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas. Si comparamos la extensión total de los bosques del territorio con lo protegido podemos indicar que el área protegida corresponde aproximadamente al 3.03% de la extensión total de los bosques en

el cantón. En general, la deforestación de bosques y páramos suma un total de 2905 has desde el año 1990 hasta el 2010 (GADMU, 2011). Es así que en el Cantón Urcuquí y en el proyecto Ciudad del conocimiento Yachay se crean zonas de conservación exclusivas siendo 1684 has declaradas áreas de conservación dentro del proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay (IFEZ, 2013). Y dentro del Cantón Urcuquí, para conservación Zonificación 1 (Zn_1): corresponde a los remanentes de vegetación natural, principalmente bosques nativos, páramo y vegetación arbustiva, áreas las cuales se protegerán y donde se promoverá el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y bióticos. Se fomentará en esta zona el establecimiento corredores biológicos, estabilidad eco sistémica, aprovechamiento forestal no maderable, el desarrollo turístico, la investigación en áreas naturales y disponibilidad de agua para las actividades humanas (GADMU, 2011).

Bajo este contexto es importante reflexionar sobre el papel fundamental de los bosques secos interandinos. A pesar de ser uno de los hábitats menos investigados este constituye el lugar donde viven cientos o miles de especies de organismos diferentes, que interactúan silenciosamente para dar lugar a una infinidad de nichos ecológicos.

En las zonas de influencia aledañas al perímetro de la Ciudad del Conocimiento, las actividades de tala, tumba y quema de especies forestales para la elaboración de carbón vegetal, han sido, prácticas que por décadas ha generado el sustento económico de la población de las comunidades en la provincia y en este caso las comunidades inmersas dentro del área de intervención de la Ciudad.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar la sostenibilidad del bosque seco Interandino en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado de la cobertura vegetal del bosque seco Interandino, área de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Aplicar retenedores de humedad para la reforestación en el bosque seco Interandino, área de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Realizar el análisis económico de la técnica de reforestación.

1.3.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el estado de la cobertura vegetal dentro de las áreas de conservación de la ciudad del conocimiento Yachay?
- ¿La aplicación de retenedores de humedad bosque seco interandino mejora las condiciones fisiológicas de la especie forestal *Vachellia macracantha*?
- ¿La aplicación de retenedores de humedad, es económicamente factible para su aplicación en el bosque seco interandino dentro del área de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay?

1.4. Justificación

El Plan Nacional de Desarrollo, Toda una Vida (SENPLADES, 2017) en el Objetivo 3 nos proclama “*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global*”, promulgando una política pública ambiental que impulsa la conservación, la valoración y el uso sustentable del patrimonio natural, de los servicios eco sistémicos y de la biodiversidad, como lo menciona en su política 3.4 “*Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global*”.

Para ello es necesario el establecimiento de garantías, normativas, estándares y procedimientos de protección y sanción efectivos al cumplimiento de los derechos de la naturaleza. También hay que reforzar las intervenciones de gestión ambiental en los territorios, incrementando la eficiencia y eficacia en el manejo y la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y la recuperación de los ecosistemas.

Los bosques ecuatorianos y entre estos los bosques secos son considerados como uno de los hábitats más amenazados y menos estudiados, ya que cuentan con muchas especies de fauna y flora, convirtiéndoles en importantes ecosistemas biológicos por los niveles de endemismo que se encuentran en estas áreas, haciéndoles acreedores a la denominación de eco regiones, mismas que deben formar parte del criterio de conservación y sostenibilidad. Siendo así importante impulsar programas de conservación y restauración de estas zonas con la finalidad de aprovechar este recurso.

El Plan Nacional de Forestación y Reforestación, manifiesta que, en veinte años el Ecuador podrá contar con un millón de hectáreas reforestadas, lo que generará beneficios sociales con más de 100 mil plazas de trabajo directo y miles de plazas de trabajo indirecto, beneficios ambientales como la reforestación de 150.000 ha. en cuencas hidrográficas para protección del agua y la biodiversidad, bajar la presión sobre el bosque nativo, captura de más de 6 millones de toneladas de carbono y beneficios económicos como el incremento del producto interno bruto nacional, incremento de exportaciones, recaudaciones del Estado por más de 250 millones de dólares anuales, entre otros (MAE, 2014).

Siendo la situación económica rural precaria, hace de la deforestación un medio común para la obtención de leña y carbón como medio de sustentar la economía familiar y a su vez sea el combustible más usado. Las especies más usadas son las maderas de *Prosopis juliflora*, *Vachellia macracantha*, pero en zonas donde no son comunes estas especies se utiliza *L.huasango*, *Cordia lutea*, *Tabebuia chrysantha*, y *Simira ecuadorensis*. El palo santo (*Bursera graveolens*), es muy usado para prender la leña, debido a sus resinas inflamables (Lyona, 2006).

Las áreas de conservación de la ciudad del conocimiento pertenecen a una zona de vida o formación vegetal denominada de Bosque seco interandino o Bosque seco Montano Bajo bs-MB, (Holdridge, 1967) el cual sufre un sin número de eventualidades climáticas propios de su condición ambiental. A causa de las bajas precipitaciones menores a 1000cc/año, como se observa en el (Anexo 14), cada vez es más difícil implementar planes y programas de reforestación a gran escala.

El GADMU (2011) en su plan de ordenamiento territorial menciona que, es urgente implementar proyectos de desarrollo y conservación, bien financiados y ejecutados, en las comunidades y particularmente en este tipo de ecosistema, para brindar a la gente local alternativas económicas que tengan menor impacto sobre el medio ambiente. Existen remanentes de este bosque distribuidos en el territorio del cantón, como se observa en el (Anexo 9) los mismos que se encuentran discontinuos e impiden el intercambio genético de especies, por lo que es necesario determinar áreas en las cuales se puedan establecer corredores biológicos.

En los flancos y estribaciones de la cordillera de los Andes, tanto por el lado oriental como por el occidental, donde se ha identificado como problema el avance de la frontera agrícola e incremento de la ganadería en una forma extensiva, es conocido que los suelos de las estribaciones son generalmente pobres y poseen una capa orgánica muy delgada, es decir, estas zonas no son aptas para la agricultura. Las comunidades de plantas en los flancos de la cordillera de los Andes han tenido que pasar por millones de años de evolución para poder adquirir la estructura y composición actual y cualquier actividad antropogénica causa innumerables cambios y pérdida de especies de flora únicas de la zona. Al mismo tiempo, es la zona de mayor diversidad y endemismo en anfibios, aves y mamíferos. (MAE, 2012)

Es así que la (Whaley, 2012) describe la importancia del “Espino”, *Vachellia macracantha* para las comunidades rurales, siendo esta utilizada para cercos vivos, madera, leña, elaboración de carbón, forraje, conservación de humedad, api botánica (miel de abeja), fertilidad del suelo, protección y conservación fijador de nitrógeno y nitrificación del suelo, contrarrestando la desertificación, hábitat para biodiversidad y sombra, así como asociados con aves, insectos, abejas hormigas.

En base a su importancia en el bosque seco interandino se realiza la investigación de la especie forestal *Vachellia macracantha Humbol & Bonpl. ex Willd.* Con la utilización de una técnica alternativa de reforestación como es el uso de retenedores de humedad y así mitigar las condiciones climáticas de la zona de investigación.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Los bosques en todo el mundo han sufrido cambios positivos y negativos, en cantidad y calidad. Este proceso de cambio se encuentra asociado a factores económicos sociales y ambientales (FAO, 2006). Las actividades propias de las reforestaciones, procedimientos de preparación de la tierra, control de la vegetación, cuidados culturales, entre otros, van a influir de manera directa en el éxito de la misma. La adecuada ejecución y el control de las mismas van a permitir mejorar el éxito de las repoblaciones, pero también ayudan a identificar las causas de las pérdidas producidas y, por tanto, corregir defectos que condicionan su éxito final (Hierros, 2012).

Es así que, Sarmiento (2006) indica que la vegetación es el conjunto de plantas de varias especies que se encuentran ocupando una determinada zona o región geográfica; que son propias de un periodo geológico y que habitan un ecosistema determinado. Toda cobertura vegetal tiene su propia composición y estructura florística, que forma lo que se denomina un tipo o categoría de cobertura vegetal. En una cobertura vegetal existen varios hábitos de crecimiento o formas de vida y, justamente esta unión determina el grado de cobertura que la vegetación puede hacer sobre una superficie determinada de territorio. Aguirre (2013) menciona que la flora hace referencia al elemento florístico en particular denominado especie y/o el número de especies diferentes que pueden encontrarse en un tipo de vegetación.

Según Cueva (2010) señala que pesar de las actuales facilidades tecnológicas, hasta la fecha el Ecuador no cuenta con una clasificación especializada, unificada y oficial de la cobertura vegetal y uso del suelo, herramienta fundamental para la planificación y desarrollo del país, sus regiones, provincias, cantones y parroquias. Jimenez (2011) en su estudio de diagnóstico de cobertura vegetal de la cuenca del Rio California – Valdivia menciona que, mediante la aplicación de estudios de índices de Frecuencia y Abundancia, IVI, Simpson, Shannon, para lo cual se establecieron unidades en campo de 400 metros

cuadrados (Anexo 10), ubicados dentro del área de influencia de la zona de estudio, y así poder obtener datos confiables para concluir la investigación (Tabla 6).

En todo estudio de vegetación de un ecosistema es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de flora en los diferentes tipos de vegetación. Los listados de especies que crecen en un área, no tienen mayor utilidad para planificar el manejo. Por eso la tendencia actual es cuantificar la información mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal. Con los datos recopilados del muestreo se pueden obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado (Aguirre, 2013).

Según la FAO (2006) en su informe nos menciona que la expansión de la frontera agrícola, la tala inmoderada de árboles, la inercia del desarrollo y la suma de las diversas actividades humanas han sido las causas de la deforestación de más de 120,000 km² anuales en las dos últimas décadas; en contraste, solo se ha recuperado una décima parte de esta superficie por regeneración natural y labores de reforestación. Por consiguiente, Rosas (2005) nos menciona que, un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua.

Es así que en el Proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay, se ha zonificado en función de las actividades a desarrollarse y que han sido planificadas; para lo cual se han definido criterios como: evaluación de la calidad de la zona, riqueza forestal y medición del crecimiento, provisión de infraestructuras y carreteras, gestión del suelo y el agua, labores de silvicultura, cuidado del bosque, actividades de aprovechamiento forestal y no forestal, control del rendimiento para mantener la producción a niveles sostenibles y por último, protección contra plagas, enfermedades, incendios forestales y condiciones climáticas extremas (IFEZ, 2013).

2.2. Marco Teórico

Para realizar la investigación se realizó una minuciosa revisión técnica, literaria para así cumplir con los objetivos planteados.

2.2.1. Sostenibilidad

La idea de sostenibilidad nunca ha sido extraña al hombre. Numerosas civilizaciones han intuido la necesidad de preservar los recursos para las generaciones futuras (Luffiego & Rabadan, 2000).

Sostenibilidad o sustentabilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos, materiales y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo (ONU, 1987).

La sostenibilidad es un proceso socio-ecológico caracterizado por un comportamiento en busca de un ideal común. Un ideal un estado o proceso inalcanzable en un tiempo/espacio dados, pero infinitamente aproximable y es esta aproximación continua e infinita la que inyecta sostenibilidad en el proceso (Wandemberg, 2015).

Es así que el Informe Brundtland (ONU, 1987) enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sustentabilidad ambiental, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. En el cual se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (desarrollo sustentable), es definido como: *“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (ONU, 1987). Lo cual implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.

2.2.1.1.Sostenibilidad Ambiental

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

2.2.1.2. Sostenibilidad Económica

Se refiere a la capacidad de generar riqueza en forma de cantidades adecuadas, equitativas en distintos ámbitos sociales que sea una población capaz y solvente de sus problemas económicos, tanto como fortalecer la producción y consumo en sectores de producción monetaria. En pocas palabras es un equilibrio entre el hombre y la naturaleza para satisfacer las necesidades y no sacrificar generaciones futuras.

2.2.1.3.Sostenibilidad Política

Se refiere a redistribuir el poder político y económico, que existan reglas congruentes en el país, un gobierno seguro y establecer un marco jurídico que garantice el respeto a las personas y el ambiente fomentando relaciones solidarias entre comunidades y regiones para mejorar su calidad de vida y reducir la dependencia de las comunidades generando estructuras democráticas.

2.2.1.4. Sostenibilidad Social

Se refiere a adoptar valores que generen comportamientos como el valor de la naturaleza, principalmente mantener niveles armónicos y satisfactorios de educación, capacitación y concientización ya que así apoyas a la población de un país a superarse, se refiere a mantener un buen nivel de vida en la población de un país, en los aspectos sociales ya sea el enrolamiento de las mismas personas para crear algo nuevo en la sociedad donde forman parte (Luffiego & Rabadan, 2000).

2.2.1.5. Servicios Ambientales

Torres (2002) menciona a los servicios ambientales como el conjunto de condiciones y proceso naturales incluyendo especies y genes que la sociedad puede utilizar y que

ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos, agua, carbono y otros nutrientes, así como la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de los recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico. Así también Challenger (2009) señala que un servicio ambiental son las relaciones dinámicas entre los elementos abióticos y las plantas, animales y microorganismos que integran los ecosistemas, generan los servicios ambientales, como una parte del interés que produce el capital natural.

2.2.1.5.1. Categorías de servicios ambientales

Servicios de soporte: Son los servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales.

- Formación el suelo
- Ciclos biogeoquímicos
- Producción primaria

Servicios de regulación: Beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas.

- Regulación del clima
- Control de enfermedades
- Regulación del agua

Servicios de suministro: Productos obtenidos de los ecosistemas.

- Alimento
- Agua
- Combustible
- Fibras

Servicios Culturales: Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas

- Espirituales

- Recreación y religiosos
- Recreación y ecoturismo
- Estéticos
- Educativos

Tabla 1

Los ecosistemas y los servicios ambientales.

Servicio Ecosistema ambiental	Selva húmeda	Bosque seco	Selva baja caducifolia	Bosque de coníferas	Encinar tropical	Bosque de galería	Dunas costeras	Manglar	Humedal
Captura de agua	XX	XXX	X	XX	XX				
Conservación de la calidad de agua	X	X		X	X	XX		XX	XX
Captura de carbono	XX	XXX	X	XX	XX	X		X	X
Sumidero de carbono	X	XX	X	XX	X	X		XX	XX
Conservación física del suelo	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	XX	
Conservación física de la biodiversidad	XXX	XXX	XX	XX	X	X	X	XX	XX
Medio para ecoturismo	XX	XX	X	XX	X	X		XX	XX
Amortiguar eventos hidrometeoro lógicos	X	X		X	X	X	XX	XX	XX
Protección de riberas	X	X	X	X	X	XXX		X	XX
Conservación de acervos genéticos	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	XX
Belleza paisajística	XX	XX	X	XX	XX	XX	X	XX	XX
Conservación de la fertilidad del suelo.	XXX	XX	X		XXX	X			
Formación y recuperación de suelos	X	XX	X	XX	XX	X		XX	
Filtración de contaminantes del aire del suelo y agua	XX	XX	X	XX	XX	XXX		XXX	X
Regulación del clima	XX	XX	X	XX	XX				
Mantenimiento de ciclo minerales, de gases y del agua	XX	XX	XX	XX	XX	XX		XX	
Protección de litorales							XXX	XXX	
Provisión de hábitats para especies silvestres de valor comercial o ecológico.	XX	XX	XX	XX	X	X		XXX	

Fuente: (Challenger, 2009)

2.2.2. Deforestación y Reforestación

La reforestación convencional hace una referencia a la densidad de árboles por hectárea (800 – 1100 árboles/ha) y a un específico número y tipo de especies, lo que puede interpretarse como una plantación comercial. En cambio, en la Restauración Forestal se consideran otros criterios que no sólo son densidad de árboles, sino también conectividad ecológica, diversidad de especies, funcionalidad de los ecosistemas, microclimas, flujos de especies (MAE, 2014).

Tabla 2

Evolución de la deforestación del Ecuador 1990-2012

Periodo	Superficie (Ha)	Tasa de deforestación
1990-2000	89.994	-0.71%
2000-2008	77.647	-0.66%
2008- 2012	65.880	-0.54%

Fuente: (MAE, 2014)

El Ecuador continental, posee una gran diversidad geográfica, biológica y étnica en un espacio relativamente reducido (256.370 km²), en donde convergen los Andes, la Amazonía y la Cuenca del Pacífico. Cada una de estas regiones está cubierta con diferentes tipos de bosques cuyas características dependen principalmente del clima y el suelo (Aguirre et al.,2013).

Las estimaciones para la deforestación 2013-2017 muestran una tendencia hacia una disminución en la tasa de deforestación. La tendencia a la disminución de la deforestación establece un nivel de 55,000 ha de deforestación, la cual se considera la base para la reforestación mínima que debe seguir el MAE en el programa de Restauración Forestal.

Tabla 3

Deforestación Acumulada esperada Ecuador 2013-2017

Año	Superficie Ha
2013	55.000
2014	55.000
2015	55.000
2016	55.000
2017	55.000
Deforestación acumulada	220.000

Fuente: (MAE, 2014)

...Como se sabe el cambio climático tiene consecuencias en la salud, el medio ambiente y la sociedad. Las áreas verdes urbanas son importantes en la planeación de las ciudades para promover la interacción de los ciudadanos con el ambiente y la salud. La falta de planeación y diseño de estas áreas y la mala selección de árboles han contribuido a aumentar la incidencia de alergia al polen entre la población (Palma, 2014).

Según la Organización Mundial de la Salud, 1,2 millones de personas o casi 1 de cada 5 personas en el mundo - no tienen acceso al agua potable; incluso en áreas con acceso, el 70 por ciento del agua extraída de fuentes de agua dulce subterránea se utiliza para la agricultura (Witkin, 2010).

La depreciación del recurso natural hídrico, a nivel mundial es sumamente alarmante, ya que uno de los principales factores que intervienen para este fenómeno natural es consecuencia del manejo irracional del líquido vital, además de la devastación y desertificación de los ecosistemas encargados de la retención fluvial, siendo el hombre uno de los principales causantes que atenta contra la vida de sí mismo, flora y fauna (Yanchatipan, 2012).

En otra región totalmente distinta, en Morongo, Tanzania, se identificaron un total de 133 especies arborescentes en 31 familias, de las cuales 69% se consideraban útiles, encontraron que eran en las épocas de secas y que muchos árboles tenían una variedad de usos, con esto se deduce que los aprovechamientos de recursos no maderables de las especies forestales como son el uso de resinas y pinturas y demás sub productos (Moreno, 2009).

En las últimas décadas el deterioro de las áreas naturales a nivel mundial se ha acelerado dramáticamente y las acciones humanas han desempeñado un papel considerable en esta transformación, la tasa de conversión de coberturas naturales en coberturas agrícolas se ha estimado en 4×10^6 ha/año en los últimos cuarenta años como resultado de la dinámica económica local y mundial, llevando a la transformación de paisajes con gran diversidad biológica en paisajes homogéneos. Uno de los ecosistemas más afectados por las actividades humanas ha sido el Bosque Seco. En la actualidad, se encuentra distribuido en Suramérica, Centroamérica, Eurasia, Australasia, África y el Sudeste de Asia sobre la franja tropical. En Latinoamérica y el Caribe entre el periodo 2001-2010 presentó una deforestación del 80 %, principalmente en la Región del Chaco de Argentina, la región de Santa Cruz en Bolivia, la región occidental de Paraguay y el sur del Lago de Maracaibo en Venezuela. Las condiciones climáticas y la fertilidad de sus suelos favorecieron el desarrollo agrícola y ganadero (Alvarado, 2015).

Considerando la deforestación histórica 2000 – 2030, equivalente a 1,704,696 has, y un programa de Restauración Forestal 2014 – 2030 equivalente a 1, 800,000 has, se logra una recuperación de cobertura boscosa superior en 139,990 has a la deforestación dada desde el año 2000. Lo que indica que el Programa se apresta a recuperar la deforestación histórica del país que se dio desde el año 2000 así como la que se espera que se dé hasta el 2030, y aun así aportar a la recuperación de cobertura vegetal deforestada en la década de los años 90 (MAE, 2014).

Las regiones andinas altas son las principales fuentes de generación de agua para otras regiones geográficas. La calidad, la cantidad y distribución de la producción de agua desde las montañas son, consecuentemente de mucha importancia social y económica, así aparte del problema de pérdida de la capa fértil del suelo, la erosión también causa problemas de sedimentación de los lechos fluviales, lo que puede conducir a fluctuaciones indeseables de fluido del agua y, en casos extremos a inundaciones catastróficas de áreas agrícolas en las tierras bajas (Brandbyge, 2007).

El nuevo desafío que el MAE asume es una Restauración Forestal con un alcance amplio para integrar procesos de forestación y recuperación ecológica, que articule ecosistemas fragmentados y permita lograr una conectividad biológica que faciliten los flujos de intercambios de la biodiversidad y de los bienes y servicios que se obtienen de los ecosistemas, particularmente del bosque. Esta restauración eco sistémica formará áreas importantes de cobertura boscosa que serán espacios de hábitat para el albergue de biodiversidad, formación y protección de suelos, recuperación y regulación hídrica, entre otros aspectos ambientales importantes (MAE, 2014).

La reforestación contribuye, en cierta medida, al cambio en el patrón de la positividad de las pruebas cutáneas y puede traer como consecuencia exacerbaciones más frecuentes de enfermedades respiratorias. Es una actividad que debe ser regulada y asesorada siempre por expertos (Palma, 2014).

La disminución de ciertos tipos de madera en el mercado se asocia mayormente a las variaciones climáticas, restricciones del Ministerio del Medio Ambiente, mayor competencia y constituyen el factor más importante es la falta de materia prima. Para evitar la pérdida de los bosques naturales, el ente rector en esta actividad puso

restricciones para garantizar un aprovechamiento forestal controlado. Cada propuesta de tala requiere un permiso escrito del MAE para cortar y de la misma manera se controla el transporte de la madera. Sin embargo, estas medidas de control no son conocidas por la población rural, y la tala ilegal se observa con mucha frecuencia. El control policial incrementa los precios de la madera y su consiguiente escasez; más o menos 50% de la madera en el mercado viene de la tala ilegal (Weigend, 2005).

2.2.3. Bosque seco Interandino.

Los bosques secos en general están ubicados en zonas relativamente pobladas, muchas veces en suelos aptos para cultivos y por tal razón han sido muy intervenidos y destruidos mucho más que los bosques húmedos. La situación no es diferente en Ecuador; sus bosques secos son poco conocidos, muy amenazados y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para subsistencia y a veces para la venta (Aguirre, 2006).

Los mismos son definidos como las formaciones vegetales donde la precipitación anual es menor a 1.600 mm con una temporada seca de al menos cinco a seis meses, consecuentemente, los procesos ecológicos son marcadamente estacionales y la productividad primaria neta es menor que en los bosques húmedos (Etter, 2014).

En áreas degradadas de bosque seco se presenta el reemplazo de árboles por arbustos, con alta proporción de suelo desnudo. La vegetación se presenta en parches con predominio de arbustos de leguminosas y cactáceas, proceso que se conoce como aridización. Estas trayectorias de la vegetación son irreversibles debido a la magnitud de impactos como el pastoreo y la erosión hídrica, que implica a una pérdida de la fertilidad del suelo y de la biodiversidad local y regional (Valencia, 2012).

El Bosque seco interandino se encuentra localizada entre 1600 y 2600 msnm, con variaciones micro climáticas de acuerdo a los pisos altitudinales de las cordilleras aledañas y corresponde a la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo (Jorgensen, 1999).

Lastimosamente la vegetación primaria de esta formación ha sido alterada completamente por actividades relacionadas al desarrollo económico y social de la zona,

como son la agricultura, ganadería, etc. En la actualidad se observan muy pocas asociaciones de árboles y en algunas zonas se localizan formaciones de eucaliptos, cipreses y pinos, por lo cual es prioritario para el proyecto y para la zona, la búsqueda de alternativas de rescate, conservación y recuperación de los remanentes de bosques actuales.

Tabla 4

Zonas altitudinales propuesta en m.s.n.m. en la Región Andina.

	Estribaciones Occidentales		Estribaciones Orientales	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Tierras Bajas	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Pie montano	300 - 1100	300 - 1100	600 - 1300	800 - 1300
Montano bajo	1300 - 1800	1100 - 1500	1300 - 2000	1300- 1800
Montano	1800 - 3000	1500 - 2900	2000 - 2900	1800 - 2800
Montano alto	3000 - 3400	2900 - 3600	2900 - 3600	2800 - 3100

Fuente: (Aguirre, 2013)

“El bosque montano bajo (bs-MB) es uno de los ecosistemas menos conocidos y mayormente amenazados en el Ecuador” (Mena, 1993). Desde hace 15.000 años, los seres humanos han producido impactos graves en el medio ambiente. Lutelyn (1993) estima que hemos perdido 90-95% de los bosques nor andinos por deforestación. En la actualidad se puede comprobar fácilmente cómo se sigue utilizando la tierra para cultivos, pastoreos, y combustible vegetal.

2.2.4. Diagnóstico de cobertura Vegetal

Los bosques en todo el mundo han sufrido cambios positivos y negativos, en cantidad y calidad. Este proceso de cambio se encuentra asociado a factores económicos sociales y ambientales (FAO, 2006).

El conocimiento de la cobertura y uso de la tierra constituye uno de los aspectos más importantes dentro del análisis físico biótico para un diagnóstico forestal por ser indispensable no sólo en la caracterización y especialización de las unidades de paisaje, sino también, por su influencia en la formación y evolución de los suelos (Miranda, 2006).

La Cobertura Vegetal es importante porque brinda refugio a las especies animales raras, muchas de ellas en peligro de extinción; además de proporcionarles alimento, evita la erosión del suelo, atrae las lluvias, mantiene la fertilidad de los suelos y es un sumidero de CO₂ (Gordon, 2010).

En este sentido es importante señalar que según Mena & Wong (2011) en el análisis de cobertura consiste en la medición de una pequeña porción del bosque en relación a la extensión total del mismo con el objetivo de determinar sus características dasonométricas (altura, diámetro, densidad, entre otras.)

2.2.4.1. Índices de diversidad:

Con la obtención del índice de valor de importancia IVI, a través de la integración de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia para cada especie arbórea, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de una especie dentro de una comunidad determinada. Es de esperarse que aquellas especies pioneras (favorecidas por la luz) aumentan el valor de importancia después de una intervención con fines maderables (aclareos o cortas de regeneración), las tolerantes deben disminuirlo y las nómadas pueden tener un comportamiento irregular (Corral, Aguirre, & Jimenes, 2002).

2.2.4.1.1. Índice de Shannon:

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, (Shannon, 1998) derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1,

mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Pla, 2006).

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*) como indica Shannon (1998).

2.2.4.1.2. Índice de Simpson:

Índice de diversidad de Simpson es también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat.

El índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice decrecen o aumentan según la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobre valora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total. (Soler, Berroteran, & Gil, 2013). Según Aguirre (2013) en su guía métodos para medir biodiversidad nos expresa los siguientes tipos de diversidad:

Diversidad alfa: es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat /sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos.

Diversidad beta: es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un ecosistema se da entre comunidades; expresa el grado de similitud y disimilitud. Heterogeneidad (diversidad) de hábitats.

Diversidad gama: es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un ecosistema, es el resultante de la diversidad alfa y beta.

2.2.5. Retenedores de Humedad

Un gel se define como una red tridimensional de cadenas flexibles, constituida por unos elementos conectados de una determinada manera e hinchada por un líquido. Los retenedores de humedad son polímeros que poseen unas características particulares. Son hidrófilos, es decir afines al agua, así como blandos, elásticos y en presencia de agua se hinchan, aumentando considerablemente su volumen, pero manteniendo su forma hasta alcanzar un equilibrio físico-químico, mientras que en estado deshidratado (xerogel) es cristalino (Elisseeff, 2008). Geles a base de proteínas e híbridas que contienen dominios de proteínas presentan un novedoso avance; tales biomateriales pueden auto-ensamblarse a partir de polímeros de bloque o de injerto (Kopeck, 2008).

Una forma de lograr un manejo más eficiente del agua es con el uso de retenedor de humedad, polímeros a base de acrilamida, altamente absorbentes e insolubles en agua, que constituyen una alternativa limpia y eficiente para reducir las pérdidas de agua en la agricultura propiciadas por la evaporación y percolación, reduciendo los costos tanto en insumos (fertilizantes) al disminuir las pérdidas por infiltración, como en energía eléctrica al aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo y permitir reducir la frecuencia de los riegos (Lopez, Garza, & Jimenez, 2016).

Dada su alta capacidad de absorción de agua, su uso vendría a ser una alternativa en la búsqueda de opciones para reducir la sobre explotación de los mantos freáticos, permitiendo también incrementar la rentabilidad en la agricultura en áreas con escasez del recurso agua.

Los suelos que reciben poca lluvia o irrigación o son demasiado porosos para contener su humedad en la zona de las raíces, se benefician notablemente con el uso de retenedores de humedad. Adicionalmente, en suelos arcillosos los polímeros retenedores ayudan a mejorar el contenido de aire del suelo dado el proceso de expansión que se genera por los ciclos de absorción-liberación del material (Buchholz & Graham, 1998 y Kazanskii & Dubrovskii, 1992 citados en Baron, Barrera, Boada, & Rodriguez, 2017) presentaron estudios acerca de la influencia de los polímeros retenedores de humedad sobre las características de los suelos. Los polímeros súper absorbentes han mostrado resultados positivos en germinación, producción y supervivencia de repollos y maíz donde se han

alcanzado incrementos en la producción hasta del 10% con el empleo de la misma cantidad de agua. A pesar de que en las aplicaciones forestales se consume la mayor cantidad de los retenedor de humedad, para aplicación en suelo con el fin de disminuir frecuencia y cantidad de irrigación, no se han reportado suficientes y consistentes datos. Los polímeros retenedores se emplean adicionalmente en campos deportivos y jardines para disminuir los costos de mantenimiento y conservar la frondosidad (Baron, Barrera, Boada, & Rodriguez, 2017).

En este sentido Lopez (2016) menciona que, los hidro retenedores son polímeros hidrófilos o absorbentes de agua con estructura tridimensional, constituidos generalmente por moléculas orgánicas de cadena larga y elevado peso molecular unidas mediante enlaces transversales entre las cadenas que en contacto con agua, esta se desplaza hacia el interior de las partículas de polímero y a medida que el agua se difunde la partícula incrementa su tamaño y las cadenas poliméricas se mueven para acomodar las moléculas de agua; simultáneamente, la presencia de puntos de entrecruzamiento evita que las cadenas en movimiento se separen y por tanto se disuelvan en el agua.

En los últimos años se ha incrementado el interés sobre los hidro retenedores que experimentan cambios en volumen, en respuesta a pequeñas variaciones en las condiciones del medio que los rodea, característica típica de su incompatibilidad de naturaleza inerte, propiedades mecánicas resistencia química y térmica, ha abierto las puertas a una amplia variedad de aplicaciones tecnológicas en medio ambiente y agricultura.

Tabla 5
Ficha técnica Hidrogel

Technical Data Sheet	
Sample Name	Cosecha de lluvia Agricultura Grade SAP Potassium based
Type	700x
appearance	White Granules
Water sopping times ratio (pure wáter ml/g)	≥700
Water- Keeping ratio	≥500
Moisture (%)	i 6
PH (1% water solution)	6.0 – 7.5
Monomer content (ppm)	i 500
Gel Intensity	Strong
Potassium	17.8%

2.2.6. Descripción Botánica

Según Rico (2001) describe a la *Vachellia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd. Taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Sub Familia: Mimosoideae
Género: Vachellia
Especie: macracantha

Árbol espinoso que alcanza un tamaño de 4 m de altura, tronco macizo, de color gris oscuro. Hojas con espinas largas y anchas en su base. Flores amarillas, con frutos en forma de vaina. Florece y da frutos en tiempo de lluvias. Se encuentra en los barrancos, dentro y fuera de la población, en los terrenos de siembra, en las cañadas, laderas y cerros, con mayor presencia en bosques secos (Quattrocchi, 1999).

2.3. Marco Legal

Con base a la normativa vigente y aplicable se describen los artículos relacionados con la presente investigación:

Capítulo III

De los Bosques y Vegetación Protectores

Art. 6 Se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- a) Tener como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre;
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial;
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua;

- d) Constituir cortinas rompe vientos o de protección del equilibrio del medio ambiente;
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico -forestal;
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y,
- g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

Capítulo IV

De las Tierras Forestales y los Bosques de Propiedad Privada

Art. 9.- Entiéndase por tierras forestales aquellas que, por sus condiciones naturales, ubicación, o por no ser aptas para la explotación agropecuaria, deben ser destinadas al cultivo de especies maderables y arbustivas, a la conservación de la vegetación protectora, inclusive la herbácea y la que así se considere mediante estudios de clasificación de suelos, de conformidad con los requerimientos de interés público y de conservación del medio ambiente.

Capítulo V

De las Plantaciones Forestales

Art.13 Declárese obligatoria y de interés público la Forestación y reforestación de las tierras de aptitud Forestal tanto público, como los privados que tengan interés y con los propietarios que dispongan de tierras forestales, y prohibiese su utilización para otros fines.

Para el efecto, el Ministerio del Ambiente, formulará y se someterá a un plan nacional de forestación y reforestación, cuya ejecución la realizará en colaboración y coordinación con otras entidades del sector público, con las privadas que tengan interés y con los propietarios que dispongan de tierras forestales.

La expresada planificación se someterá al mapa de uso actual y potencial de los suelos, cuyo avance se pondrá obligatoriamente en conocimiento público cada año (MAE, 2004).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia de Imbabura, Cantón Urcuquí. De acuerdo al nuevo Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental según el Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE, 2012) está considerada el área como arbustal xérico montano de los valles del norte y Matorral seco montano del sector Norte y Centro de los Valles Interandinos.

Zona altamente antropizada desde la década de 1950, con cultivos de caña, haciendas agropecuarias, poblaciones y varias vías que son el paisaje predominante en la zona. Con remanentes boscosos naturales ubicados entre los ríos Ambi y Tahuando, que constituyen barreras naturales que aíslan a la flora y fauna características del área. (Ecuambiente , 2014)

No se han encontrado estudios científicos específicos para el área de investigación; sin embargo, algunas publicaciones relatan registros y antecedentes de zonas comparables en el Valle del Chota (Imbabura) y Jerusalén (Pichincha). Lamentablemente, la antropización de la zona ha desplazado por completo la flora y fauna características del lugar y ha confinado a pequeños remanentes de bosque natural, que, por su inaccesibilidad, son las únicas áreas modelo para el control de la zona.

Respecto al uso de suelo y cobertura en ciertos sectores del área de estudio, se aprecia parches reducidos de vegetación con árboles pequeños, entremezclados con arbustos espinosos; en su mayoría estas áreas han sido alteradas y/o abandonadas por lo que se modifica su estructura y composición (Anexo 20).

La misión de las áreas de conservación enmarca actividades orientadas a garantizar la protección a largo plazo de los servicios ambientales de los bosques, en especial su

diversidad biológica, la conservación del suelo, de las cuencas y la regulación climática (IFEZ, 2013).

En este sentido la investigación se realizó dentro de las 1684 has. (Anexo 15), establecidas como áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento YACHAY, cantón Urcuquí provincia de Imbabura.

3.2. Descripción Sitio Experimental

El área de estudio se encuentra en las Coordenadas UTM Latitud 814519E Longitud 10044918N, altitud promedio 2087 msnm. De manera general (Anexo 14) se podría considerar que esta zona de la región interandina, el cantón Urcuquí, según la clasificación climática de Pourrut (1995) , presenta un clima mesotérmico semi húmedo a húmedo, ecuatorial mesotérmico seco y tropical megatérmico húmedo (GADMU, 2011). Temperatura media mensual 16.5°C (Ecuambiente , 2014).

El cantón Urcuquí se caracteriza por presentar fuertes precipitaciones los meses de abril y noviembre (Anexo 13) formando un régimen de lluvias interanual de distribución bimodal (GADMU, 2011). Precipitación promedio o anual oscila entre 500 mm y 700 mm al año (Ecuambiente , 2014).

3.2.1. Zonas de vida

Según el sistema de clasificación (Holdridge, 1967), el área de estudio pertenece a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo ee-MB. De acuerdo al Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador de (Cañadas, 1983), la Zona de Vida o Formación Vegetal en los sitios de muestreo se denomina “Monte espinoso premontano” y “Estepa espinosa montano bajo” La cobertura vegetal generalmente presenta dos estratos bien diferenciados con árboles emergentes *Caesalpinia spinosa*, *Vachellia macracantha* (*Fabaceae*) y *Tecoma stans* (*Bignoniaceae*). En cambio, las pequeñas especies arbustivas con espinas está dominada por varios géneros y especies de cactus, como *Clesistocactus sepium*, *Opuntia soederstromiana*, *O. Pubescens* y *O. tunicata* (*Cactaceae*), *Dodonaea viscosa* (*Sapindaceae*), *Talinum paniculatum* (*Portulacaceae*), *Mimosa quitensis* (*Fabaceae*), *Croton elegans* (*Euphorbiaceae*). En sitios donde cruzan los canales de agua

se puede observar: *Schinus molle* (*Anacardiaceae*); *Salix humboldtiana* (*Salicaceae*); *Tillandsia recurvata*, *T. secunda* (*Bromeliaceae*) (Ecuambiente, 2013).

La vegetación puede ser espinosa pero las plantas armadas no dominan. (GADMU, 2011). Las actividades agrícolas y pecuarias se implantaron a costa de la destrucción de la vegetación nativa propia de esta zona seca. Un 34% del área está ocupada por vegetación arbustiva y de matorral espinoso de clima seco (Ecuambiente , 2014).

3.3.Diseño y tipo de investigación

En este estudio se aplicaron los siguientes tipos de investigación: documental experimental y cuantitativa que proporcionarán los datos para el desarrollo de los objetivos planteados.

El análisis de cobertura consiste en la medición de una porción de bosque relativamente pequeña en relación a la extensión total del mismo, con el objetivo de determinar sus características dasométricas (Jimenez, 2011); en este sentido, se realizaron varios recorridos preliminares de campo, en los cuales se ejecutaron varias actividades como: toma de puntos GPS (Tabla 6), identificación de la zonas alta, media, baja (Anexo 16), demarcación los cuadrantes entre otras actividades.

Se utilizó un muestreo aleatorio simple donde se ubicaron 5 parcelas por zona, seleccionando 15 muestras en las zonas (alta, media y baja), dentro de las cuales se estableció cuadrantes de 20 x 20 (400 m²) (Mostacedo, 2000) los cuales fueron georreferenciados según se indica en el Anexo 10. Dentro de cada cuadrante se identificaron y midieron todos los individuos con diámetro basal mayor o igual a 5 cm de diámetro (Yaguana,C., 2012) como se observa en la Tabla 7.

Tabla 6

Puntos de muestreo en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay

Punto de muestreo	Zona	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
1	alta	813309	10047097	2317
2	alta	813540	10047163	2337
3	alta	813397	10046194	2361
4	alta	813445	10046302	2328
5	alta	813555	10047094	2315
6	media	815644	10046997	2112
7	media	815988	10047058	2123
8	media	816744	10046829	2130
9	media	816612	10046728	2110
10	media	816514	10047049	2108
11	baja	818152	10044008	1921
12	baja	818416	10044656	1917
13	baja	818256	10043729	1791
14	baja	818235	10044336	1946
15	baja	819086	10045794	1833

3.4. Registro de la Información

La información recolectada se sistematizó en tablas de formato Excel, donde se cuantificaron los datos obtenidos, realizando los respectivos análisis de frecuencia y abundancia como se indica a continuación:

Tabla 7

Hojas de campo.

Parcela: 20 x 20 m					Sector:		
Evaluación: Individuos ≥ 5 cm \varnothing					Tipo de Bosque:		
Coordenadas:		X:		Y:		Fecha:	
Nro. Árbol	Nombre Común	Nombre científico	DAP (cm)	HT (m)	Distancia (m)		
					X	Y	

Hoja de campo utilizada para la colección de parámetros dasométricos de todos los individuos ≥ 5 cm de diámetro basal.

Tabla 8

Hoja de campo para toma de datos arbustos

Sub parcela: 5 x 5 m		Sector:		
Evaluación: Individuos \leq 5 cm y 1,5 cm de altura		Tipo de Bosque:		
Coordenadas : X		Y	Fecha:	
Nro.	Nombre Común	Nombre científico	N° de Individuos	Observaciones

Hoja de campo utilizada para la colección de parámetros dasométricos de todos los individuos \geq a 5 cm de diámetro basal.

3.5. Análisis de Datos

En esta sección se realizaron los parámetros, valores, fórmulas para los diferentes análisis de datos.

3.5.1. Diagnóstico de cobertura Vegetal

Con los datos obtenidos, se determinó parámetros cuantitativos de: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (Fr), Dominancia relativa (DmR), índice valor de importancia (IVI), índice de Simpson y Shannon, para lo cual se aplicó las siguientes fórmulas:

Densidad:

Relaciona el número de individuos de una especie por unidad de área. Se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Densidad absoluta (D) \# ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$$

Tabla 9

Valores de Densidad para estimar densidad en árboles

Valor Calculado de Densidad	Valor Ponderado	Calificación
0 – 300 individuos/hectárea	1.67	Vegetación rala (R)
301 – 600 ind /hectárea	3.33	Vegetación semidensa (SD)
Más de 600 ind / hectárea	5	Vegetación densa (D)

Tabla de ponderación para cálculo de densidad individuos por hectárea.

Tabla 10

Valores de densidad para estimar densidad arbustos

Valor Calculado de Densidad	Valor Ponderado	Calificación
0 – 500 individuos/hectárea	1.67	Vegetación rala (R)
501 – 1000 ind /hectárea	3.33	Vegetación semidensa (SD)
Más de 1000 ind / hectárea	5	Vegetación densa (D)

Tabla de ponderación para cálculo de densidad individuos por hectárea.

Densidad relativa

Se determina con la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad relativa (DR)\%} = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

Tabla 11

Valores de densidad relativa de una especie vegetal

Valor calculado de densidad Relativa	Valor Ponderado	Calificación
0 -33%	1.67	Escasa (E)
34 – 75%	3.33	Común (C)
76 – 100%	5	Abundante (A)

Frecuencia

Se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{Número de cuadrantes en que está la especie}}{\text{Número total de cuadrantes evaluados}} \times 100$$

Dominancia relativa

Se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Dominancia relativa (DmR) \%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Índice Valor Importancia (IVI)\%} = \text{DR} + \text{DmR} + \text{FR} / 3$$

Tabla 12

Valores de IVI

IVI	Valor Ponderado	Calificación
0 – 33%	1.67	Poco Importante (PI)
34 – 75%	3.33	Importante (I)
76 – 100%	5	Muy Importante Ecológicamente (MIE)

Tabla de valores de IVI ponderados para estimar el estado de conservación de una especie.

Tabla 13

Matriz organización de la información y calcular los parámetros estructurales de la vegetación.

Especie	Parcela			Total individuos	Área basal	Densidad ind/ha	Densidad relativa (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	Índice valor de importancia
	1	2	n							
Total										

Fuente: (Aguirre Z. , 2013)

a) Índice de Dominancia de Simpson

La ecuación aplicada en la investigación es:

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

$$D = 1 - \sum pi^2$$

Donde:

D = Índice de Simpson

S= Número de especies

N= Total de organismos presentes

ni= proporción de la abundancia de la especie i, con respecto a la población total de las especies (abundancia relativa con respecto a la unidad)

Tabla 14

Matriz recomendada para organizar información y calcular el índice de Simpson.

Especie	No de Individuos	Pi (n/N)	Pi ²
Total	N		∑Pi ²

Fuente: (Aguirre, 2013)

b) Índice de Diversidad de Shannon- Wiener

Este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos. (Granda, 2006)

La ecuación aplicada en la investigación es:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

La ecuación aplicada es: $H = - \sum p * \ln p$

H = Índice de Shannon – Wiener

S = Número de especies (riqueza de especies)

pi = proporción de la abundancia de la especie i, con respecto a la población total de las especies (abundancia relativa con respecto a la unidad).

Tabla 15

Niveles de diversidad para cada índice

Nivel de significación por índice

Shannon- Wiener	Simpson
0 a 1,5 (diversidad baja)	0 a 0,4 (diversidad baja)
1,5 a 3,5 (diversidad media)	0,4 a 0,8 (diversidad media)
3,5 a 4 (diversidad alta)	0,7 a 1 (diversidad alta)

Fuente: Menhinick, 1964

3.5.2. Aplicación de retenedores de humedad.

Se identificó y georreferenció el lugar a realizar la investigación, donde se procede a establecer la siembra de la especie forestal *Vachellia macracantha* por sus cualidades en bosque seco interandino.

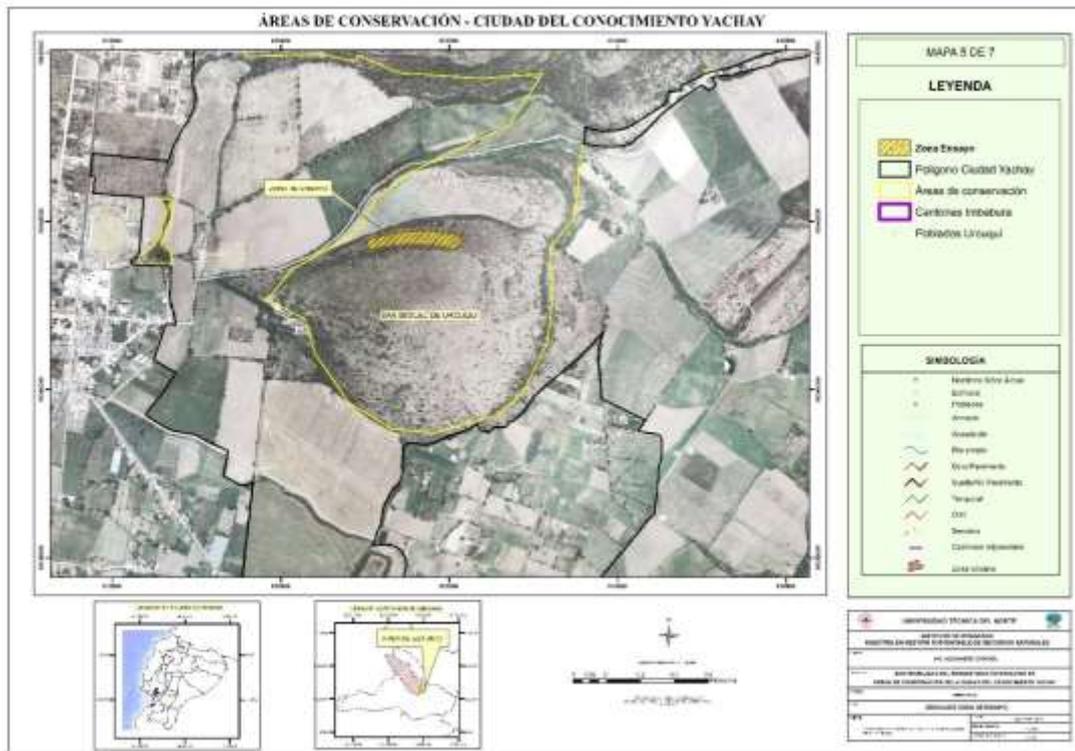


Figura 1 Área de investigación aplicación retenedores de humedad

Como se aprecia en la Figura 1 se procedió a situar 4 bloques con una dimensión de (50m x 50m) cada uno; en cada bloque se procedió a realizar el hoyado en dimensiones 30cm x 30cm x 40 cm. A una distancia de siembra de 5m x 5m y una densidad de 96 árboles de la especie *Vachellia macracantha*, por lote. Dando un total de 396 individuos. Aplicando aleatoriamente el tratamiento a ser aplicado, según se indica en el anexo 21. Cada bloque estuvo bien delimitado con estacas en las esquinas de la parcela, el cual contendrá información ubicada en un rótulo, de la fecha de siembra, tratamiento, entre otros.

Tabla 16

Aplicación de tratamientos

Tratamientos	Cantidad retenedor de humedad
T0	0 ml
T1	500 ml
T2	1500 ml
T3	2000 ml

La toma de datos se realizó a los a los 120 días de realizada la plantación experimental.

3.5.3. Procedimiento de la Investigación

El diseño aplicado en la presente investigación es el Diseño Completo de Bloques al Azar, con 4 tratamientos incluido el testigo, 4 repeticiones y 96 plantas por unidad experimental y un universo 396 individuos.

Tabla 17

Fuente de variación para el análisis estadístico

Fuente	G.L.
Bloques	3
Tratamiento	3
Error	9
Total	15

Los resultados para las variables, sobrevivencia, tamaño de planta, diámetro basal y estado fitosanitario se someterán a la prueba, Tukey al 1% y 5% así como la prueba de Duncan al 5% y determinar el mejor tratamiento.

3.5.4. Análisis Cuantitativo

Las variables a evaluar son:

- **Sobrevivencia:** se realizó el conteo del número total de individuos vivos siendo 100% este un valor constante; con este valor se procedió a obtener la relación entre el número total de individuos vivos en cada medición y la población inicial de la plantación. Para establecer el porcentaje de sobrevivencia se estableció la siguiente fórmula.

$$S\% = \frac{\text{Número de individuos plantados} - \text{Número de individuos vivos}}{\text{Número de individuos plantados}} \times 100$$

- Tamaño de la planta, (desde la base hasta el ápice) Se colocó a cinco centímetros de cada planta una estaca pintada, a nivel del suelo la cual se utilizó como referencia para la medición de la altura utilizando una cinta métrica con precisión al centímetro. Para la medición del diámetro basal, se utilizó calibrador con una precisión al 0.01mm (anexo 22).

Para calcular el estado fitosanitario de la planta, se utilizó la siguiente escala y su identificación fue visual.

Tabla 18

Parámetros de determinación del estado Fitosanitario

Clasificación	Puntaje
Excelente: Sin lesiones de plagas y enfermedades	4
Bueno: Lesiones en un 25% de área foliar	3
Regular: Lesiones en un 50% del área foliar	2
Malo: Lesiones en un 75% del área foliar	1

Fuente: (Erazo, 2010)

3.5.5. Análisis económico

El análisis económico se realizó mediante una comparación de costos, tomando como referencias las tablas de costos por especie y por densidad MAGAP 2014-2017, y MAE 2014-2017 determinando el costo por plantación por hectárea, así como en el valor del retenedor de humedad, costo de balizado y hoyado, costo de la planta, así como la mano de obra utilizada en la siembra.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y PROPUESTA

4.1.Diagnóstico

En el diagnóstico de la cobertura vegetal en áreas de conservación Ciudad del conocimiento Yachay se obtuvieron los siguientes resultados:

En las 3 zonas de estudio (alta, media, baja) se encontraron, 4 especies forestales, 6 especies arbustivas, las mismas que fueron analizadas y se obtuvieron los siguientes resultados:

Zona Alta:

Tabla 19

Datos obtenidos Diagnostico de cobertura vegetal zona alta

Especie	DA	DR	FR	DMR	IVI
<i>Vachellia macracantha</i>	0.00850	0.584192	100	100	66.861397
<i>Crotón elegans</i>	0.87350	60.034364	80		
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.57300	39.381443	100		
<i>Lantana sp</i>	0.0350	0.240550	20		

Como se aprecia en la tabla 19 la especie forestal *Vachellia macracantha* presenta una Densidad Relativa (E) escasa, una Dominancia Relativa del 100% en las parcelas y un IVI 66.86% siendo un parámetro (I) importante. En arbustos de la zona alta la especie *Croton elegans* presenta mayor Densidad relativa siendo esta (C) común y la especie *Dodonaea viscosa* una frecuencia relativa del 100% es decir que está presente en todas las parcelas de la investigación.

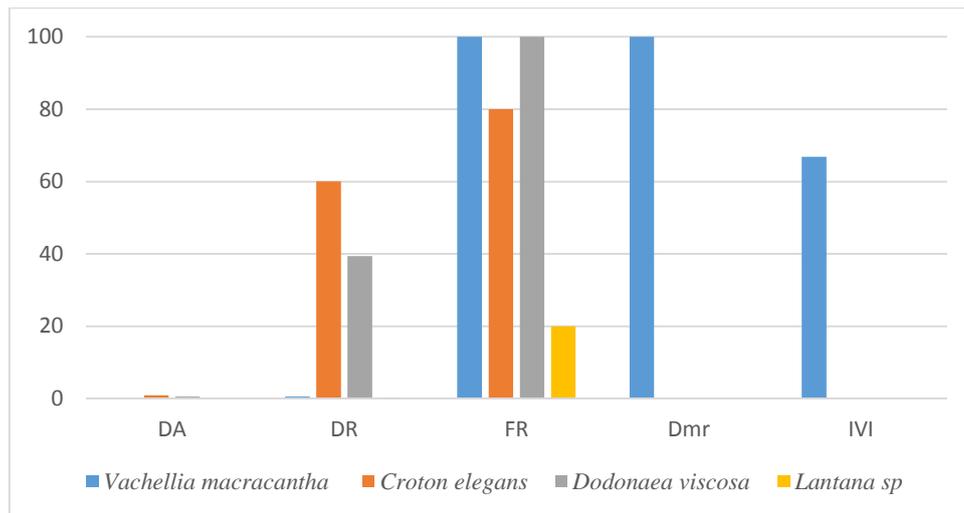


Figura 2 Diagnóstico de cobertura vegetal zona alta

Como se observa en la Figura 2 la especie *Vachellia macracantha* es la que presenta mayor índice de valor de importancia, así como mayor porcentaje de dominancia relativa y frecuencia relativa.

Zona media:

Tabla 20

Datos obtenidos zona alta Diagnostico de cobertura vegetal Zona media

Especie	DA	DR	FR	DMR	IVI
<i>Vachellia macracantha</i>	0.0135	2.124311	100	97.8562	66.6601
<i>Schinus molle</i>	0.0005	0.078678	20	1.42318	7.16728
<i>Tecoma stans</i>	0.0005	0.078678	20	0.72054	6.93307
<i>Croton elegans</i>	77.4980	77.49803	100		
<i>Abutilon ibarrensensis</i>	0.94413	0.944138	40		
<i>Dodonaea viscosa</i>	13.6113	13.61132	60		
<i>Mimosa quitensis</i>	5.35011	5.350118	40		
<i>Dalea coerulea</i>	0.31471	0.3147128	20		

Como se aprecia en la tabla 20 la especie forestal *Vachellia macracantha* presenta una Densidad Relativa (C) común, una Dominancia Relativa del 97.85% en las parcelas, un IVI 66.66% siendo un parámetro (I) importante. En arbustos de la zona media la especie *Croton elegans* presenta mayor Densidad relativa siendo esta (A) abundante y una frecuencia relativa del 100% estando presente en todas las parcelas de la investigación.

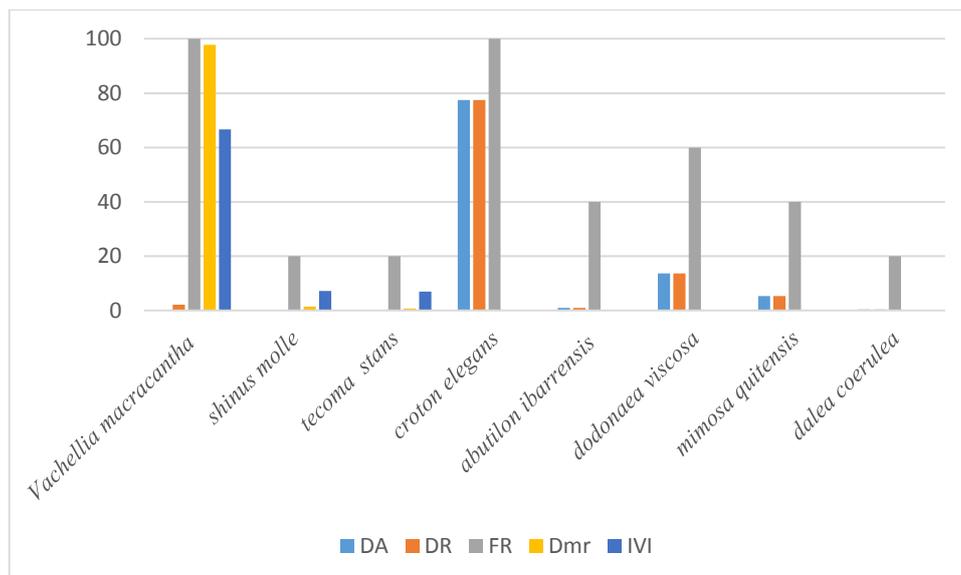


Figura 3 Parámetros de cobertura vegetal zona media

Como se observa en la figura 3 la especie *Vachellia macracantha* es la que presenta mayor índice de valor de importancia en árboles, así como mayor porcentaje de dominancia relativa y frecuencia relativa. Y la especie *Croton elegans*, así como mayor porcentaje de dominancia absoluta, dominancia relativa y frecuencia relativa.

Zona baja:

Tabla 21

Datos obtenidos zona alta Diagnostico de cobertura vegetal Zona baja

Especie	DA	DR	FR	DMR	IVI
<i>Vachellia macracanth</i>	0.009	2.50	80	68.35	50.283
<i>Schinus molle</i>	0.004	1.05	40	22.34	21.132
<i>Tecoma stans</i>	0.007	1.84	60	9.3	23.715
<i>Crotón elegans</i>	0.089	23.4	60		
<i>Abutilon ibarrensii</i>	0.003	0.78	20		
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.254	66.84	80		
<i>Mimosa quitensis</i>	0.006	1.71	20		
<i>Dalea coerulea</i>	0.007	1.84	20		

Como se aprecia en la tabla 21 la especie forestal *Vachellia macracantha* presenta una Densidad Relativa 2.50 (C) común, una Dominancia Relativa del 68.35% en las parcelas de la zona alta un IVI 50.28% siendo un parámetro (I) importante.

En arbustos de la zona baja, la especie *Dodonea viscosa* presenta mayor Densidad relativa siendo esta (C) común y una frecuencia relativa del 80% estando presente en todas las parcelas de la investigación.

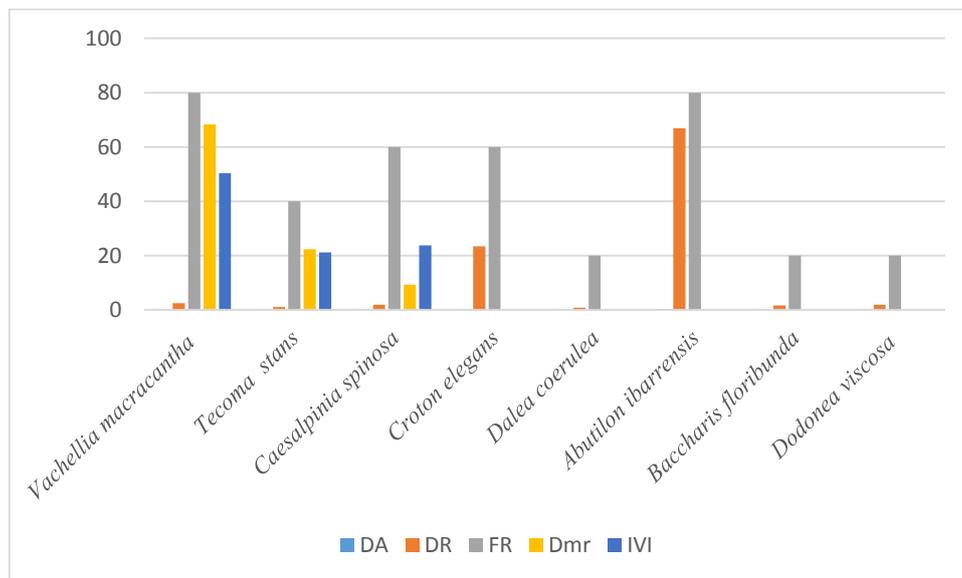


Figura 4 Parámetros de cobertura vegetal zona baja

Como se observa en la figura 4 la especie *Vachellia macracantha* es la que presenta mayor índice de valor de importancia en árboles, así como mayor porcentaje de dominancia relativa y frecuencia relativa. Y la especie *Abutilon ibarrensii* así como mayor porcentaje de dominancia relativa y frecuencia relativa.

Resumen promedio zonal alta, media, baja:

Tabla 22

Resumen de Datos promedios obtenidos de cobertura vegetal Zona alta, media y baja.

Especie forestal	Total individuos	Área basal	Densidad Absoluta	Densidad R (%)	Frecuencia (%)	DMR (%)	IVI
<i>Vachellia macracantha</i>	63	0,8882	0,0105	1,7361	93,33	88,73	61,2684
<i>Schinus molle</i>	1	0,4931	0,0262	0,0262	6,67	0,47	2,3890
<i>Tecoma stans</i>	9	0,1191	0,3771	0,3771	20,00	7,68	9,3551
<i>Caesalpinia spinosa</i>	14	0,0480	0,0023	0,6140	20,00	3,10	10,3822
Arbusto	Total individuos	Densidad A/investigada	Densidad R (%)	Frecuencia (%)			
<i>Crotón elegans</i>	2910	0,3208	26,1535	53,6441			
<i>Dodonaea viscosa</i>	1333	4,7304	18,2775	60,0000			
<i>Abutilon ibarrensensis</i>	520	0,3993	22,5947	40,0000			
<i>Mimosa quitensis</i>	68	1,7833	1,7833	13,3333			
<i>Dalea coerulea</i>	4	0,1059	0,3649	13,3333			
<i>Baccharis latifolia</i>	13	0,002	0,57	6,66666			

Como se observa en la tabla 22, la especie *Vachellia macracantha* se encuentra con mayor número de individuos forestales, 63 con una Densidad Absoluta (R) rara, una Densidad Relativa (E) escasa, un 93.33% de frecuencia en lotes y un IVI 61.26 (I) considerando como una especie importante.

En arbustos *Croton elegans* con 2910 individuos presenta una Densidad absoluta (D) densa. Una Densidad relativa 26.15 dándonos una calificación común (C), se presenta en un 53.64% de los lotes, siendo *Dodonaea viscosa* el arbusto de mayor frecuencia con un 60%.

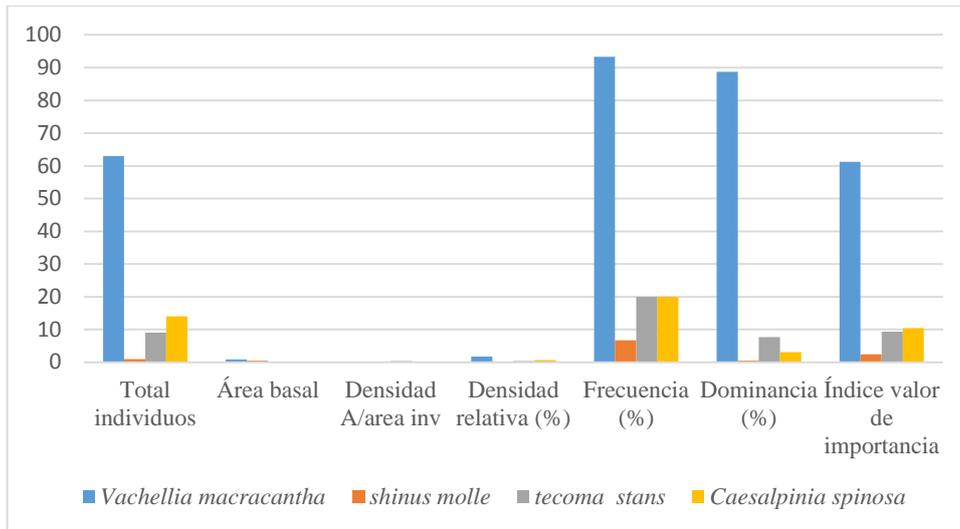


Figura 5 Diagnóstico de cobertura vegetal zona alta, media, baja

Como se observa en la figura 5 la especie forestal *Vachellia macracantha* es la especie de mayor frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia en las tres zonas.

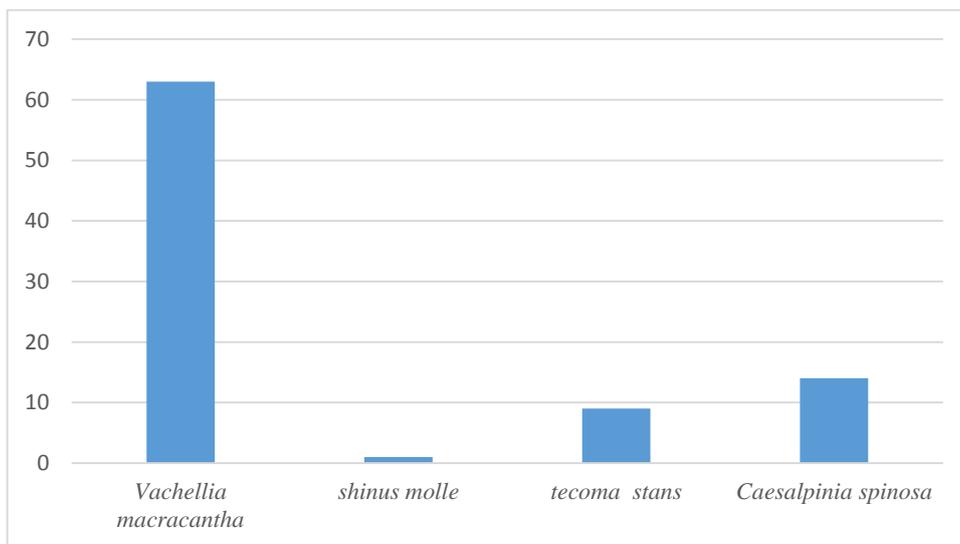


Figura 6 Número de especies forestales en las zonas alta media y baja

Como se observa en la figura 6 la especie *Vachellia macracanta* es la que mayor número de especies presenta en las tres zonas.

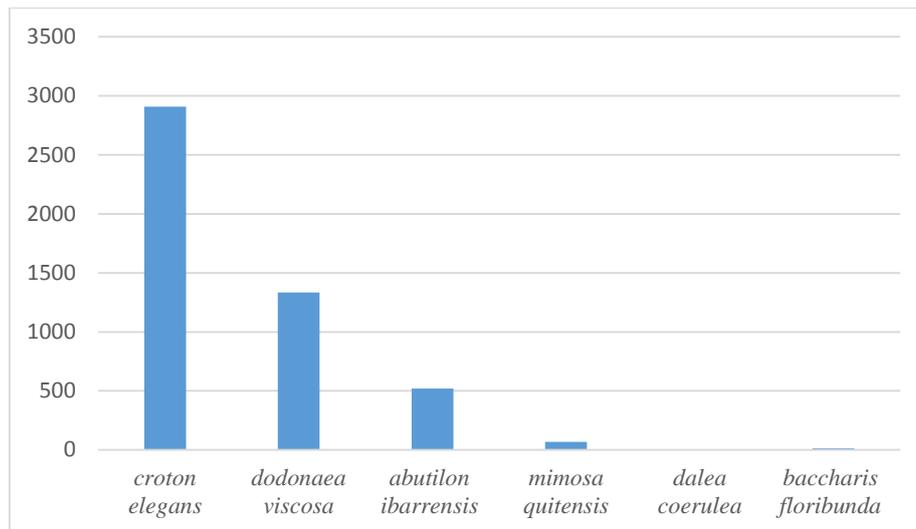


Figura 7 Número de arbustos en las zonas alta media y baja

Como se observa en la Figura 7 la especie de arbusto *Croton elegans* es la especie con mayor número de individuos.

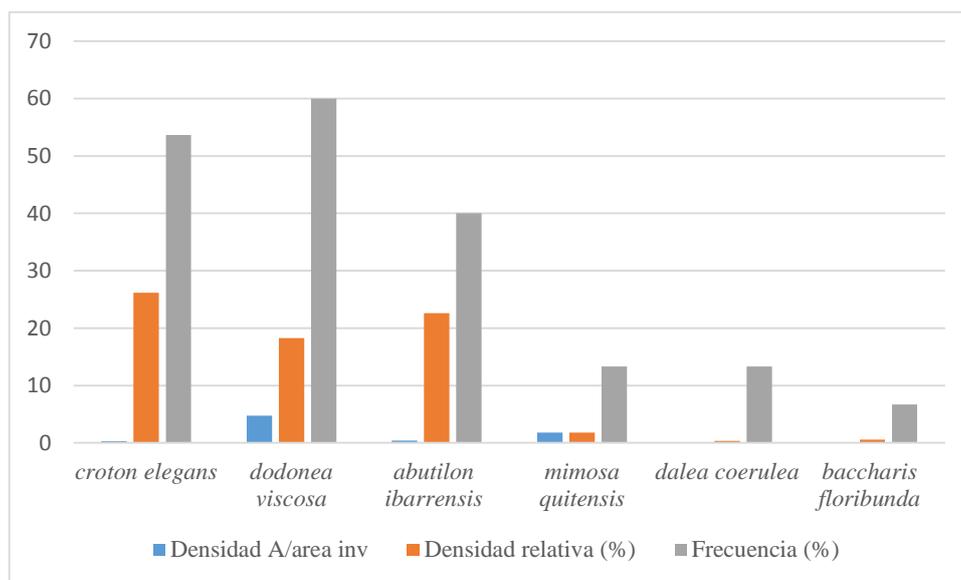


Figura 8 Diagnóstico de cobertura vegetal- arbustos

Como se observa en la figura 8 *Dodonaea viscosa* es la especie arbustiva con mayor frecuencia en las tres zonas.

Tabla 23

Índice de Simpson

Especies	Número de individuos (n)	Abundancia relativa AB=(n/N)	Pi=AB ²
<i>Vachellia macracantha</i>	63	0,012765957	0,00016297
<i>Schinus molle</i>	1	0,000202634	0,00000004
<i>Tecoma stans</i>	9	0,001823708	0,00000333
<i>Caesalpinia spinosa</i>	14	0,002836879	0,00000805
<i>Croton elegans</i>	2910	0,589665653	0,34770558
<i>Dodonaea viscosa</i>	1333	0,270111449	0,07296019
<i>Abutilon ibarrensii</i>	520	0,105369807	0,01110280
<i>Mimosa quitensis</i>	68	0,013779129	0,00018986
<i>Dalea coerulea</i>	4	0,000810537	0,00000066
<i>Baccharis latifolia</i>	13	0,002634245	0,00000694
Total	4935	D	0,43214042
		1-D	0,56785958

Aplicando el índice de Simpson la tabla 23 nos indica un nivel de significación por índice (Diversidad Media)

Tabla 24

Índice de Shannon

Especies	Número de individuos (n)	Abundancia relativa AB=(n/N)	Pi=AB ²	shannon
<i>Vachellia macracantha</i>	63	0,012765957	0,00016297	-0,0556720
<i>Schinus molle</i>	1	0,000202634	0,00000004	-0,0017232
<i>Tecoma stans</i>	9	0,001823708	0,00000333	-0,0115019
<i>Caesalpinia spinosa</i>	14	0,002836879	0,00000805	-0,0166384
<i>Croton elegans</i>	2910	0,589665653	0,34770558	-0,3114612
<i>Dodonaea viscosa</i>	1333	0,270111449	0,07296019	-0,3535544
<i>Abutilon ibarrensii</i>	520	0,105369807	0,01110280	-0,2371115
<i>Mimosa quitensis</i>	68	0,013779129	0,00018986	-0,0590381
<i>Dalea coerulea</i>	4	0,000810537	0,00000066	-0,0057693
<i>Baccharis latifolia</i>	13	0,002634245	0,00000694	-0,0156452
Total	4935	D	0,43214042	-1,0681152
		1-D	0,56785958	1,0681152

Aplicando el índice de Shannon como se observa en la tabla 24 nos muestra un nivel de significación por índice (Diversidad baja).

Siendo la biodiversidad y los ambientes naturales los que posibilitan la supervivencia del ser humano en el planeta. El abastecimiento de alimentos, materiales, aire respirable, agua, control del clima, la regulación hidrológica y la protección de la radiación solar son funciones claves de los ecosistemas biológicos, a más de proveer placer estético y artístico (Pilz, 2006) debiendo así conservar sobre manera los diferentes ecosistemas.

4.2. Aplicación del retenedor de humedad

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- En la variable sobrevivencia:

Tabla 25

Cuadro de tratamientos variable sobrevivencia

Tratamientos	I	II	III	IV	Σ	Promedio
T0	4	3	11	5	23	5,75
T1	13	14	17	11	55	13,75
T2	19	16	16	8	59	14,75
T3	19	16	21	11	67	16,75
Σ	55	49	65	35	204	51

Como se observa en la tabla 25 al analizar la variable sobrevivencia el tratamiento T3 es el que mayor porcentaje de sobrevivencia mantiene. En comparación con (Rios, 2012) el cual mostró posibilidades para su uso, en el incremento de la sobrevivencia en un 52.8% en promedio. Siendo estos resultados bajos para lo requerido en una plantación forestal.

Tabla 26

Análisis de Varianza sobrevivencia

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	0,05	0,01	
Bloques	3	118	23,6	3,371428571	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	280	93,33	13,33333333	3,86	6,99	**
Error	9	63	7				
Total	15						

ns = no significativo.

** = significativo al 1 %.

* = significativo al 5%

Al analizar la tabla 26 variancia de sobrevivencia, encontramos que no existen diferencias significativas entre bloques. Siendo altamente significativo al 1% para tratamientos.

Tabla 27

Prueba de comparación de rango múltiple de Duncan.

	T	promedio/sobrevivencia	D	C	B	No significativo	
A	T3	16,75	11,00	3,00	2,00	A=B=C	a
			4,52	4,42	4,23		
B	T2	14,75	9,00	1,00		B=C	
			4,42	4,23			
C	T1	13,75	8,00			C	
			4,23				
D	T0	5,75				D	b

Los tratamientos T1, T2 y T3 correspondientes a 500,1500 y 2000 cc de retenedor de humedad hidratado. No presentan significación para la variación de sobrevivencia ante la prueba de Duncan en la siembra de la especie *Vachellia macracanta*.

- Variable altura de planta

Tabla 28

Cuadro de tratamientos variable Altura

tratamientos	I	II	III	IV	Σ	promedio
To	7	-26	3	9	-7	-1,75
T1	6,5	14	7	4	31,5	7,875
T2	22	14	16	-10	42	10,5
T3	29	-20	48	-12	45	11,25

En la tabla 28 al analizar la variable altura observamos que el tratamiento T3 es el que mayor crecimiento obtuvo. Es así que (Hernández, 2014) el cual manifiesta en su evaluación de tres dosis de hidrogel, no se encontró diferencias significativas en la variable altura, el cual concuerda con la presente investigación.

Tabla 29

Análisis de varianza altura

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	0,05	0,01	
Bloques	3	1733,296875	346,659375	1,074953298	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	430,546875	143,515625	0,44502646	3,86	6,99	ns
Error	9	2902,390625	322,4878472				
Total	15						

ns = no significativo.

** = significativo al 1 %.

* = significativo al 5%

Al analizar la tabla 29 análisis de variancia de altura, encontramos que no existen diferencias significativas entre bloques ni en tratamientos.

- Variable diámetro basal

Tabla 30

Cuadro de tratamientos variable diámetro basal

tratamientos	I	II	III	IV	sumatoria	promedio
t0	0,5	1	-0,2	2,2	3,5	0,875
t1	3	2,7	-2,2	-3,3	0,2	0,05
t2	3,5	3,47	-0,8	-3,7	2,47	0,6175
t3	2,8	2,9	-0,15	-3,45	2,1	0,525

En el análisis de la tabla 30 variable diámetro basal se observa que el tratamiento t0 presenta mayor incremento de diámetro basal. (Rios, 2012) en su diagnóstico para reforestaciones menciona que no existe diferencias significativas en el incremento de diámetro basal.

Tabla 31

Análisis de varianza diámetro basal

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	0,05	0,01	
Bloques	3	1733,296875	346,659375	1,074953298	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	430,546875	143,515625	0,44502646	3,86	6,99	ns
Error	9	2902,390625	322,4878472				
Total	15						

ns = no significativo.

** = significativo al 1 %.

* = significativo al 5%

Al analizar la tabla 31 análisis de variancia diámetro basal, encontramos que no existen diferencias significativas entre bloques ni en tratamientos.

- Variable estado fitosanitario

Tabla 32

Valoración estado fitosanitario tratamientos

tratamiento	excelente	bueno	regular	malo
t0	1	19	1	75
t1	46	3	33	14
t2	21	31	2	42
t3	19	37	6	34

Al analizar el estado fitosanitario utilizando la tabla 32 de valoración, podemos observar que el tratamiento el tratamiento t0 presenta la menor valoración (malo) del estado fitosanitario. En este sentido (Romero, 2014) menciona en su investigación Hidrogel como mitigador de estrés hídrico, que el estado fitosanitario de la plantación forestal va conforme a su hidratación y tipo de suelo. Lo cual concuerda con la investigación.

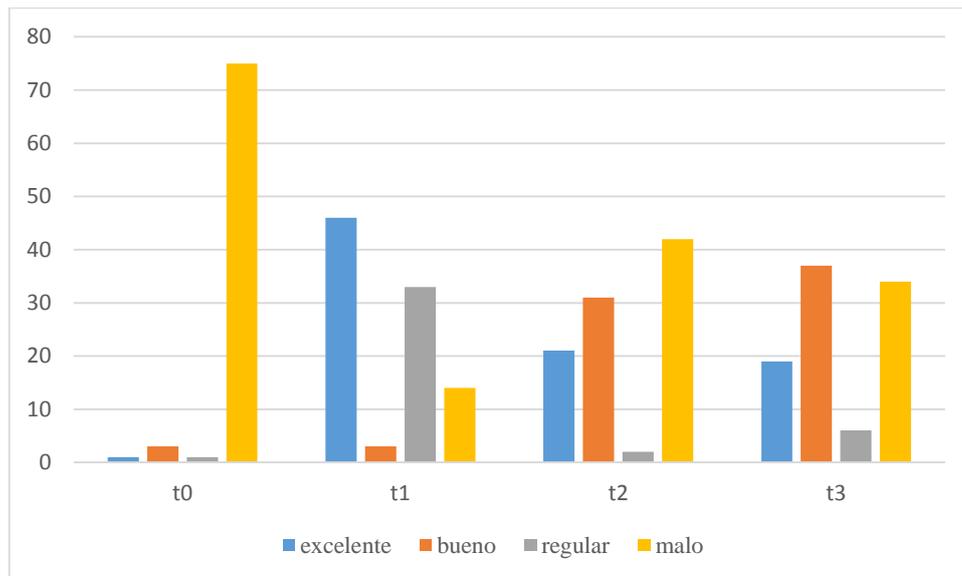


Figura 9 Estado Fitosanitario

Como se observa en la figura 9 el tratamiento t1 es el que mejor estado fitosanitario presenta.

4.3. Análisis económico de la aplicación de retenedor de humedad

En el análisis económico se realizó una comparación de costos según la Tabla de costos por especie y por densidad MAGAP 2014-2017 (tabla 34,) determinando el costo de aplicación por tratamiento, tomando como referencia el valor del retenedor de humedad, costo de balizado y hoyado, costo de la planta, así como la mano de obra utilizada en la plantación.

Tabla 33

Análisis Económico plantación Forestal

Especie:		Vachellia macracantha							
Densidad:		1,111							
Hectáreas:		1,00							
EGRESOS	U. M.	Ingreso por unidad	Unidad por Ha.	2014	Años 2015	2016	2017	TOTAL	
ESTABLECIMIENTO									
a. Mano de obra									
Socola	Jornal	24,16	4,00	96,64				96,64	
Roce o limpia	Jornal	24,16	3,00	72,48				72,48	
Señalamiento (balizada)	Jornal	24,16	3,00	72,48				72,48	
Hoyado	Jornal	24,16	7,41	179,02				179,02	
Distribución de plantas en terreno	Jornal	24,16	2,00	48,32				48,32	
Plantación	Jornal	24,16	5,56	134,32				134,32	
Aplicación de fertilizante	Jornal	24,16	1,00	24,16				24,16	
b. Insumos									
Adquisición de plantas	Planta	0,50	1.111,00	522,17				522,17	
Transporte de plantas	Planta	0,10	1.111,00	111,1				111,1	
Adquisición de fertilizante (Dos aplicaciones 15 y 20 gr)	Kg	0,95	38,89	36,94				36,94	
Transporte de fertilizante	Ha	1,60	1,00	1,60				1,60	
c. Materiales y herramientas									
Adquisición de materiales, herramientas y equipos	Kit	5,22	1,00	5,22				5,22	
SUBTOTAL ESTABLECIMIENTO				1304,45				1304,45	
MANTENIMIENTO									
a. Mano de obra									
Roce o limpia	Jornal	24,16	4,00		96,64	102,24	107,44	306,32	
Coronamiento	Jornal	24,16	2,47	59,67	64,87			124,54	
Aplicación de fertilizante	Jornal	24,16	1,00		24,16			24,16	
b. Insumos									
Adquisición de fertilizante	Kg	0,98	44,44		43,55			43,55	
Transporte de fertilizante	Ha	0,03	1,00		0,034			0,03	
c. Materiales y herramientas									
Adquisición de materiales, herramientas y equipos	Kit	0,57	1,00	0,57	0,58	0,59	0,60	2,34	
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				60,24	229,83	103,23	108,04	519,48	
INFRAESTRUCTURA									
a. Mano de obra									
Líneas corta fuegos	Jornal	24,16	4,00	96,64				96,64	
Mantenimiento de líneas cortafuegos	Jornal	24,16	4,00		96,64	96,64	96,64	289,92	
b. Materiales y herramientas									
Adquisición de materiales, herramientas y equipos	Kit	0,22	1,00	0,23	0,24	0,25	0,26	0,99	
SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA				96,87	96,88	96,89	96,90	387,55	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				2018	1461,56	326,71	200,12	193,79	2.221,48

En la tabla 33 podemos observar un valor de 2221.48 usd. por Ha con una densidad de 1111 plantas de la especie *Vachellia macracantha*.

Tabla 34

Estimación de costos para la reforestación enriquecida con especies orientada a la Restauración Forestal
MAE 2014-2017

Actividad	Jornales	Materiales	Precio jornales US\$	Precio material es US\$/unidad	Costo jornales US\$	Costo materiales US\$	Costo total US\$
Trazado	2.0		24.16		48.32	-	48.32
Rodaje inicial	5.0		24.16		120.80	-	120.80
Ahoyado	5.0		24.16		120.80	-	120.80
Plantas		400.0	24.16	0.50	-	200.00	200.00
Distribución plantas	2.0		24.16		48.32	-	48.32
Plantación	2.0		24.16		28.90	-	28.90
Fertilización –Kg	1.0	49.0	24.16	0.75	14.45	36.72	51.17
Replante	2.0	80.0	24.16	0.57	48.32	45.60	93.92
Rodaje manual	5		24.16		120.80	-	120.80
Retenedor de humedad	2	2	24.16	18	48.32	36.00	84.32
Total año 0	26.0				599.03	318.32	917.35
Vigilancia y control	3		24.16		72.48		72.48
Rodaje manual	5		24.16		120.80		120.80
Total año 1	8.00	-		-	193.28	-	193.28
Vigilancia y control	3		24.16		72.48		72.48
Rodaje a manual	5		24.16		120.80		12.80
Total año 2	8.00	-		-	193.28	-	193.28
Rodaje manual	5		24.16		120.80		72.25
Vigilancia y control	3		24.16		72.48		43.35
Total año 3	8.00	-		-	193.28	-	193.28
Rodaje manual	5		24.16		120.80		120.80
Vigilancia y control	3		24.16		72.80		72.80
Total año 4	8.00	-		-	193.28	-	193.28
Total años 0-4	58.0	0.0	0.0	0.0	1372.15	318.3	1690.45

Como se observa en la tabla 34 el costo de restauración forestal propuesta por el MAE es de 1690.45usd por Ha.

Tabla 35

Costos por tratamientos aplicación retenedor de humedad

Tratamiento	Cantidad de gel gr / cc	Valor usd / planta	Total usd/ tratamiento bloque
t0	0	0	0
t1	5/500	0.12	11
t2	15/1500	0.37	35
t3	20/2000	0.50	48

Del análisis de la tabla 35 podemos observar que el costo por gr/cc de polímero retenedor, es decir que el tratamiento t0 tiene un costo nulo, y el tratamiento t3 tiene un costo de 0.50 usd por planta.

Tabla 36

Resumen de costos MAGAP/MAE

Plantación		Conservación	
Magap 1111 plantas /Ha	Magap 1111 plantas /Ha + polímero (2000cc)	Mae 1111 plantas /Ha	Mae 1111 plantas /Ha + polímero (2000cc)
2221.48	2776.98	1690.45	2245.95

Del análisis económico realizado en la tabla 36 basado en el establecimiento de una hectárea de plantación forestal en la especie *Vachellia macrachantha* nos indica un costo de 2221.48 usd por ha (plantación), al adicionar el polímero retenedor con un costo de 0.50 usd por planta el costo total por ha es de 2776.98 USD. MAE con un costo de 1690.45 usd (conservación) más con adición del gel 2245.95usd.

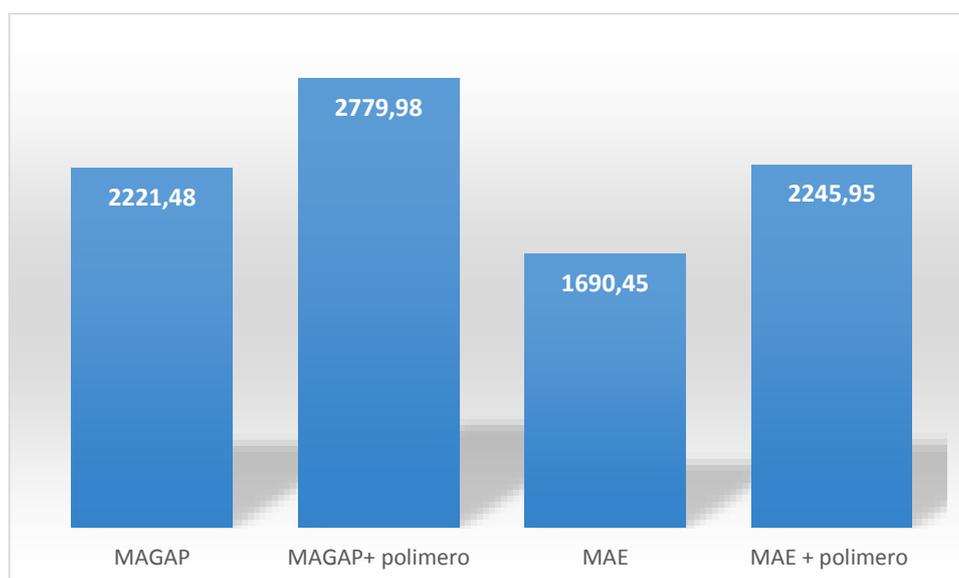


Figura 10 Resumen costos establecimiento de plantación MAGAP- MAE + polímero retenedor de humedad

MAE (2014) sostiene que considerar al bosque solo por la madera que ofrece, representa una sub-utilización y una sub-valoración del mismo. Existe una amplia variedad de flujo de bienes y servicios que beneficia a la sociedad y le agrega valor al bosque. Tal es el

caso de la belleza escénica para la industria ecoturística; el recurso hídrico del cual se benefician todos los sectores de la economía, particularmente el sector de hidroenergía, y el sector doméstico en general; la regulación de gases de efecto invernadero que beneficia a la comunidad nacional e internacional; la conservación de suelos que mantiene su productividad y reduce riesgos; la disponibilidad de material genético (germoplasma) para la investigación científica; la provisión de productos alimenticios y medicinales; entre otros.

Cabe indicar que los objetivos entre MAE y MAGAP son distintos por ende su densidad de siembra varían, siendo el primero un programa netamente de producción forestal con una densidad aproximada de 1111 plantas /ha. y el segundo un objetivo de restauración con una densidad de aproximadamente 400 plantas /ha.

Tabla 37

Relación Beneficio costo Reforestación 2014-2017

	2017
Beneficio reforestación	684.441.005
Costo reforestación	288.650.000
Balance neto	395.791.005
Proporción B/C	2.37

Fuente: (MAE, 2014)

De acuerdo a (MAE, 2014) con ese nivel de aporte del bosque, aplicando a la Restauración Forestal esperada, se determina que se espera un beneficio de US\$684.44 millones en el 2017. Si se compara los beneficios de la reforestación y los costos de la reforestación 2014 – 2017, la relación beneficio/costo es 2.37; lo que indica que, por cada dólar invertido en conservación a través de la recuperación de cobertura, se espera un aporte del ecosistema recuperado equivalente a US\$2.37

El valor es por ende una percepción humana de la utilidad o satisfacción que un activo, llámese éste tierra, ganado, camiones, tractores, etc., le produce a un individuo bajo circunstancias específicas. Por tanto, el valor de una mercancía puede variar entre una persona y otra y entre diferentes circunstancias. Las plantaciones forestales y los bosques son los activos de los inversionistas forestales, estos deben tomar la decisión de renunciar al disfrute de otras cosas que le dan utilidades para obtener el activo que le brindará mayor disfrute en el futuro. Ya que el concepto de valor es tan subjetivo es necesario realizar

una aproximación al valor de uso de un recurso natural que esta con constante crecimiento, en este aspecto se conoce bastante respecto al valor de liquidación de las plantaciones forestales o avalúo forestal pero poco respecto al valor real de uso de un recurso en constante incremento. (Corella, 2009)

4.4 Propuesta de Restauración Forestal en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay

4.4.1 Resumen

El objetivo principal del presente documento es proponer una restauración forestal en las zonas más degradadas y erosionadas de las áreas de conservación de la Ciudad del conocimiento Yachay, así como una regeneración natural, buscando incrementar las poblaciones forestales de individuos nativos de la zona de investigación. Para lograrlo se elaboró una propuesta con lineamientos estratégicos, tomando en cuenta criterios técnicos de restauración ecológica, forestal, conservación y enriquecimiento.

4.4.2 Introducción

La continua degradación de los bosques y las tierras supone graves obstáculos a la erradicación de la pobreza y el hambre y a la reversión del fenómeno de pérdida de biodiversidad en muchas partes del mundo, como el impedimento de la capacidad de agricultores y comunidades locales de adaptarse a los efectos del cambio climático. El proceso de degradación también determina comportamientos de competencia por los recursos escasos, y es causa de posibles conflictos entre usuarios. (FAO, 2012)

Esta pugna representa a su vez una amenaza para los medios de subsistencia, el bienestar, la alimentación, la seguridad hídrica y energética y la resiliencia (definida como la capacidad de los individuos de adaptarse al cambio climático) de millones de personas, la tendencia a la degradación de los bosques y las tierras constituye una tarea ineludible para la humanidad. (FAO, 2015)

La restauración se define como toda actividad intencional mediante la cual se inicia o se acelera el proceso de recuperación de un ecosistema en situación de degradación (CONARE, 2013). Las iniciativas de restauración deberían planificarse a nivel del paisaje, con la finalidad de restablecer la integridad ecológica y fomentar el bienestar humano (Maginnis & Jackson, 2003).

Ecuador, en reconocimiento de esa importancia ha utilizado distintos mecanismos para conservar la biodiversidad, preservando ecosistemas representativos y protegiendo gran parte del territorio nacional, mediante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, con el cual se resguarda cerca del 20% del territorio nacional. Con el fin de potenciar al máximo los esfuerzos de protección y conservación del patrimonio natural, se ha considerado la necesidad de incluir en este proceso a propietarios privados u otras modalidades de propiedad fuera del sistema de áreas protegidas, mediante incentivos para la conservación de ecosistemas, como lo es el Programa Sociobosque. Otro componente en que el MAE está incursionando es en la gestión de Servicios Ambientales como aportes de los ecosistemas y desarrollar mecanismos institucionales, legales y económicos para el reconocimiento de la conservación y uso sostenible de ecosistemas. (MAE, 2014)

4.4.3 Objetivo General

- Elaborar una propuesta de restauración forestal en áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

4.4.4 Objetivo específico

- Identificar las zonas de conservación y restauración Forestal a intervenir en las áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Elaborar una propuesta de lineamientos estratégicos para el desarrollo e implementación de acciones a tomar en áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Motivar la implementación la propuesta de restauración Forestal en la Ciudad del Conocimiento Yachay

4.4.5 Justificación

Que, por mandato de la Constitución de la República del Ecuador, determinado en el Art.3, numeral 7, es deber primordial del estado proteger el patrimonio natural y cultural del País; por otra parte, la constitución de la República del Ecuador en su Art. 14, inciso segundo declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y recuperación de espacio degradados.

La COOTAD en su Art. 136 manifiesta que de acuerdo a lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulara a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría de ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias en el sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y de control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad a lo dispuesto en la ley (GADPE, 2015).

Así mismo el Ecuador es parte de tratados y convenios internacionales referentes a la preservación y protección y aprovechamiento de los recursos naturales, control de la calidad ambiental como son: Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres (CITES), Convención sobre el cambio Climático, Convención para combatir la Desertificación (OIT) entre otros.

El estado ecuatoriano ratifico ser signatario del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), de las Naciones Unidas, por lo que, como instrumento internacional vinculante es de cumplimiento obligatorio para el ecuador la incorporación de los objetivos del convenio dentro de las políticas de conservación sobre la diversidad.

En este sentido es imperante tomar acciones necesarias para erradicar esta problemática ambiental que afecta a las zonas secas de nuestro callejón interandino.

4.4.6 Antecedentes

La Restauración ecológica se deberá realizar en zonas de protección de recurso hídrico que abastezcan acueductos veredas u otras zonas de interés para la conservación, o degradadas por algún tipo de proceso natural o antrópico y que de manera previa sean concertadas por la autoridad ambiental (CONARE, 2013).

El Programa de Restauración Forestal se enmarca en los principios y derechos de la constitución, particularmente en el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y equilibrado; así como también en el derecho de la naturaleza a la restauración. Ahí mismo se declara de interés público la preservación del ambiente y la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de espacios naturales degradados. Es por eso que el MAE asume la responsabilidad y el compromiso de implementar un proceso que permita, mediante la Restauración Forestal, recuperar la funcionalidad de los ecosistemas para que permitan el flujo de beneficios, tangibles e intangibles, a la nación. (MAE, 2014)

4.4.7 Metodología

Basado en los objetivos planteados se aplicará la siguiente metodología.

4.4.7.1 Área De Estudio

El área de estudio, limita al Norte con la Parroquia de Salinas del Cantón Ibarra; al Sur con las Parroquias de Imbaya, Chaltura y Atuntaqui del Cantón Antonio Ante, y la Parroquia de Imantag del Cantón Cotacachi; al Oriente con la Parroquia Rural de San Blas. Su latitud es 0° 26' 20" N y longitud 78° 11'45 O y comprende un conjunto de colinas y valle cuya altitud promedio es de 2.000 m.s.n.m., con clima seco temperado, y una temperatura promedio de 17° C. (Ecuambiente, 2014)

4.4.7.2 Identificación de la Zonas de conservación y restauración Forestal.

Se utilizará el programa ArcGIS que es un completo sistema informático que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (SIG) el cual nos facilitara:

- Planificar adecuadamente
- Utilizar los recursos más eficientemente
- Anticipar y administrar los cambios
- Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- Aumentar la comprensión y los conocimientos
- Comunicar de forma más efectiva
- Resolver problemas de georreferenciación.

En este sentido se identificarán las zonas a intervenir basándonos en:

- Estado de conservación del bosque
- Porcentaje de Pendiente
- Estado de Erosión
- Uso de suelo

4.4.7.3 Propuesta De Lineamientos Estratégicos

Los bosques tienen efectos directos y medibles en la vida de todas las personas. La producción y el consumo de productos madereros, productos forestales no madereros y servicios forestales satisfacen las necesidades de alimentos, energía vivienda y salud de la humanidad (FAO, 2015). En este sentido proponemos los siguientes lineamientos estratégicos para las áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

4.4.7.4 a) Lineamiento estratégico para las áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

El artículo 16 del Libro III del Régimen Forestal indica que son bosques y vegetación protectores son aquellas formaciones que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones

climáticas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Las funciones de los bosques protectores son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

En tal virtud se propone declarar como bosque protector las 1486 has de áreas de conservación de la ciudad del conocimiento Yachay, basándose y amparándose en la normativa Forestal vigente.

En el marco de las competencias de gestión ambiental corresponde a los Gobiernos Autónomos Provinciales, la planificación, regulación, control, y gestión sobre el recurso forestal, áreas naturales y vida silvestre entre otras. En este contexto es necesario iniciar procesos de zonificación forestal que permitan implementar las acciones. La COOTAD en su Art. 125 establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados son titulares de las nuevas competencias exclusivas constitucionales, las cuales se asumirán e implementarán de manera progresiva conforme lo determine el Consejo Nacional de Competencias. (GADPE, 2015)

La declaratoria de bosques y vegetación protectores podrá efectuarse de oficio o a petición de parte interesada. En virtud de tal declaratoria, los bosques y la vegetación comprendidas en ella deberán destinarse principalmente a las funciones de protección señaladas en el artículo anterior y complementariamente, podrán ser sometidos a manejo forestal sustentable.

Las únicas actividades permitidas dentro de los bosques y vegetación protectores, previa autorización del Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente de éste, serán las siguientes:

- a) La apertura de franjas cortafuegos;
- b) Control fitosanitario;
- c) Fomento de la flora y fauna silvestres;
- d) Ejecución de obras públicas consideradas prioritarias;
- e) Manejo forestal sustentable siempre y cuando no se perjudique las funciones establecidas en el artículo 16, conforme al respectivo Plan de Manejo Integral.
- f) Científicas, turísticas y recreacionales.

La categoría de Bosque protector se otorga al conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional, por su flora y fauna, o porque constituyen ecosistemas que contribuyen a mantener el equilibrio del medio ambiente.

Para declarar un área protegida como tal, primero se debe realizar un Estudio de Alternativas de Manejo, en el que se justificará el cambio de categoría de bosque protector a área protegida. Para ello, se realizará un diagnóstico de ecosistemas, flora y fauna; se analizará los factores socioeconómicos y culturales de la zona, se efectuarán estudios de tenencia de tierra, cartografía y superficie; se verificará la existencia de concesiones mineras o de hidrocarburos; y se establecerá la posible categoría de manejo de acuerdo a su valoración y cumplimiento de requisitos técnicos y legales. (MAE, 2017)

4.4.7.5 b) Lineamiento estratégico para las áreas de Conservación de la ciudad del conocimiento Yachay.

En base al diagnóstico de cobertura vegetal realizado en esta investigación se propone utilizar las siguientes especies:

GUARANGO *Caesalpinia spinosa*

Es una planta arbórea, nativa de los Andes, perenne, y perteneciente a la familia de las Caesalpinaceas. Es conocida como Tara, Algarrobo, Campeche en Ecuador. El guarango es una especie arbórea con más amplia adaptación en los valles secos de la sierra, alcanza una altura de hasta 12 metros en su estado adulto y su diámetro supera los 40 cm. a la altura de pecho.

Tronco. Es de una madera dura y está provisto de una corteza gris espinosa y agrietada, con ramillas densamente pobladas cuando no se poda. La copa es irregular, aparasolada, densa y con ramas repartidas irregularmente.

Frutos y semillas. Constituyen la parte aprovechable del árbol, sus semillas son ovoides y ligeramente aplanadas de color café oscuro.

Productividad de la especie. Se calcula una productividad para arboles adultos bajo cuidado y manejo, que puede variar de 10 a 40 kg. de vainas por año.

MOLLE *Schinus molle*

Descripción

Conocido como “Pimineto boliviano” (Chile), “molle” (Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador), “peruvian mastic” (USA). Arbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Ecuador es una especie forestal típica de las zonas espinosas y de los bosques montanos bajos.

En vivero crece normalmente entre 50cm a 1,20 m de altura en el primer año de vida, a los 3-4 años pueden medir entre 2-2.5m de altura y presentar un diámetro de 10 cm, a los 10 años pueden alcanzar una altura de 6 m.

ESPINO *Vachellia macracantha*

Descripción

Vachellia es un género de plantas pertenecientes a la familia de las fabáceas. Comprende 69 especies descritas y de estas, solo 32 aceptadas. Corresponde al antiguo género Acacia G.S.Mill. pro. parte, o sea el subgénero Acacia Vassal y se reintrodujo como taxón con el desmembramiento del género Acacia sensu lato en 2005. Es originario de Sudamérica, las Antillas y África.

Se trata de arbustos o pequeños árboles, con ramas y ramillas provistas de espinas estipulares rectas, hojas bipinnadas con 4-8 pares de pinnas y glándulas debajo del primer par y a menudo del último, y con 10-20 pares de folíolos oblongos lineales prácticamente glabros y con peciolo más o menos pubescente. Las inflorescencias son constituidas por 2-3 capítulos globulares sostenidos por pedúnculos más o menos pubescentes y que agrupan flores hermafroditas con cáliz pentalobulado y corolla tubular de 5 o 6 dientes, mientras los estambres, libres, son numerosos. Los frutos -cuyos caracteres, entre otros, son distintivos del género- son legumbres más o menos cilíndricas, hinchadas, parcialmente dehiscentes, con una doble hilera de semillas sumergidas en una pulpa esponjosa.

CHOLAN *Tecoma stans*

Descripción

Es una especie de planta de la familia de las bignoniáceas, nativa del continente americano, se cultiva como planta ornamental por sus vistosas flores amarillas.

Es un arbusto o árbol pequeño, perenne, hermafrodita, de madera dura y hojas compuestas y opuestas, de borde serrado. El fruto es una cápsula alargada (7-21 cm) de color verde-marrón. La principal característica es la flor, una corola tubular-campanuda (3-5 cm) y color amarillo vivo. Las ramas, y también el tronco, se desgarran longitudinalmente con mucha facilidad, provocando su caída. Esto lo hace un árbol poco seguro, especialmente para espacios donde juegan niños, o en lugares de estacionamiento para vehículos. Es común ver ramas secas colgando del árbol, y también ramas que se han desgarrado y siguen viviendo. En este último caso, la rama forma una ese poco marcada.

4.4.7.6 c) Lineamiento estratégico para las áreas de Conservación de la ciudad del conocimiento Yachay.

Los viveros forestales son el punto de partida de un cambio necesario para revertir la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de una comunidad. (Sánchez, 2013)

En este sentido se propone como lineamiento estratégico el establecimiento de un vivero forestal dentro del proyecto la Ciudad del Conocimiento Yachay.

Para la implementación de un vivero, (Latorre, 2013) menciona que lo más importante es decidir la ubicación del mismo, el terreno puede ser comunal o prestado a la organización, este lugar donde se instalará el vivero debe reunir las siguientes condiciones.

- 1) Tener suficiente cantidad agua, durante todo el año y de buena calidad para evitar contaminación de las plántulas producidas.
- 2) El Área del vivero debe estar protegida por una cerca, y árboles plantados en lindero, los mismos que evitarán heladas, fuertes vientos, entrada de animales y personas.
- 3) El vivero debe estar cerca de las viviendas para el cuidado del mismo.

4) Deberá contar con vías de acceso para el transporte de personas, materiales herramientas, plantas e insumos.

5) La ubicación de las platabandas, semilleros y umbráculos deberán estar orientados en sentido este - oeste para aprovechar la luz sol (Sanchez, 2013).

Se debe, tomar en cuenta ciertos factores antes de implantar el vivero:

- Estudio de viabilidad y estudio de mercado
- Capital y medios disponibles
- Nivel técnico del personal que va a trabajar
- Requerimientos agronómicos de los cultivos
- Estructura previsible de costos

a) **Directrices:**

- Organización del proceso productivo
- Responder a la demanda de planta del mercado
- Obtención de planta de excelente calidad estética

b) **Condicionantes:**

- Características climática, de suelo, de agua, fitosanitarias, contaminantes, etc.
- Condicionantes económicos y de mano de obra.

c) **Alternativas Estratégicas:**

- Elección de especies
- Formatos del producto final
- Plan productivo
- Dimensiones de la transformación
- Tecnología a aplicar
- Recursos materiales y humanos a emplear

(Latorre, 2013)

4.4.7.7 d) Lineamiento estratégico para las áreas de Conservación de la ciudad del conocimiento Yachay.

En base a los lineamientos y estrategias planteadas anteriormente se propone la restauración forestal de las áreas de conservación del proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay; buscando incrementar la diversidad florística a través de especies nativas, basados en el diagnóstico de cobertura vegetal de esta investigación.

Un programa de restauración forestal con fines de conservación tiene dos modalidades: la recuperación mediante enriquecimiento de áreas con especies nativas y recuperación mediante regeneración natural asistida (Acosta, 2016).

4.4.7.8 Recuperación mediante enriquecimiento de áreas con especies nativas

Según esta modalidad busca incrementar servicios ecosistémicos mediante la plantación de especies forestales nativas, comprende algunas prácticas agroforestales como:

- Árboles de sombra para cultivos permanentes;
- Árboles en cercas vivas;
- Árboles en cortinas rompe vientos;
- Árboles para conservación de suelos;
- Árboles en linderos;
- Cortina de árboles contra heladas;
- Cultivos en callejones de árboles;
- Recuperación forestal con especies nativas superpuestas con pastos;
- Árboles de sombra para ganado;
- Recuperación en bloque;
- Recuperación forestal en márgenes de cuencas hídricas.

4.4.7.9 Recuperación mediante regeneración natural asistida.

La regeneración natural asistida de bosque/otras tierras boscosas por obra humana a fin de aumentar la capacidad de regeneración de las especies deseadas.

1. Las intervenciones pueden incluir la eliminación de obstáculos externos, tal como yerbas, interferencia biótica y a veces el uso de alteraciones controladas a fin de provocar la germinación de especies nativas, (la roza ecológica o en mosaico; o la preparación del sitio para la germinación, esscarificación).

2. La fuente de la semilla o la reproducción vegetativa se limita al sitio, y sus alrededores, y puede incluir especies nativas e introducidas. (FAO, 2001)

Esta modalidad busca regenerar de forma natural sitios donde lo amerite y así lo decidan sus propietarios.

Restauración ecológica: es el proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2004), mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado que se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio, que servirá de modelo para planear un proyecto.

Es decir, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región.

Rehabilitación: la rehabilitación no implica llegar a un estado original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura. En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación. (Vanegas, 2016)

Recuperación: Tiene como objetivo retornar la utilidad de un ecosistema sin tener como referencia un estado pre-disturbio. En ésta, se reemplaza un ecosistema degradado por otro productivo, pero estas acciones no llevan al ecosistema original. Incluye técnicas como la estabilización, el mejoramiento estético y por lo general, el retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional. La revegetación, que normalmente es un componente de la recuperación, podría significar el establecimiento de sólo una o unas pocas especies vegetales.

Enriquecimiento: Tipo de restauración ecológica que consiste en la implementación de técnicas de identificación de especies vegetales propias de un ecosistema, para de manera posterior ayudar en su propagación dentro del proceso de restauración.

La reintroducción de especies vegetales puede ser llevada a cabo mediante diversas prácticas, como la creación de claros aleatorios o mediante la apertura de brechas o caminos. (Vanegas, 2016)

4.4.7.10 e) Lineamiento estratégico para las áreas de Conservación de la ciudad del conocimiento Yachay.

Como lineamiento final se propone realizar un monitoreo, seguimiento y medición.

Monitoreo

Se deberá realizar antes, durante y después de que se implemente determinado proceso de restauración forestal, con el propósito de generar un conocimiento del proyecto conforme las características del sitio y del sistema de restauración propuesto, identificar valencias y fortalezas para futuras investigaciones, siguiendo estos pasos fundamentales:

- Definir los ecosistemas de referencia
- Evaluar el estado actual del ecosistema.
- Identificar y Establecer las escalas de disturbios
- Desarrollar un programa de participación comunitaria
- Selección de los sitios
- Seleccionar especies para el proceso de restauración
- Plantear una propuesta de Monitoreo para la actividad de restauración

Seguimiento y Medición

El monitoreo constituye la última etapa dónde se evalúan los procesos y se generan nuevas pautas para que sean incluidas en la ejecución. Esta estrategia se enfoca únicamente en las acciones de implementación y seguimiento por medio de dos objetivos: el primero, promover y ejecutar la Restauración ecológica, la Rehabilitación y la Recuperación de las áreas priorizadas y el segundo, busca avanzar en el seguimiento y

evaluación de la gestión de la implementación de acuerdo con la expectativa de restauración según el disturbio; los indicadores generados en este objetivo deben sobrepasar el periodo de ejecución del plan con el fin de lograr la sostenibilidad. (CONARE, 2013)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Del diagnóstico de cobertura vegetal en áreas de conservación de la Ciudad del Conocimiento Yachay se concluye que la especie forestal de con mayor número de individuos es *Vachellia macracantha*, (Fabácea), y en arbustos las especie *Croton elegans* (Euphorbiaceae).
- Al analizar las diferentes variables se concluye que el porcentaje de sobrevivencia en todos los tratamientos es 51%, siendo el tratamiento t3 con aplicación de (2000cc) de polímero retenedor de humedad, es el que presenta mayor porcentaje de sobrevivencia con un 16.75%, en relación al resto de tratamientos.
- Del análisis económico se concluye que la utilización de retenedores de humedad no incrementa significativamente el costo del establecimiento de una plantación ya que su relación benéfico costo es positivo.

5.2. Recomendaciones

- Al ser la especie *Vachellia macracantha* la de mayor presencia en el área de estudio se recomienda continuar con la investigación sobre su sobrevivencia ya que es la variable más importante en un programa de reforestación con fines de conservación.
- Continuar con actividades de reforestación con especies nativas de la zona ya que el bosque seco interandino es uno de los ecosistemas más amenazados.
- Se recomienda la utilización de retenedores de humedad con una aplicación de 2000cc por planta, en condiciones climáticas y edáficas similares al del área en estudio.
- Continuar con la investigación en las parcelas establecidas en las áreas de conservación del proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay, basados en las variables planteadas en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D. (2016). Propuesta de Restauracion Ecologica . Nueva Granada, España.
- Aguirre. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad*. Quito.
- Aguirre, N., Cardenas, C., & Martines, E. (2013). Estrategias para la reduccion de la Deforestacion del patrimonio natural en el territoriodel Gad sucumbios. Ecuador, Ecuador.
- Aguirre, Z. (2013). *Guia de Metodos para medir la Biodiversidad*. Loja, Ecuador.
- Alvarado, D. &. (2015). Distribucion espacial del bosque seco tropical del valle del Cauca. *Acta Biologica Colombiana* , 141-153.
- Baron, A., Barrera, I., Boada, E., & Rodriguez, N. (2017). Evaluacion de hidrogeles, para aplicaciones agroforestales. *Ingenieria e Investigacion* , 35-44.
- Brandbyge, J. (2007). Diseño de un sistema agroforestal para zonas áridas.
- Cañadas, L. (1983). *Mapa bioclimatico y ecologico del Ecuador*. Quito.
- Challenger, A. (2009). Introduccion a los servicios ambientales. Mexico.
- CONARE. (2013). Criterios de proyectos para Restauración . Bogota, Colombia.
- Corella, O. (2009). Valoracion de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribucion al abastecimiento de madera en la zona del Atlantico . Turrialba, Costa Rica .
- Corral, J., Aguirre, O., & Jimenes, J. (2002). Muestreo de Diversidad y Observaciones Ecologicas del estrato arboreo del bosque Mesofilo de la montaña "El Cielo", Tamaulipas, Mexico. *Chapingo, ciencias forestales y ambiente*.
- Corral. (2002). Muestreo de Diversidad y Observaciones ecologicas. *Chapingo. Serie de Ciencias Forestales*.
- Cueva, J. (2010). *Cobertura vegetal y uso actual del suelo en la provincia de Loja*. LOJA.
- Echeverri, C. (2006). Determinacion del material Particulado. BOGOTA, COLOMBIA.
- Ecuambiente . (2014). Monitoreo biotico y rescate de flora de areas de influencia de la Ciudad del Conocimiento. Quito, Ecuador.
- Ecuambiente. (2013). Monitoreo Biótico y rescate de flora del áreas de influencia de la ciudad del conocimiento Yachay. Quito, Ecuador.
- Ecuambiente. (2013). Monitoreo Biotico y rescate de flora, areas de influencia de la ciudad el conocimiento. Quito, Ecuador.
- Elisseeff, J. (2008). Hydrogels: Structure starts to gel.

- Erazo, A. (2010). Evaluacion del comportamiento en diametro y altura de Pino, aplicando retenedores de agua, en el sector de Tanlagua, Tesis.pag 16. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Etter, A. W. (2014). *Bosque seco tropical de Colombia*. Bogota.
- FAO. (2001). Terminos y definiciones complementarios relacionados con la evaluacion de los recursos forestales. Nueva York, EEUU.
- FAO. (2006). *Ordenacion responsable de los bosques plantados*. Obtenido de www.fao.org/forestry/site/10368/
- FAO. (2010). Recursos Forestales y cambio de uso de suelo en America latina. Peru.
- FAO. (2015). *Revista Internacional sobre bosques y actividades e industriales forestales*.
- GADMU. (2011). *Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial del Canton San Miguel ed Urcuqui*. Urcuqui.
- GADPE. (2015). Estrategias de intervencion en la cadena de la madera en la provincia de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador .
- Gordon, Y. (2010). Influencia de la Transformacion de la Cobertura vegetal. Ecuador.
- Graciano, D. (2015). Agricultura Familiar y mercados institucionales. Brasil .
- Granda, V. &. (2006). Composicion Floristica, estructural y etnobotanica, del bosque seco Algodonal. *Lyona* .
- Hernández, N. (mayo de 2014). Evaluacion de tres dosis de Hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de Pinus arizonica. Saltillo, Mexico.
- Hierro, S. (2012). La calidad de las poblaciones forestales. Madrid, España.
- Hierros, S. (2012). La calidad de las poblaciones forestales, una aproximacion desde la silvicultura. Madrid, España.
- Holdridge, L. (1967). Life zone Ecology. USA.
- ICA. (2012). Plantas Nativas Importantes .
- IDEAM. (2011). MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES EN .
- IFEZ. (2013). Plan Maestro de la Ciudad del Conocimiento. Quito, Ecuador.
- Jimenez, E. (2011). Diagnostico de la cobertura vegetal de la cuenca hidrografica del rio California. *ResearchGate*.
- Jorgensen, P. L. (1999). *Catalogo de plantas vasculares de Ecuador*. Quito.
- Kopeck, J. (2008). Hydrogel Biomaterials. EEUU.

- Latorre, F. (2013). Proyecto de prefactibilidad para la creacion de un Vivero de especies nativas. Cundinamarca, Colombia .
- Lopez, E., Garza, S., & Jimenez, J. (2016). Uso de un molimero Hidrófilo a base de policrilamida para mejorar la eficiencia en el uso del agua. . *European Scienfitic Journal*.
- Lopez, J. (2016). Uso de un Polimero Hidrofilo. *European Scienfitic Journal*.
- Lopez, J. (2016). *Uso de un Polímero Hidrófilo a base de Policridamida, para mejorar la eficiencia en el uso del agua*. Sonora, Mexico.
- Luffiego, G. &. (2000). La evolucion en el concepto de sostenibilidad. Costa Rica.
- Luffiego, G., & Rabadan, V. (2000). La evolucion del concepto de sostenibilidad y su introduccion en la enseñanza.
- Lutelyn, J. (1993). *A checklist of plant diversity*, . New York .
- Lyona, P. (2006). *Diversity in the andes and amazon/Dry forest Ecuador*. . Ecuador .
- MAE. (2004). Ley Forestal de Conservacion de Areas Naturales y Vida Silvestre. Quito, Ecuador.
- MAE. (2012). *Sistema de la clasificacion de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador.
- MAE. (2012). Sistema de clasificacion de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito, Ecuador.
- MAE. (2013). Programa de proteccion de bosques. Quito.
- MAE. (2014). Plan Nacional de Restauracion Forestal . Quito, Ecuador .
- MAE. (2017). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec>
- Magap. (2014). tabla de costos años 2014 al 2017. *tabla de costos años 2014 al 2017*. Quito, Ecuador.
- MAGAP. (2014). Tablas costos por especie y densidad. Quito, Ecuador.
- Mazon, M. (2016). *Pasado y presente de la restauracion ecologica, en el contexto venezolano*. Venezuela.
- Mena, M., & Wong, C. P. (2011). Diagnostico de la cobertura vegetal de la cuenca hidrografica del rio California. Guayaquil, Ecuador.
- Mena, P. (1993). *Las areas protegidas con bosque montano en Ecuador*.
- Menhinick, E. (1964). A Comparison of some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field insects. . *Ecology*, 45.
- Miranda, M. d. (2006). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Cauca- Colombia.

- Moreno, F. (2009). "Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión,". *Agronomía Colombiana*, pp. 179–191.
- Mostacedo, B. (2000). *Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Muñoz. (2014). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental "El Chilco". *CEDAMAZ*, 54.
- ONU. (1987). *Our Common Future: Brundtland Report*.
- ONU. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*.
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo sostenible*. New York, EEUU.
- Palma, S. (2014). Efectos de la reforestación en la sensibilización al polen de los árboles en los habitantes de Nuevo León. . Mexico.
- Pilz, e. a. (2006). Effects of Thinning Young Forests on Chanterelle Mushroom Production. *Forest ecology*.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*.
- Pourrut, P. (1995). *El agua en el Ecuador, clima, precipitaciones, escorrentía*. Quito: Corporación Editorial Nacional.
- Quattrocchi, U. (1999). *CRW Word dictionary of Plant Names*.
- Rico, M. (2001). El género acacia (leguminosae, mimosoideae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 58.
- Rios, J. (2012). Diagnóstico de la Reforestación y métodos para incrementar su sobrevivencia. Mexico, Durango, Mexico: Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas.
- Romero, A. (2014). *Hidrogel como mitigador de estrés hídrico*. Pachuca, Mexico: Revista Iberoamericana de Ciencias.
- Rosas, I. P. (2005). *La percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal*. .
- Sanchez. (febrero de 2016). *Gestión Forestal Sostenible*. Obtenido de www.gestionforestal.com
- Sanchez, J. (2013). Proyecto de Instalación de un Vivero Ornamental. Lima, Peru.
- Sarmiento, F. .. (2006). *Diccionario de ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021- Toda una Vida*. Quito, Ecuador.
- Shannon, C. &. (1998). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA.

- Soler, P., Berroteran, J., & Gil, J. (2013). Índice de valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Torres, J. &. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales . *Gaceta Ecológica*, (63) 40-59.
- Valencia, J. (2012). Dinámica de la Vegetación en un enclave semiárido. *Biota Colombiana*.
- Vanegas, L. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados. México, México.
- Vargas, F. M. (2005). LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA SALUD. Madrid, España.
- Wandemberg, J. (2015). Sostenible por Diseño .
- Weigend, R. &. (2005). Bosques Andinos del Sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso.
- Whaley, O. &. (2012). Plantas y vegetación de Ica, Perú. Perú.
- Witkin, J. (2010). Developing a "Water Battery" for trees. EEUU.
- WOODAR, K. (1998). *Técnicas de Control de Materia Particulada Fina*. North Carolina, USA.
- Yaguana, C. (2012). Diversidad Florística y estructura del Bosque nublado del río Numbala, Zamora -Chinipe. *Revista Amazonica: Ciencia y Tecnologia* 1(3), 230.
- Yanchatipan. (2012). Elaboración de un plan de reforestación de las cuencas hídricas del paramo de Capulis. Riobamba, Ecuador .

ANEXOS

Anexo 1 Comparación de criterios MAE- MAGAP para la selección de sitios de reforestación (Comercial – MAGAP y conservación – MAE)

	Criterio MAE	Criterio MAGAP
Inclusión	Mosaico	Mosaico agropecuario
	Pastizal	Pastizal
	Zona de amortiguamiento (2km PANE)	
	Servidumbre de los ríos	
	Pendientes > 50°	
Exclusión		Precipitación > 500 mm
		Zonas de erosión ligera y moderada
		Zona de amortiguamiento
	Bosque nativo	Bosque Nativo
	Paramo	Paramo
	Vegetación arbustiva	Vegetación arbustiva
	Vegetación herbácea	Vegetación herbácea
	Altitud >3500msnm y 3000msnm	Altitud >3500msnm y 3000msnm
	PANE	PANE
	Socio bosque	Socio bosque
	Cultivos anuales	Cultivos anuales
	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes
	Cultivos semi permanentes	Cultivos semi permanentes
	Pendientes >50°	

Fuente: (MAE, 2014)

Anexo 2 Estructura de los incentivos del proyecto Socio Bosque

Categoría	Límites (Ha)		Valor /Ha (usd)
1	1	20	60.0
2	1	50	30.0
3	51	100	20.0
4	101	500	10.0
5	501	5.000	5.0
6	5.001	10.000	2.0
7	≥10.000		0.5

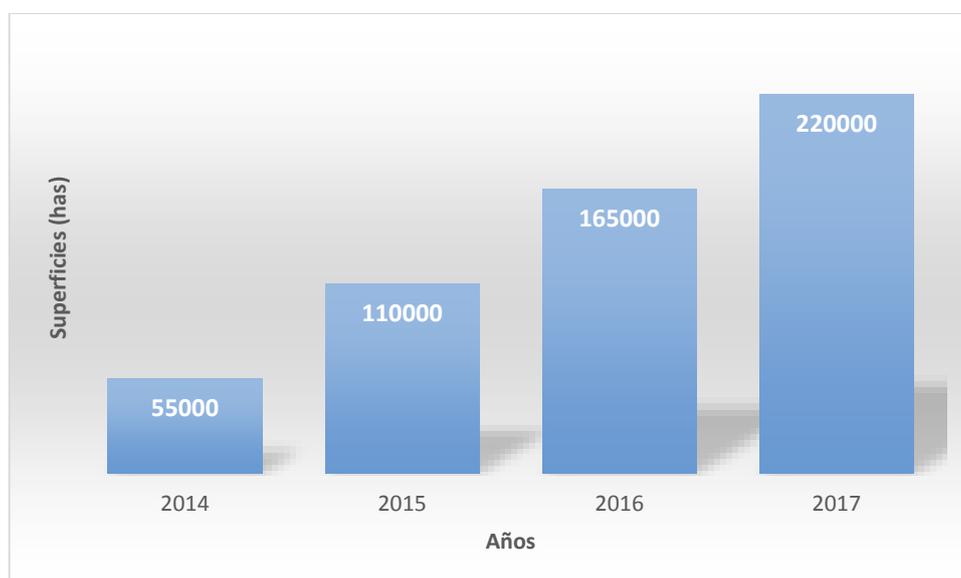
Fuente: (MAE, 2013)

Anexo 3 Indicadores ambientales para evaluar el estado de la conservación asociado al programa de restauración Forestal.

Sub componentes	Indicador
Bosque	Cantidad de especies nativas reforestadas
	Cantidad de árboles de especies nativas sembradas
	Cobertura boscosa reforestada
	Nivel de fragmentación del bosque
Recurso Hídrico	Calidad de agua
	Nivel de protección del agua
Biodiversidad	Conectividad ecológica
	Nivel de protección de la biodiversidad
Carbono	Nivel de fijación de carbono
Recurso Suelo	Nivel de protección del recurso suelo
Paisaje Natural basado en cobertura boscosa (belleza escénica)	Aporte incremental neto en cobertura boscosa que ha generado el programa

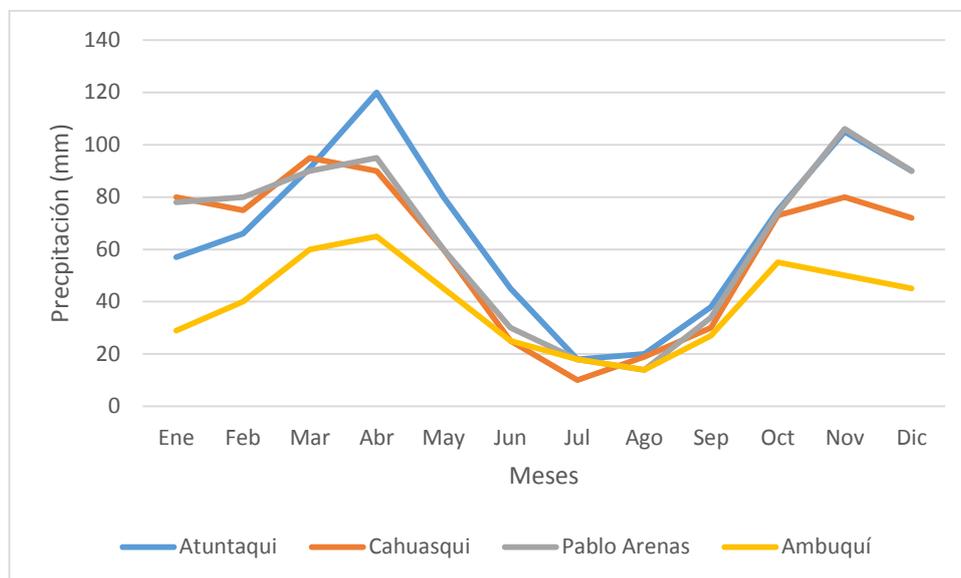
Fuente: (MAE, 2014)

Anexo 4 Proyección de reforestación hasta el año 2017



Fuente: (MAE, 2014)

Anexo 5 Distribución de las precipitaciones medias mensuales en (mm)



Fuente: GADMU, 2011

Anexo 6 Estimación de costos por reforestación con enriquecimiento de especies

Componente	Costa y Oriente \$/ha/3 años	Usd	Sierra usd \$/ha/ 3 años	Promedio años	Usd\$/ha/3	Promedio anual Usd\$/ha/año
Costos operativos	771.85		624.46	698.16		232.72
Costos de gestión	117.00		117.00	117.00		39.00
Total	888.85		741.462	815.16		271.72

Fuente: (MAE, 2014)

Anexo 7 Tipos de bosque que incluye y excluye el proyecto

Incluye	Se excluye
Bosque Nativo	Plantaciones forestales destinadas a la comercialización de madera Plantaciones con especies exóticas Bosques secundarios que han iniciado su proceso de regeneración natural después de 1990 que evidencia extracción de madera
Paramo	Áreas de pastoreo intensivo Áreas intervenidas con monocultivos
Formaciones Vegetales nativas	

Fuente: (MAE, 2013)

Anexo 8 Comparación de formaciones vegetales presentes en las parroquias del Cantón Urcuquí.

Formación vegetal	Buenos Aires	Pablo arenas	Tumbabiro	Urcuquí	San Blas
Bosque de Neblina de los Andes Occidentales	✓				
Bosque Siempre verde Montano Alto de los Andes Occidentales	✓	✓			
Bosque Siempre verde Montano Bajo de los Andes Occidentales	✓		✓	✓	
Matorral seco Montano de los Andes del Norte y Centro	✓	✓	✓	✓	✓
Paramo Herbáceo	✓	✓	✓		✓
Matorral Húmedo Montano de los Andes del Norte y Centro.		✓	✓		✓
Bosque siempre verde Piemontano de la Costa	✓				
Paramo Seco					
Matorral Seco Montano Bajo de los Andes del Norte y Centro	✓	✓	✓	✓	✓

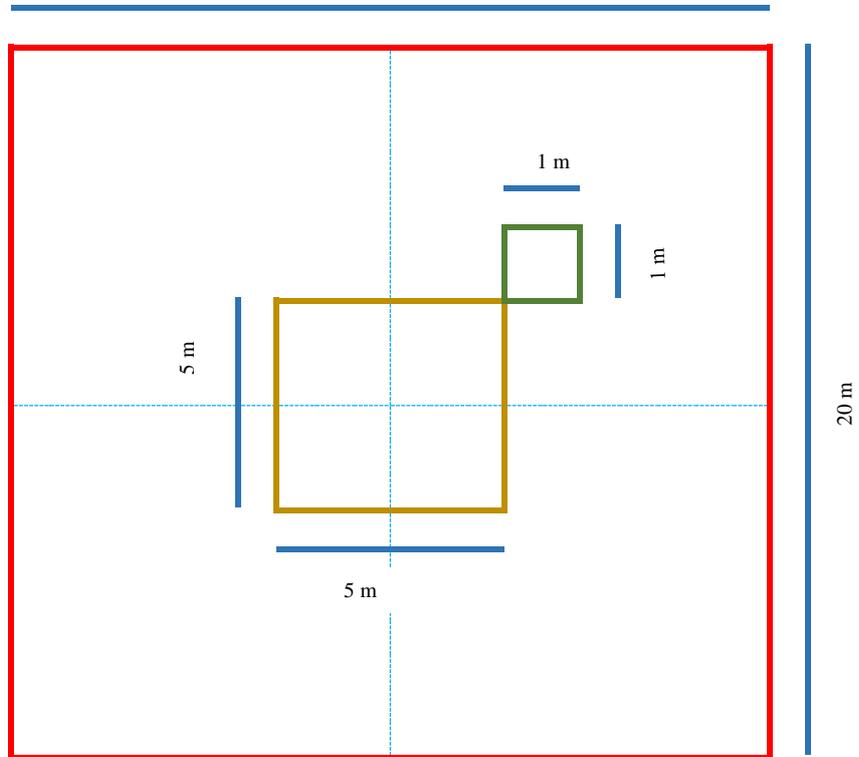
Fuente: (GADMU, 2011)

Anexo 9 Formaciones vegetales en el Cantón Urcuquí

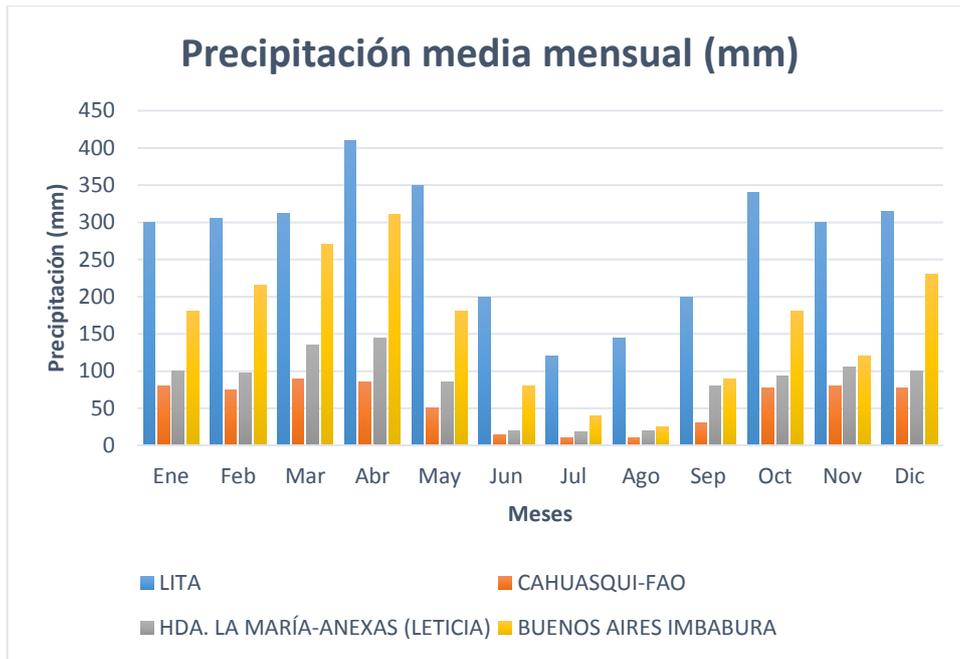
Formaciones Vegetales	Ha	%
Matorral Seco Montano Bajo de los Andes del Norte y Centro	956.09	1.22
Matorral Seco Montano Bajo de los Andes del Norte y Centro	1178.39	1.51
Paramo seco	1552.74	1.99
Bosque Siempre Verde Piemontano de la Costa	2039.55	2.61
Bosque Siempre Verde Montano Alto de los Andes Occidentales	7394.96	9.46
Paramo Herbáceo	9121.65	11.68
Bosque siempre Verde Montano bajo de los Andes occidentales	11860.83	15.47
Matorral Húmedo Montano de los Andes del Norte y Centro	21254.28	27.19
Bosque de Neblina Montano de los Andes Occidentales	22801.45	29.17
Total	78165.94	100.00

Fuente: (GADMU, 2011)

Anexo 10 Figura parcelas y sub parcelas

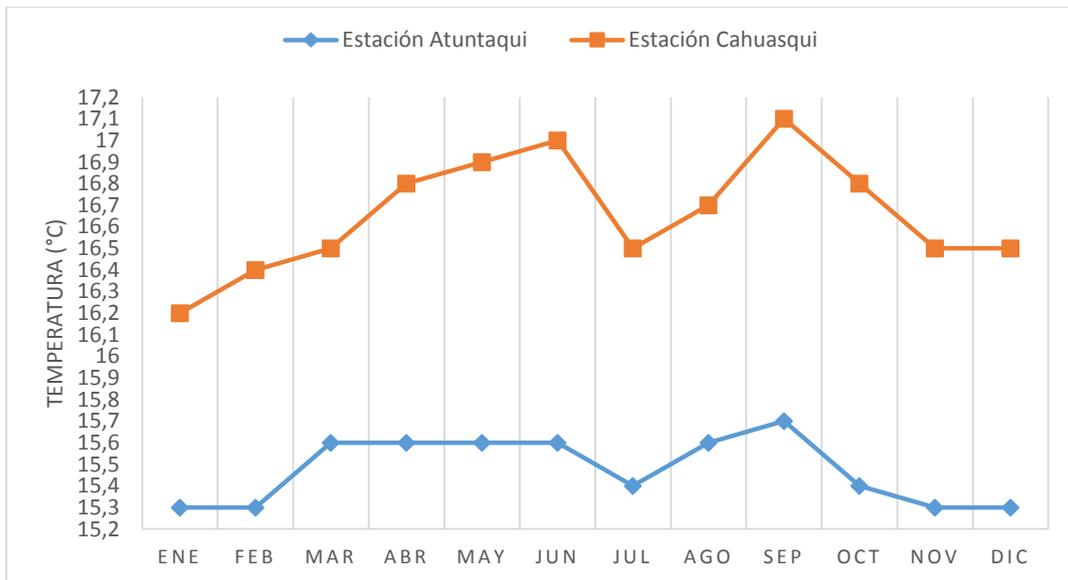


Anexo 11 Mapa de áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay



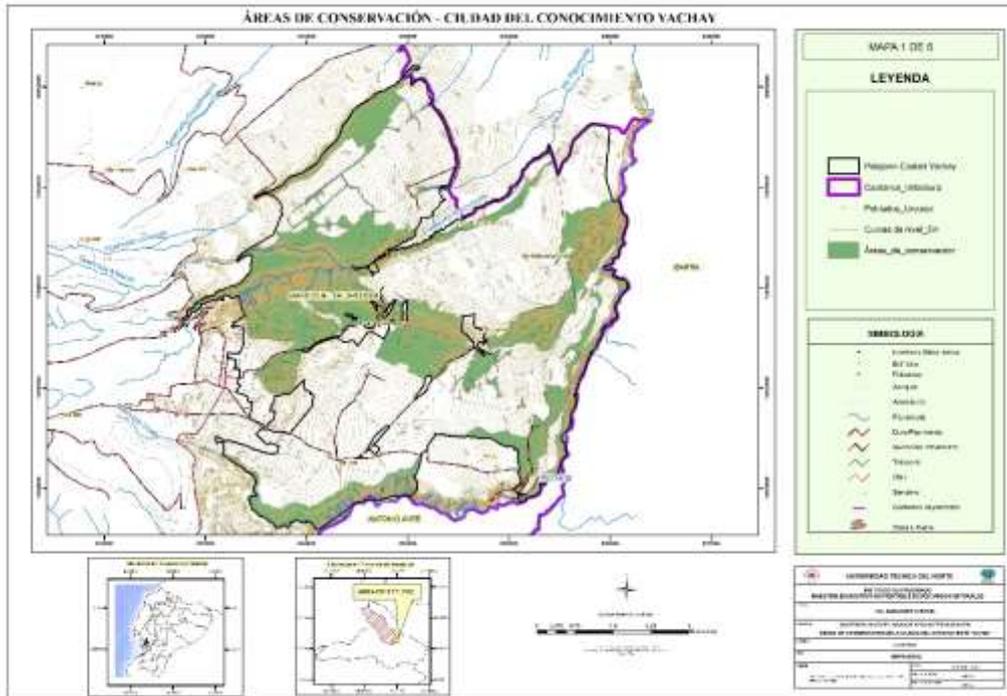
Fuente: GADMU, 2011

Anexo 14 Distribución de la Temperatura media mensual en °C en las estaciones Meteorológicas de Atuntaqui Cahuasqui-Fao

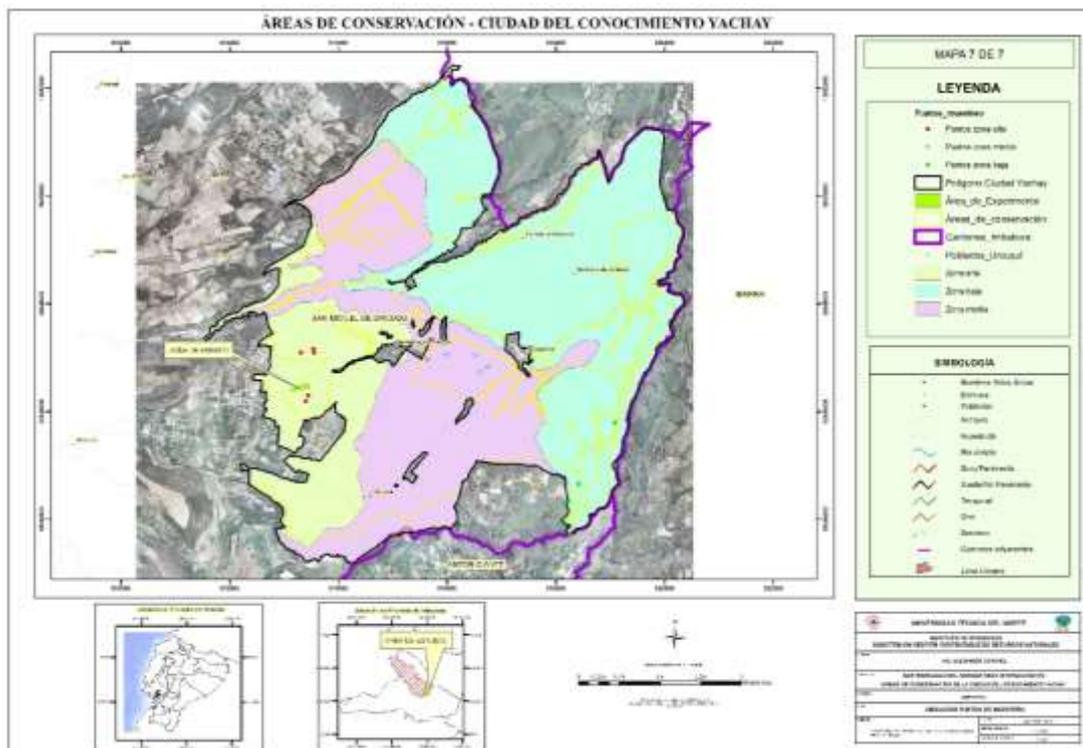


Fuente: Ecuambiente., 2014

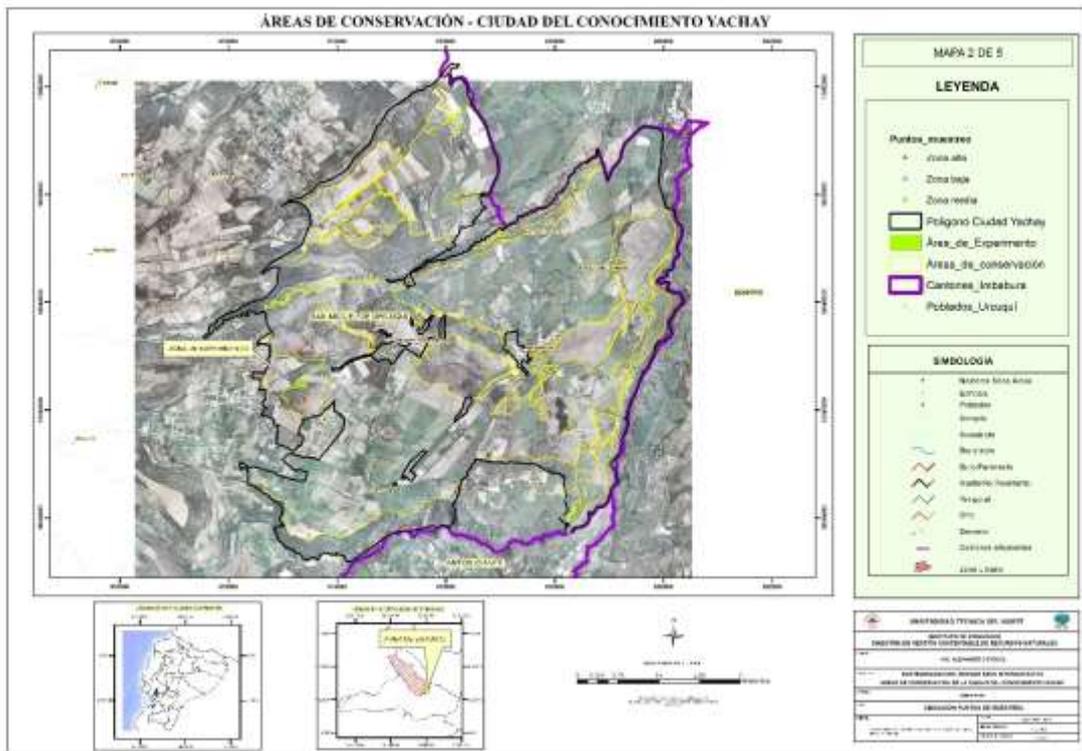
Anexo 15 Mapa áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.



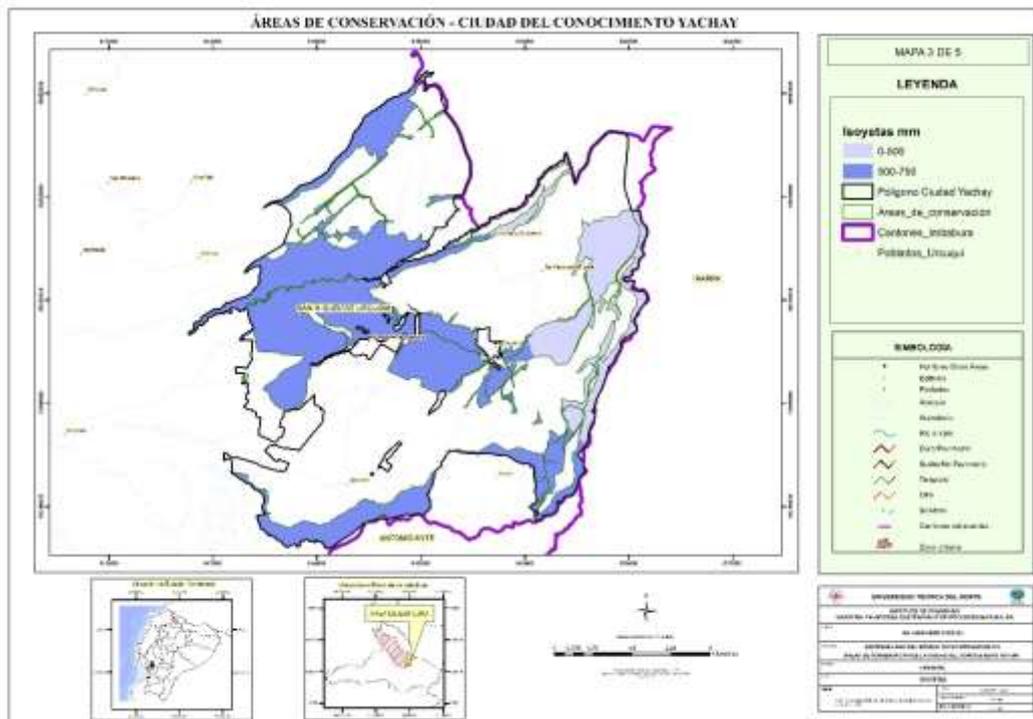
Anexo 16 Mapa de zonas alta, media y baja Ciudad del Conocimiento Yachay



Anexo 17 Mapa puntos de muestreo Diagnostico de cobertura vegetal, zonas altas media y baja en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay



Anexo 18 Mapa Isoyetas en áreas de conservación Ciudad del Conocimiento Yachay.



Anexo 21 Formato tablas de recolección de información y distribución de los tratamientos.

Bloque 1															
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
T1	T0	T2	T3	T2	T3	T2	T3	T1	T3	T2	T2	T1	T2	T1	T1
T2	T1	T0	T0	T0	T3	T3	T1	T3	T0	T1	T0	T0	T2	T2	T0
T1	T2	T1	T0	T0	T2	T0	T3	T3	T0	T2	T2	T1	T3	T1	T2
T3	T3	T0	T2	T3	T1	T3	T2	T1	T2	T3	T3	T1	T0	T2	T0
T1	T2	T1	T0	T3	T3	T3	T0	T2	T1	T0	T1	T3	T3	T0	T1
T0	T1	T0	T3	T1	T3	T1	T2	T0	T2	T0	T0	T2	T2	T1	T3

24=0 0 cc HG
 24=1 500cc HG
 24=2 1500cc HG
 24=3 2000cc HG

Bloque 2															
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
T0	T1	T3	T3	T0	T0	T3	T1	T3	T3	T0	T0	T0	T2	T1	T3
T3	T3	T0	T3	T1	T3	T3	T0	T2	T2	T1	T1	T1	T2	T2	T0
T2	T2	T1	T1	T3	T2	T3	T2	T0	T1	T0	T2	T0	T0	T1	T3
T3	T1	T1	T0	T3	T0	T1	T3	T2	T2	T3	T2	T2	T3	T2	T1
T2	T0	T1	T3	T0	T2	T1	T3	T1	T0	T2	T0	T0	T1	T0	T2
T1	T2	T0	T1	T1	T3	T2	T0	T1	T2	T3	T0	T3	T1	T2	T2

24=0 0 cc HG
 24=1 500cc HG
 24=2 1500cc HG
 24=3 2000cc HG

Bloque 3															
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
T1	T3	T3	T2	T1	T2	T0	T2	T1	T3	T1	T0	T1	T0	T3	T3
T0	T3	T1	T0	T0	T1	T1	T0	T3	T2	T0	T1	T3	T2	T3	T2
T2	T0	T2	T2	T1	T2	T1	T1	T3	T3	T3	T2	T3	T0	T3	T3
T3	T1	T0	T2	T3	T3	T1	T0	T3	T0	T2	T2	T0	T1	T3	T0
T1	T2	T3	T1	T3	T0	T0	T1	T2	T1	T2	T2	T3	T3	T0	T2
T0	T2	T0	T0	T0	T1	T2	T2	T1	T2	T0	T2	T1	T1	T1	T0

24=0 0 cc HG
 24=1 500cc HG
 24=2 1500cc HG
 24=3 2000cc HG

Bloque 3															
64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
T3	T1	T3	T3	T1	T0	T2	T2	T2	T0	T1	T2	T3	T3	T0	T1
T3	T0	T1	T3	T1	T2	T0	T1	T0	T3	T2	T3	T1	T3	T2	T2
T3	T2	T3	T1	T0	T1	T0	T1	T1	T1	T0	T3	T0	T1	T0	T2
T3	T1	T0	T3	T1	T3	T2	T2	T3	T0	T2	T0	T3	T0	T0	T3
T0	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T3	T0	T2	T1	T3	T0	T2	T3	T1
T2	T0	T2	T1	T0	T2	T2	T0	T1	T0	T2	T3	T2	T3	T0	T1

24=0 0 cc HG
 24=1 500cc HG
 24=2 1500cc HG
 24=3 2000cc HG

Anexo 22 Fotografías



Hoyado



Transporte arboles



Aplicación retenedores de humedad



Siembra



Siembra



Medida retenedor de humedad



Medición diámetro basal



Medición altura de planta



Materiales de medición



Registros



Toma de datos



Zona alta



Zona media



Zona baja