



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

“ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DEL BOSQUE
PROTECTOR TAMINANGA GRANDE, PARROQUIA SELVA ALEGRE,
CANTÓN OTAVALO”

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORES:

Champutiz Ruiz Francisco Israel

Guamán Morante Karen Nicole

DIRECTOR:

Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez. MSc.

Julio, 2022



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ibarra, 7 de julio del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "Análisis del cambio de cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande, parroquia Selva Alegre, cantón Otavalo", de autoría del señor Francisco Israel Champutiz Ruiz y la señorita Karen Nicole Guamán Morante estudiantes de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que los autores han procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Ing. Oscar Rosales, MSc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Mónica León, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Gladys Yaguana, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA:	1004037402	
NOMBRES Y APELLIDOS:	Francisco Israel Champutiz Ruiz	
DIRECCIÓN:	Otavalo, Imbabura	
EMAIL:	fichamputizr@utn.edu.ec	
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	06 2927 845	0985426866

DATOS DE LA OBRA		
TÍTULO:	Análisis del cambio de cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande, parroquia Selva Alegre, cantón Otavalo	
AUTOR:	Francisco Israel Champutiz Ruiz	
FECHA:	7 de julio de 2022	
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PRESGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	
DIRECTOR:	Ing. Oscar Rosales MSc.	

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume 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 7 días del mes de julio de 2022

AUTOR:

Francisco Israel Champutiz Ruiz

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA :	1004335194
NOMBRES Y APELLIDOS:	Karen Nicole Guamán Morante
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra, Imbabura
EMAIL:	knguamanm@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	06 2550 544 0980993894

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis del cambio de cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande, parroquia Selva Alegre, cantón Otavalo
AUTOR:	Karen Nicole Guamán Morante
FECHA:	7 de julio de 2022
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PRESGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Oscar Rosales MSc.

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume 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 7 días del mes de julio de 2022

AUTOR:

Karen Nicole Guamán Morante

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a nuestros queridos padres por todo su sacrificio, amor y apoyo a lo largo de este proceso, por ser nuestros pilares más importantes y haber confiado incondicionalmente en nuestras perspectivas. Gracias por los consejos, valores y por brindarnos fuerzas para culminar con éxito nuestro anhelo más deseado.

Agradecemos a nuestro director Ing. Oscar Rosales MSc, por habernos compartido sus conocimientos, experiencia y apoyo a lo largo de la preparación de nuestra profesión. De igual manera a nuestras asesoras Ing. Mónica León MSc e Ing. Gladys Yaguana MSc, por compartir su tiempo, su amplia experiencia y consejos para culminar con éxito nuestro trabajo de titulación.

Finalmente queremos agradecer a quienes nos brindaron su apoyo de manera desinteresada, gracias infinitas por su ayuda y buena voluntad.

Francisco Champutiz y Nicole Guamán

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación en una carrera es un ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás. El presente trabajo de titulación quiero dedicar principalmente a mis padres Francisco Champutiz y Maricela Ruiz, por inculcarme buenos valores, por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por haberme alentando a seguir adelante para culminar mis sueños y metas.

A mis hermanos Astrid y Sebastián por su cariño y apoyo incondicional que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Gracias por ser mi motor principal y que me han inspirado a ser un gran ejemplo para ustedes, ojalá algún día me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino, además de saber que mis logros también son suyos.

Por último, pero no menos importante quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte que me permitieron crear una aportación más a lo académico y también quiero agradecer a todas las personas que se involucraron directa e indirectamente en mi trabajo de titulación.

¡Muchas gracias!

Francisco Israel Champutiz Ruiz

DEDICATORIA

Agradezco a mi familia, especialmente a mi madre por el apoyo incondicional que me ha brindado en todos los ámbitos a lo largo de este periodo académico, en donde el fruto de todos los esfuerzos se ve reflejado en la culminación de mi carrera y no lo hubiese logrado sin su ayuda.

A mis docentes Ing. Oscar Rosales MSc, Ing. Mónica León MSc e Ing. Gladys Yaguana MSc, por la paciencia y conocimiento que me han transmitido en estos últimos años y que, gracias a sus consejos y directrices, han logrado formar una profesional con criterio propio que ame lo que hace.

Y, por último, a todos mis amigos, que fueron testigos de todos los retos, caídas, superaciones, dificultades y progresos que he vivido en toda mi carrera universitaria y que fueron partícipes en el desarrollo de este trabajo de titulación, agradeciendo todo el apoyo no solo académico, sino también permitirme crear lazos de amistad incondicional.

¡Muchas gracias!

Karen Nicole Guamán Morante

ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte	1
1.2 Problema de investigación y justificación	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Preguntas directrices de la investigación.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Bosques	5
2.1.1 Importancia	5
2.1.2 Bosques protectores	5
2.2 Formaciones vegetales del Ecuador	6
2.3 Intervención en los bosques.....	7
2.3.1 Pérdida de cobertura vegetal y cambio de uso de suelo	7
2.4 Técnicas de Teledetección.....	8
2.5 Imágenes satelitales	9
2.5.1 Índice normalizado diferencial de la vegetación (NDVI).....	10
2.5.2 Clasificación de imágenes	10
2.5.3 Validación de la clasificación	11
2.6 Índice de perturbación humana (IPH)	11
2.7 Estrategias de conservación.....	12
2.7.1 Mecanismos de conservación	12

2.8 Marco legal.....	13
2.8.1 Constitución de la República del Ecuador.....	13
2.8.2 Convenios y Tratados Internacionales.....	13
2.8.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización “COOTAD”.....	13
2.8.4 Código Orgánico del Ambiente (COA).....	14
2.8.5 Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).....	15
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	16
3.1 Descripción del área de estudio.....	16
3.1.1 Formaciones vegetales.....	17
3.1.2 Clima.....	18
3.1.3 Flora.....	18
3.2. Métodos	19
3.2.1 Identificación de la vegetación predominante	19
3.2.2 Determinación de los cambios históricos de cobertura vegetal del periodo 2002-2018	22
3.2.3 Estrategias de manejo y conservación para el bosque protector Taminanga Grande.....	28
3.3. Materiales y equipos.....	31
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
4.1 Vegetación representativa del bosque protector Taminanga Grande	32
4.1.1 Especies registradas en el área de estudio	32
4.1.2 Familias y su predominancia	34
4.1.3 Géneros representativos.....	35
4.1.4 Categorización de las especies según la lista roja de la IUCN	36

4.2 Cambio histórico de la cobertura vegetal del Bosque Protector Taminanga Grande	38
4.2.1 Selección de ortofotos.....	38
4.2.2 Variación de la cobertura vegetal	39
4.2.3 Matriz de contingencia e Índice Kappa	41
4.2.4 Análisis de los cambios de cobertura del bosque protector Taminanga	43
4.3 Estrategias de manejo y conservación para el bosque protector Taminanga Grande	45
4.3.1 Índice de perturbación humana (IPH).....	45
4.3.2 Estrategias de conservación	48
4.3.2.1 Estrategia 1:	48
4.3.2.2 Estrategia 2:	51
4.3.2.3 Estrategia 3:	53
4.3.2.4 Estrategia 4:	55
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	73
ANEXOS I: REGISTROS FOTOGRÁFICOS	74
ANEXOS II: MAPAS CARTOGRÁFICOS.....	89
ANEXO III: GUÍA DE PLANTAS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de ficha de campo	20
Tabla 2. Rangos de NDVI.....	24
Tabla 3. Tipos de cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande....	25
Tabla 4. Índice de Kappa.....	26
Tabla 5. Matriz de confusión	27
Tabla 6. Actividades antrópicas evaluadas en el área de bosque	29
Tabla 7. Actividades antrópicas evaluadas en el área de cultivos.....	29
Tabla 8. Materiales, equipos y software utilizados en la investigación	31
Tabla 9. Vegetación predominante del bosque Protector Taminanga Grande.....	32
Tabla 10. Superficies de las clases de cobertura año 2002-2018	39
Tabla 11. Matriz de contingencia de la clasificación supervisada del año 2018 .	42
Tabla 12. Matriz de transición de cambios en hectáreas.....	43
Tabla 13. Matriz de transición de cambios en porcentaje	44
Tabla 14. Índice de Perturbación Humana para el bosque protector	46
Tabla 15. Índice de Perturbación Humana para cultivos	47
Tabla 16. Desarrollo de la estrategia de Educación e Interpretación Ambiental .	50
Tabla 17. Desarrollo de la estrategia de Restauración de áreas afectadas	52
Tabla 18. Desarrollo de la estrategia de ampliación de zonas de conservación...	54
Tabla 19. Desarrollo de estrategias de ecoturismo comunitario	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	16
Figura 2. Formaciones vegetales.....	17
Figura 3. Zonas de vida Holdridge del área de estudio.....	18
Figura 4. Puntos de muestreo de vegetación representativa en el área de estudio	19
Figura 5. Puntos de control en el bosque protector Taminanga Grande	23
Figura 6. Áreas de entrenamiento mediante polígonos.....	25
Figura 7. Ubicación de las categorizaciones evaluadas	28
Figura 8. Géneros con mayor número de especies.....	35
Figura 9. Categorización de las especies según la lista roja de la IUCN	36
Figura 10. Distribución de las especies predominantes del área de estudio	37
Figura 11. Ortofoto del bosque protector Taminanga Grande, año 2002	38
Figura 12. Ortofoto del bosque protector Taminanga Grande, año 2018	39
Figura 13. Cobertura vegetal del año 2002	40
Figura 14. Cobertura vegetal del año 2018	41
Figura 15. Zona de deforestación del bosque nativo para implementar cultivos.	43
Figura 16. Aumento y disminución de cobertura vegetal en el periodo 2002-2018	44

GLOSARIO

ARCGIS: Geographic Information System

COA: Código Orgánico del Ambiente

COOTAD: Código Orgánico de Ordenamiento Territorial

FAO: Food and Agricultural Organization

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado

GBIF: Global Biodiversity Information Facility

IGM: Instituto Geográfico Militar

IPH: Índice de Perturbación Humana

IPNI: International Plant Name Index

IUCN: International Union for Conservation of Nature

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuador

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

PDOT: Plan de Ordenamiento Territorial

RGB: Red, Green, Blue

SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente

USGS: United States Geological Survey

UTM: Urchin Traffic Monitor

WGS: World Geodetic System

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DEL BOSQUE
PROTECTOR TAMINANGA GRANDE, PARROQUIA SELVA ALEGRE,
CANTÓN OTAVALO

Champutiz Ruiz Francisco Israel y Guamán Morante Karen Nicole

RESUMEN

Los bosques montanos o bosques de neblina del Ecuador se encuentran amenazados por diferentes actividades antrópicas que causan la degradación de estos ecosistemas. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el cambio histórico de la cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande mediante el uso de técnicas de teledetección para analizar su estado actual. Se aplicó el método de clasificación supervisada en ortofotos de los años 2002 y 2018 con el Software ArcGIS 10.8 para determinar la variación en cinco tipos de cobertura, además se aplicó el índice Kappa y la matriz de contingencia para validar la clasificación supervisada. Como resultados se evidenció que el bosque disminuyó 66.57 hectáreas y el páramo presentó una pérdida de 34.51 hectáreas, siendo sustituidos principalmente por cultivos con 91.86 hectáreas, seguido de áreas sin vegetación con 6.41 hectáreas, y por último pastos con 2.82 hectáreas. En términos generales, el área de estudio presentó una permanencia de las coberturas con un 86.53% y un 13.47% en pérdidas de cobertura en los últimos 16 años. En este sentido, se propuso cuatro estrategias de manejo y conservación: educación ambiental, restauración de áreas afectadas por deforestación, ampliación de áreas de conservación y fomento de actividades ecoturísticas.

Palabras clave: Bosques montanos, cambio histórico, técnicas de teledetección, clasificación supervisada, clases de cobertura, manejo, conservación, restauración.

ABSTRACT

The montane forests or cloud forests of Ecuador are threatened by different anthropogenic activities that cause the degradation of these ecosystems. The objective of this study was to evaluate the historical change of the vegetation cover of the Taminanga Grande protective forest by using remote sensing techniques to identify its current state. The supervised classification method was applied on orthophotos of the years 2002 and 2018 with ArcGIS 10.8 Software to determine the variation in five types of cover, in addition, the Kappa index and the contingency matrix were applied to validate the supervised classification. The results showed that the forest decreased 66.57 hectares and the paramo presented a loss of 34.51 hectares, being replaced mainly by crops with 91.86 hectares, followed by areas without vegetation with 6.41 hectares, and finally pastures with 2.82 hectares. In general terms, the area of study showed a permanence of cover with 86.53% and a 13.47% loss of cover in the last 16 years. In this way, four management and conservation strategies were proposed: environmental education, restoration of areas affected by deforestation, expansion of conservation areas, and promotion of ecotourism activities.

Key words: Montane forests, historical change, remote sensing techniques, supervised classification, cover classes, management, conservation, restoration

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte

Los bosques siempreverdes montanos o bosques de neblina del Ecuador se caracterizan por poseer alta precipitación, variaciones de temperatura y humedad (Espinoza, 2011), además, albergan gran biodiversidad florística, por lo que se consideran de gran importancia en el complejo biótico en transición con otros ecosistemas (Maldonado et al., 2018). En los bosques de neblina predominan las epífitas que representan entre el 40% y 60% de su flora vascular, las cuales cumplen un rol importante en la dinámica del ciclo del agua, circulación de nutrientes y generación de biomasa del ecosistema (Ataroff, 2003). Estos ecosistemas se encuentran frecuentemente amenazados debido a las actividades humanas, que causan la pérdida de hábitat y a la disminución de la biodiversidad presente en estos bosques.

A nivel mundial se registran 140.000 km² de pérdidas anuales de bosque destinadas a uso para cultivos, uso de la madera y apertura de carreteras (Torrachi, 2015). El avance de la frontera agrícola y la deforestación son los principales factores antrópicos causantes de la degradación de los ecosistemas. De acuerdo con el Ministerio de Ambiente (2015), para el período 2008-2014, la tasa anual de deforestación a nivel nacional fue de 37%, equivalente a un 47.497 ha/año, la provincia de Imbabura presentó 246 ha de deforestación anual en el mismo período. La superficie de bosque nativo reportado en 1990 en todo el país fue de 14.587,771 ha, mientras que para el año 2014 disminuyó a 12.753,387 ha; en lo que respecta a la provincia de Imbabura se registró 145.055 ha en este último período (MAE, 2015).

Los estudios de cambio de cobertura vegetal determinan cómo los procesos de deforestación y degradación han ido alterando los ecosistemas boscosos en un período determinado de tiempo. Rosero (2017) afirma que, mediante el análisis

multitemporal de imágenes satelitales de los datos obtenidos, se puede evaluar la extensión geográfica, identificar las causas de pérdida de bosque y los factores antropogénicos que influyen sobre su medio. En el estudio de Rosero (2016), en el bosque protector Zuleta, menciona que el cambio de uso de suelo es uno de los factores principales de deforestación, con un valor de 0.24% equivalente a 7.63 ha anuales de pérdida, por lo que el mapa de proyección a 2030 constituye una herramienta clave para la toma de decisiones con fines de conservación.

1.2 Problema de investigación y justificación

Los bosques montanos de los Andes occidentales del Ecuador constituyen uno de los ecosistemas con mayor reservorio de biodiversidad siendo indispensables en la provisión de servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico, regulación del suelo y captura de carbono. Estos ecosistemas tienen un alto nivel de vulnerabilidad frente a los cambios de cobertura, uso de suelo y cambio climático. A pesar de su importancia, son los menos conocidos y estudiados en el país, por lo que requiere acciones inmediatas para promover la conservación de la riqueza biológica que poseen estos ecosistemas amenazados (Pinto et al., 2018).

La deforestación, la degradación de los bosques y la perturbación natural son los causantes de la pérdida de la biodiversidad y del incremento de gases de efecto invernadero (Simula, 2009). Del mismo modo, Bustamante et al. (2015) menciona que los incendios de origen antrópico, la sobreexplotación de un recurso y la tala selectiva ocasionan la degradación de los ecosistemas forestales. Los bosques siempre verdes montano alto y montano bajo de los Andes occidentales del Ecuador continental se encuentran en el grupo de segundo riesgo de amenaza con una remanencia inferior al 25%. Mientras que, los bosques siempre verdes de tierras bajas y siempre verdes inundables de la Costa se encuentran como los más amenazados del país, debido a su bajo nivel de remanencia con un 20% y a los altos niveles de riesgo de deforestación (Sierra et al., 2021).

El bosque protector Taminanga Grande se ubica en la parroquia Selva Alegre, en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura, cuya formación vegetal predominante es el

bosque siempreverde montano o de neblina (MAE, 2013), este bosque posee una alta diversidad florística característica de un bosque nublado, siendo un ecosistema de alta fragilidad y expuesto a graves impactos de origen antrópico, por lo que es necesario considerar estrategias de manejo y conservación. En el presente estudio se analizó los impactos antrópicos causados por el cambio de cobertura vegetal y uso de suelo, donde se realizó mapas cartográficos de los años 2002 y 2018, para determinar la cantidad de superficie de cobertura que se ha perdido en este periodo de tiempo, contribuyendo como línea base para mitigar impactos en este ecosistema y generar nuevas alternativas de manejo a través de la aplicación de estrategias de conservación.

Esta información servirá como referente para futuras investigaciones, a la vez contribuyendo al eje de Transición Ecológica del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, de acuerdo con el objetivo 11 donde establece: “Conservar, restaurar, proteger, y hacer uso sostenible de los recursos naturales” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), en el que hace referencia a la conservación de hábitats, ecosistemas frágiles, áreas protegidas, patrimonio natural, biodiversidad y recursos genéticos, así como la gestión eficiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales y no renovables, y por último, restaurar zonas que han sido degradadas con el fin de reducir los impactos antrópicos a través de políticas y programas de acciones en el marco de la transición ecológica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el cambio histórico de la cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande, cantón Otavalo, mediante el uso de técnicas de teledetección para identificar su estado actual.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar la vegetación representativa del bosque protector Taminanga Grande.
- Determinar el cambio histórico de cobertura vegetal del bosque protector en estudio en el periodo 2002 - 2018.
- Proponer estrategias de manejo y conservación para el bosque protector Taminanga Grande.

1.4 Preguntas directrices de la investigación

- ¿Cuál es composición de la vegetación en el bosque protector Taminanga Grande?
- ¿Qué cambios históricos se han generado en la cobertura vegetal del área de estudio?

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Bosques

MAE (2013), hace referencia a los bosques, como aquellas formaciones en el que predominan diversas especies de árboles cuyos troncos, ramas y coronas se encuentran bien estructuradas, y que cubre al menos el 40% de una superficie boscosa; los doseles se caracterizan por tener una altura de entre 5 y 10 metros o más. De igual manera, FAO (2020) argumenta que los bosques son una combinación de uso de tierra con cubierta de árboles y que las zonas de bosques que han sido reemplazadas temporalmente por perturbaciones naturales también son consideradas como bosques. Sasaki et al. (2011), mencionan que los bosques son áreas con una extensión mayor a 0.05 hectáreas, con árboles con una altura superior a tres metros y que tienen copas mayores al 20%.

2.1.1 Importancia

Los bosques son considerados como un recurso natural muy importante desde el punto de vista económico para el desarrollo del país, si se cuenta con un buen manejo (Barrantes et al., 2010). Sin embargo, se prioriza la importancia ecológica ya que, el conjunto ecosistémico formado por los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos juegan un papel fundamental en los procesos dinámicos en los recursos hídricos, del suelo y aire, con el fin de garantizar la biodiversidad y paisaje en su total equilibrio. Los ecosistemas boscosos capturan gran cantidad de CO₂ provenientes de las actividades industriales, agrícolas, ganaderas y urbanas, desempeñando un rol importante en la purificación del aire, mitigación del cambio climático y, por ende, mantener la capacidad de resiliencia de los servicios ecosistémicos (Landázuri, 2013).

2.1.2 Bosques protectores

Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA, 2017) en el artículo 16, hace referencia a los bosques protectores como formaciones vegetales que, por sus condiciones biogeográficas, climáticas e

hídricas, ya sean de estatus público o privado, requieren de protección y/o conservación a sus atributos florísticos, faunísticos, edáficos e hídricos.

2.2 Formaciones vegetales del Ecuador

Como afirma Martin et al. (2008), en los ecosistemas boscosos se diferencian cinco estratos: plantas epífitas, lianas o trepadoras, herbáceo, arbustivo y arbóreo, dicha composición evidencia la compleja estructura dinámica de los bosques y las estrategias de supervivencia de las especies para captar la humedad y la luz. Según Sierra (1999, como se citó en MAE, 2013) clasifica las formaciones vegetales de Ecuador de la siguiente manera:

2.2.1 Bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes

Generalmente se localizan a una altitud de 2.000 a 3.100 m.s.n.m. cuyos doseles alcanzan los 25 metros de altura. Aquí abundan diversas especies de: orquídeas, musgos, bromelias, helechos y numerosas especies arbustivas como el bambú, que también se lo localiza en otros rangos altitudinales no tan lejanos. De la Torre et al. (2008) registra las siguientes especies como las predominantes de este ecosistema: *Myrcianthes halli*, *Juglans neotropica*, *Miconia crocea*, *Alnus acuminata*, *Cecropia peltata*, *Oreocallis grandiflora*, *Chusquea scandens*, *Hieronymia macrocarpa* y *Croton sp*. En el estudio de Pullozasig (2019), menciona que, en el bosque siempre verde montano de la cordillera occidental perteneciente a la provincia de Cotopaxi, también dominan especies arbustivas y arbóreas como *Miconia sp*, *Chusquea scandens*, *Myrcia sp*, entre otras.

2.2.2 Bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes

Se distribuye desde los 3.100 hasta los 3.600 m.s.n.m., comparten características similares con el bosque nublado por su fisonomía y cantidad de epífitas, pero se diferencia en la abundancia de musgos en el suelo. En la parte alta está conformado por la “Ceja andina” siendo la transición entre el bosque andino y el páramo. La flora característica es: *Oreopanax sp*, *Polilepis sp*, *Miconia sp*, *Lupinus sp*, *Brachyotum ladifolium*, *Myrcianthes rophaloides*, *Tournefortia fuliginosa* entre

otros. Pinto et al. (2018) argumentan también que en los bosques siempre verdes montanos de la provincia de Pichincha se encuentra especies como: *Oreopanax grandifolius*, *Miconia bracteolata*, *Miconia clathrantha*. De igual manera Caranqui et al. (2014), postulan que en el bosque montano alto Tambopalictahua se encuentran especies como: *Tournefortia fuliginosa*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Miconia bracteolata*, y *Myrsine andina* que son especies características de los bosques montanos altos occidentales del Ecuador.

2.3 Intervención en los bosques

Los bosques primarios son formaciones naturales compuestas de árboles, arbustos y otras especies vegetales, que se han establecido por procesos biológicos naturales y que no han tenido alguna alteración (COA, 2017), es decir, mantienen su equilibrio ecológico en perfectas condiciones sin ninguna alteración. Por otro lado, un bosque secundario es aquel que, por perturbaciones de origen natural y/o antrópico, se han regenerado (parcial o totalmente) a través del tiempo por procesos naturales y presenta modificaciones en su composición y estructura, en comparación a cuando fue un bosque primario (CATIE, 2016). Con respecto a los bosques degradados, son aquellas áreas en la que ha sido mayoritariamente intervenidas y que posee al menos un 10% de cobertura vegetal disponible (Calva et al., 2020).

2.3.1 Pérdida de cobertura vegetal y cambio de uso de suelo

La pérdida de cobertura vegetal en los bosques es causada por actividades de la agroindustria, desarrollo de actividades agropecuarias y apertura de nuevos caminos que permiten el acceso a zonas cubiertas de bosque, siendo estas actividades las principales causas de la deforestación (Chirif, 2018). Además, Nepstad et al. (2020) manifiestan que los factores primarios de pérdida de cobertura vegetal son la especulación de tierras, expansión de pastos para ganado, tala de bosques para la minería, conversión de bosques para cultivos de soja, palma aceitera y otras materias primas.

Los cambios de uso de suelo pueden resultar por factores naturales (deslizamientos, huracanes, inundaciones, entre otros) o actividades humanas (uso pecuario, avance de la frontera agrícola, expansión de las zonas urbanas, actividades industriales y actividades minera) que afectan y degradan a este recurso dependiendo de su duración, extensión y la capacidad de carga del territorio (Galicia et al., 2007). El área deforestada en el Ecuador entre 1990 y 2018 fueron actividades antrópicas como: acuicultura, áreas agropecuarias, plantaciones forestales y el 1% restante fueron asentamientos rurales, áreas urbanas e infraestructuras que ocasionan el cambio de uso de suelo (Sierra et al., 2021). Barrantes et al. (2010) argumenta que, para el mejoramiento del desarrollo socioeconómico del país, se debe reestructurar políticas de ordenamiento territorial, que actualmente son deficientes y que están destinadas a las actividades productivas no sustentables.

2.4 Técnicas de Teledetección

Araya (2009) expresa que, la teledetección es la adquisición y procesamiento de información sobre un objeto sin estar en contacto directo con él, por medio de un flujo energético entre el sensor (satélite, los ojos humanos, entre otros) y la superficie. La teledetección estudia variaciones temporales, espaciales y espectrales, en el que se obtienen datos de distancia sobre la biósfera, basado en ondas electromagnéticas. El objetivo de la teledetección es formar una correlación de los diferentes materiales de la superficie terrestre y los fenómenos en el que se operan a través de su signatura espectral (Romero, 2006).

2.4.1. Análisis multitemporal

El estudio multitemporal permite, observar y detectar cambios entre diferentes fechas de referencia para poder comparar varias figuras. Esto permitirá observar el dinamismo estacional de las cubiertas vegetales y la evolución que ha transformado el medio natural, debido a las actividades humanas, adquiriendo resultados a partir del análisis multitemporal (Chuvieco, 2010). Además, Calvo y Ortiz (2012) proponen que el análisis multitemporal se efectuó mediante la comparación de dos o más imágenes satelitales para determinar los cambios de diferentes coberturas

vegetales de un mismo lugar, pero en diferentes fechas, resultado ser un método sencillo y eficiente que al analizar una sola imagen.

Mazón et al. (2017), en su estudio aplican el análisis multitemporal para determinar los cambios de uso de suelo que se ha producido en los últimos 20 años en el bosque siempre verde montano alto de la microcuenca del río Pomacocho provincia de Chimborazo con el fin de conservar los ecosistemas naturales para futuras generaciones en dicha microcuenca. Romero (2006) considera que, el objetivo principal del análisis multitemporal es combinar e integrar varias imágenes con distintas fechas del mismo lugar, para observar cambios fenológicos en la vegetación y obtener una máxima correlación de los datos radiométricos en una sola imagen. Asimismo, Trejos (2004) recomienda las técnicas de teledetección como las herramientas más adecuadas para detectar y monitorear cambios de cobertura a lo largo de diferentes épocas.

2.5 Imágenes satelitales

Sánchez (2012) menciona que, las imágenes satelitales son el resultado de capturas de radiaciones emitidas y reflejadas por la superficie de la tierra, mediante algunos sensores que son colocados en los bordes de los satélites artificiales. Estas imágenes satelitales obtenidas tienen numerosas características y propiedades como: colores, altura resolución, entre otras. Sin embargo, para tener una imagen nítida y de calidad dependerá: del instrumento que se esté utilizando, la altura en la que se encuentra la interferencia atmosférica y el sensor. Las imágenes satelitales se verán afectadas por las condiciones meteorológicas al instante de hacer la toma. Para el procesamiento de imágenes satelitales incluye componentes principales como: el preprocesamiento de imágenes, clasificación, evaluación de la precisión y técnicas de teledetección (Galindo et al., 2014).

Campbell (2013) enfatiza que, para los preprocesamientos de imágenes se necesita un tratamiento digital previo, con la finalidad de corregir errores antes de obtener el producto final. A estas operaciones se les conoce como reparación y corrección de imágenes, en donde rectifica distorsiones geométricas y radiométricas de dicha imagen que está respaldada por la plataforma (Sánchez, 2012). Lillensand y Kiefer

(1999, como se citó en Coronado, 2001) postulan que, para el procesamiento de imágenes involucra la interpretación de estas mediante sensores remotos con la ayuda de una serie de operaciones asistidas por softwares, mejorando así la búsqueda y calidad de información.

2.5.1 Índice normalizado diferencial de la vegetación (NDVI)

Como menciona Meneses (2011), el NDVI es un indicador de valores estimados y los cambios estacionales que ocurren en la vegetación, mediante datos obtenidos de satélites. Este mide la interacción entre la energía absorbida y emitida por objetos terrestres. Es un índice no dimensional y por consiguiente sus rangos van desde -1 a $+1$ representando así un indicador de salud vegetal. De igual manera el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI, 2020) menciona que para el análisis de imágenes una de las técnicas más comunes es el Índice de vegetación Diferencia Normalizada (NDVI), ya que permite conocer el comportamiento de la vegetación y resalta la flora del resto de los elementos presentes en una imagen.

2.5.2 Clasificación de imágenes

Según Vinces (2009) existen diferentes técnicas para la clasificación de imágenes, que permiten la innovación y transformación de imágenes satelitales, fotografías aéreas entre otras; que son aplicados en mapas o datos temáticos con el fin de mostrar información adecuada y evidente del trabajo que se esté realizando, obteniendo resultados concretos. Existen dos técnicas de clasificación de imágenes: la clasificación supervisada y la clasificación no supervisada.

2.5.2.1 Clasificación supervisada

Esta técnica se define como un proceso para la clasificación de píxeles dentro del área de estudio, con la presencia activa de un analista que debe tener un gran conocimiento de la zona de estudio, para poder interpretar y realizar la manipulación al software, con el fin catalogar y clasificar cada píxel de la imagen satelital. Por otra parte, existen pasos básicos para la clasificación supervisada como: la etapa de entrenamiento, la etapa de clasificación y etapa de precisión y

verificación de resultados (Vinces, 2009). De igual manera, Jog & Dixit (2016) enfatizan que la característica primordial para este proceso es estar familiarizado con el trabajo de campo, ya que esto permite al investigador tener una experiencia y conocimiento previo para la aplicación de las áreas o campos de entrenamiento en la imagen, identificando de manera adecuada las diferentes clases que se definen en la imagen satelital. Alonso (2006) agrega que, esta técnica de clasificación tiene una mejor calidad en sus resultados debido a que se tiene que ir supervisando dato por dato y se realiza con muestras de campo. Las clasificaciones supervisadas proporcionan mejores resultados que las clasificaciones no supervisadas (Rodrigues et al., 2003).

2.5.3 Validación de la clasificación

Para validar los resultados obtenidos de una clasificación supervisada, es necesario corroborar datos obtenidos en campo con los datos emitidos del software, para ello, los métodos más utilizados son: la matriz de confusión y el índice Kappa. Sarria & Palazón (2008) argumentan que, la Matriz de confusión es una herramienta primordial que sirve para determinar la confiabilidad de la clasificación supervisada. Además, evalúa el desempeño de un algoritmo de clasificación generando información de cómo se clasifica el algoritmo en particular, a partir de un conteo de aciertos y errores de las clases señaladas. El índice Kappa es un tipo de prueba estadística que se utiliza para conocer errores de comisión (precisión del usuario) y de omisión (precisión del productor) (Osuna et al., 2015). De acuerdo con Cortés et al. (2010), el índice de Kappa fue diseñado por Cohen, el cual corrige el efecto aleatorio en la proporción de la concordancia vista, es decir, mide la concordancia para saber la similitud de dos clasificaciones de imagen (Dou et., al 2007).

2.6 Índice de perturbación humana (IPH)

Gómez & Cochero (2013) mencionan que las perturbaciones en un medio natural ocasionados por actividades antrópicas cambian la composición, estructura y dinámica de un ecosistema, además del deterioro y pérdida de hábitats con consecuencias irreparables en el complejo biótico y abiótico. El IPH se aplica para

evaluar los impactos de las actividades antropogénicas y posibles problemas ambientales en diferentes áreas naturales. Además, determina el grado de afectación que se realiza con datos cualitativos del hábitat y valores asignados por el criterio del investigador (Kepfer, 2008), de esta manera, se obtiene resultados del nivel de perturbación y afectación del área estudiada.

2.7 Estrategias de conservación

Morillo (2015) menciona que, es necesario una conservación a nivel de paisaje y no solo a sitios protegidos legalmente, sino también, a paisajes culturales. Desde el punto de vista de Alvarado y Otero (2017), mencionan que para un establecer estrategias de conservación se debe incorporar información socioeconómica, uso de suelo, políticas de la zona o región, los recursos naturales y a la comunidad para que sean los actores principales en el aprovechamiento, restauración y uso sostenible de los ecosistemas. Desde la posición de Vásquez y Ulloa (2006), agregan que Ecuador es un lugar prioritario para realizar estrategias de conservación de flora y fauna debido a la alta biodiversidad, sin embargo, se sobreponen otras actividades de producción aparentemente más rentables pero que no atribuyen un valor ambiental.

2.7.1 Mecanismos de conservación

Pérez (2012) destaca que, los mecanismos son importantes para cumplir el objetivo de conservación; sin embargo, cada uno de estos mecanismos involucran un nivel de apertura para la utilización y preservación como:

- La protección: tiene como objetivo mantener intacto su ámbito ecológico natural y las poblaciones de vida silvestre.
- La restauración: tiene como objetivo restablecer entornos naturales, sociedades alteradas, sistemas ecológicos y recuperación de poblaciones silvestres que han sido alteradas por actividades antrópicas.
- Uso sustentable: tiene como objetivo la sustentabilidad ecológica para el aprovechamiento de los recursos biológicos sin producir mayores impactos.

2.8 Marco legal

En esta sección, se mencionan directrices legales y leyes que están relacionadas al siguiente proyecto de investigación y que se sustentan en los siguientes instrumentos legales del Ecuador.

2.8.1 Constitución de la República del Ecuador

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador (2008), se menciona en el capítulo segundo (derechos del buen vivir) a los artículos 14 y 15, que establece vivir en un ambiente sano, la preservación de la naturaleza, conservación de ecosistemas y el uso de energías alternativas, para la prevención de impacto ambiental. Mientras que en el capítulo séptimo (derechos de la naturaleza), menciona a los artículos 71,72,73 y 74 sobre los derechos de la naturaleza, a que se respete su existencia, sus funciones y todos los elementos que forman parte del ecosistema. Además, las personas y el estado ecuatoriano tienen la responsabilidad y obligación de establecer mecanismos de restauración para contrarrestar daños ambientales, con el fin de que personas, pueblos y comunidades tengan servicios ambientales adecuados para un buen vivir.

2.8.2 Convenios y Tratados Internacionales

Como señala MAE (2015), en el convenio de las Naciones Unidas sobre la diversidad biológica en el que forma parte Ecuador, establece el aprovechamiento de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y conservación in situ. Se hace referencia al Art. 8, refiriendo que se administrará y se proveerá la protección de ecosistemas, hábitats naturales y un sistema de áreas protegidas para garantizar la conservación y uso sostenible de especies en entornos naturales; adicionalmente con estrategias y manejo adecuado en zonas adyacentes de las áreas protegidas con el fin de aumentar la conservación en dichas zonas.

2.8.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización “COOTAD”

De acuerdo con el COOTAD (2010) se menciona a varios artículos importantes sobre la gestión y protección ambiental. En el artículo 4.- Fines de los gobiernos

autónomos descentralizados, referente a las circunscripciones territoriales de los gobiernos autónomos descentralizados en su literal d) señala sobre la recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento para que exista un medio ambiente sostenible y sustentable. Además, en el artículo 65.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural. Los GAD parroquiales tendrán competencias exclusivas sin perjuicio, como se menciona en el literal d) sobre actividades de desarrollo productivo para la preservación y protección de la biodiversidad y el medio ambiente.

Por otra parte, en el artículo 136.- de ejercicio de las competencias de gestión ambiental, menciona que los GAD provinciales tiene la facultad de: ordenar, disponer, organizar, gobernar la gestión y defensa ambiental en su territorio. En concordancia con el sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, a través de políticas y normas a favor del medio ambiente, con la finalidad de obtener licencias ambientales y que estas serán emitidas por la autoridad ambiental nacional.

2.8.4 Código Orgánico del Ambiente (COA)

Con base en el Código Orgánico del Ambiente (2017) en el título VI, capítulo I, art. 88 establece que, el Patrimonio Forestal Nacional debe promover el manejo, uso sostenible y conservación de ecosistemas juntamente con la contribución y participación social para un desarrollo sostenible, específicamente en ámbito rural. Mientras que en el Art. 89 declara que, la Autoridad Ambiental Nacional tiene la potestad de la regulación, gestión, planificación y control del Patrimonio Forestal Nacional que está conformado por: (i) bosques naturales y tierras de aptitud forestal, (ii) formas de vegetación no arbórea asociada o no a los bosques, manglares, moretales, páramos y otros, (iii) bosques y vegetación protectores, (iv) bosques secundarios e intervenidos, (v) tierras de restauración ecológica o protección. Por otro lado, en el capítulo IV del Art. 106 se plantea estrategias y planes para la conservación de bosques naturales, como instrumentos de zonificación que son propuestos por el Estado o por propietarios de tierra con el fin de evitar el cambio de uso de suelo y deforestación de bosques naturales.

2.8.5 Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

Como expresa el TULSMA (2017) en el Libro III, del Título IV, (de los bosques y vegetación protectores), en los artículos 16 y 20 se menciona que, los bosques protectores son de dominio público o privado, localizados en áreas de topografía accidentada o zonas con condiciones climáticas, edáficas e hídricas, no idóneas para ganadería y agricultura. Sus funciones se centran en la conservación de fauna silvestre, flora, agua y suelo. Las únicas actividades con autorización previa del MAE son: (i) apertura de franjas cortafuegos, (ii) control fitosanitario, (iii) protección de flora y fauna silvestre, (iv) ejecución de obras públicas que sean prioritarias, (v) manejo forestal sustentable y que no se perjudiciales conforme al plan de manejo integral (vi) actividades científicas turísticas y de recreación.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

En este capítulo se describen y detallan los procesos y materiales empleados para el cumplimiento de cada uno de los objetivos en el desarrollo de esta investigación.

3.1 Descripción del área de estudio

El bosque protector Taminanga Grande está ubicado en las provincias de Imbabura y Pichincha con una extensión de 1.096 ha, también es conocido como Aminanga o Taminanga, el cual se ubica en la sierra norte del Ecuador, provincia de Imbabura, cantón Otavalo, en la parroquia Selva Alegre (ALLPA, 2009). El presente estudio se realizó para el área que se encuentra en la zona de Imbabura y que corresponde a una superficie de 986.81 ha (Figura 1).

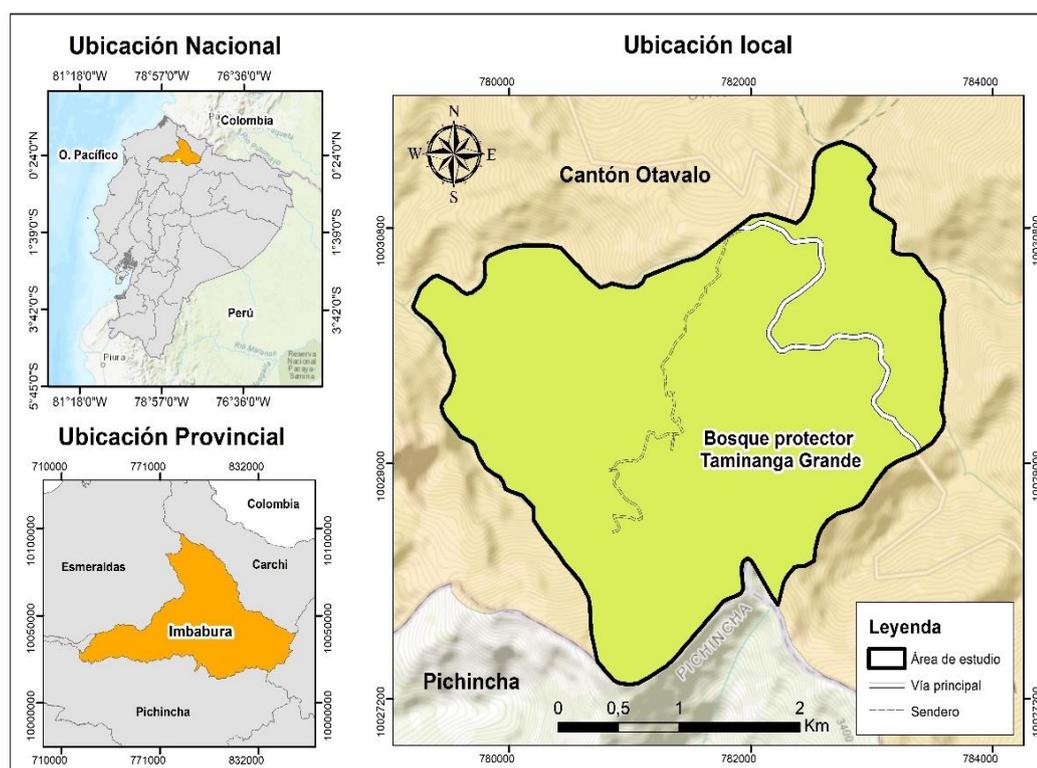


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Sus límites son al norte y oeste con el cantón de Cotacachi, al este con la parroquia de Quichinche y al sur con la provincia de Pichincha. Según el PDOT Otavalo (2015) mediante la Normativa del Registro Oficial No.17 del 4 de septiembre de

1979 con Resolución Ministerial No.4 del 28 de agosto del mismo año, declara al área natural Taminanga Grande como bosque protector formando parte de las áreas protegidas del cantón Otavalo.

3.1.1 Formaciones vegetales

El bosque protector Taminanga Grande forma parte del corredor biológico Andes-Chocó (Corporación Toisán, 2011), presenta las siguientes las formaciones vegetales: bosque siempreverde montano, bosque siempre verde montano alto y herbazal de páramo pertenecientes a la Cordillera Occidental de los Andes (MAE, 2013) como se visualiza en la Figura 2 y se considera una zona de transición entre bosque de neblina y páramo constituyendo un alto nivel de diversidad florística de gran importancia ecológica (ECOPAR, 2006).

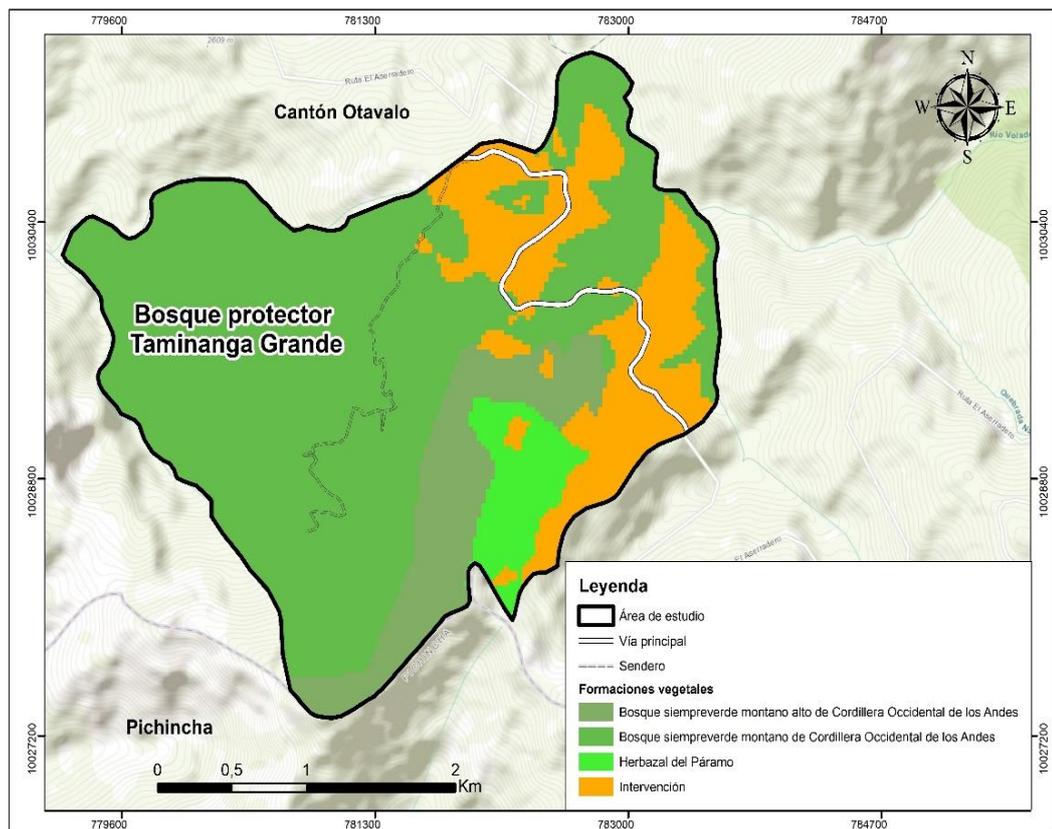


Figura 2. Formaciones vegetales

3.1.2 Clima

Presenta alta precipitación y humedad característicos de los bosques de neblina y necesarios para el mantenimiento equilibrado de captación y distribución del agua. Comprende bioclimas pluviales, húmedo e hiperhúmedo (MAE, 2013), con temperaturas anuales que varían de los 12°C hasta los 18°C con presencia de heladas (bajo 0°C) y una precipitación anual de 2.500 mm (ALLPA, 2009). Como se observa en la Figura 3, según la clasificación de Holdridge, el área de estudio se ubica en las provincias de humedad de Bosque húmedo montano bajo y Bosque muy húmedo montano (Corporación Toisán, 2011).

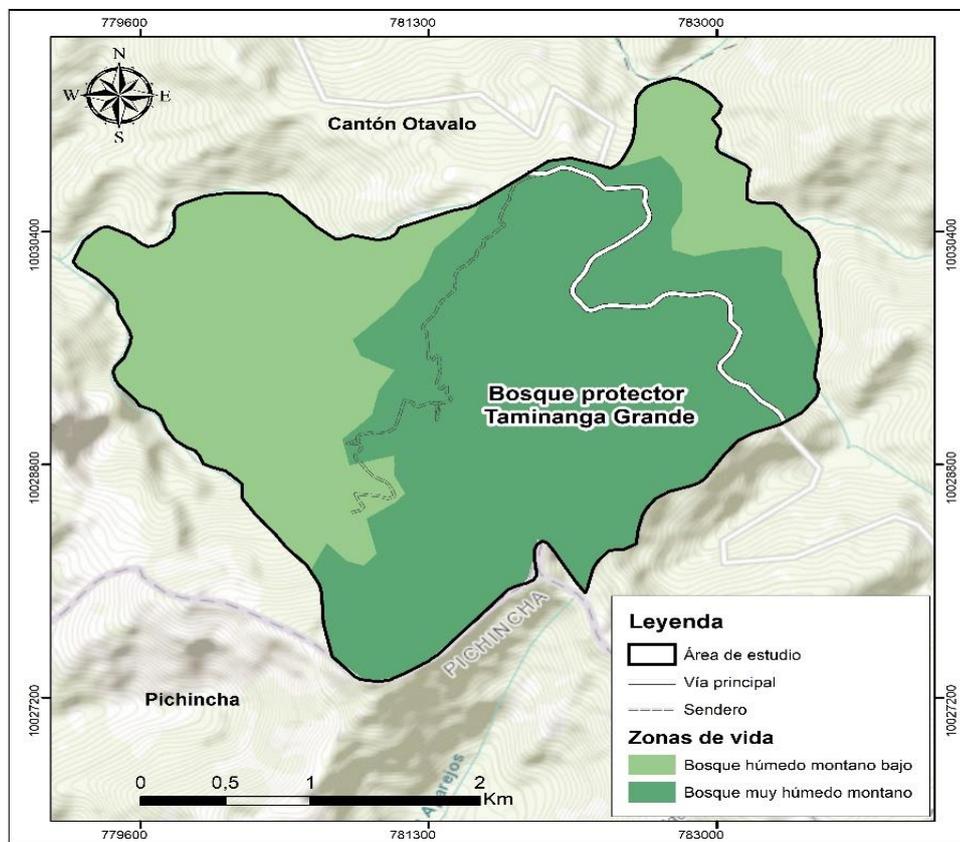


Figura 3. Zonas de vida Holdridge del área de estudio

3.1.3 Flora

La vegetación típica de un bosque de neblina se presenta como estrato arbóreo (hasta 30 metros de altura). Además de estratos arbustivo, hierbas y abundantes epífitas como: helechos, musgos, bromelias y orquídeas (Torres, 2013). Las

familias características son: Arecaceae, Asteraceae, Orchidaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Gesneriaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, entre otras (MAE, 2013).

3.2. Métodos

Los métodos y procesos que se aplicaron para cumplir los objetivos propuestos se distribuyeron en tres fases:

3.2.1 Identificación de la vegetación predominante

Para evaluar la diversidad de flora predominante en el bosque protector Taminanga Grande, se realizó las siguientes actividades:

3.2.1.1 Tipo de muestreo

Para este estudio, se realizó el tipo de muestreo por recorrido libre propuesto por Lasso (2014), estableciendo un total de 34 puntos siguiendo la vía principal y el sendero que permite el acceso al área de estudio como observa en la Figura 4. De esta manera, se registró la flora (ver Anexo 1), aplicando la técnica por observación directa propuesta por la FAO (2009).

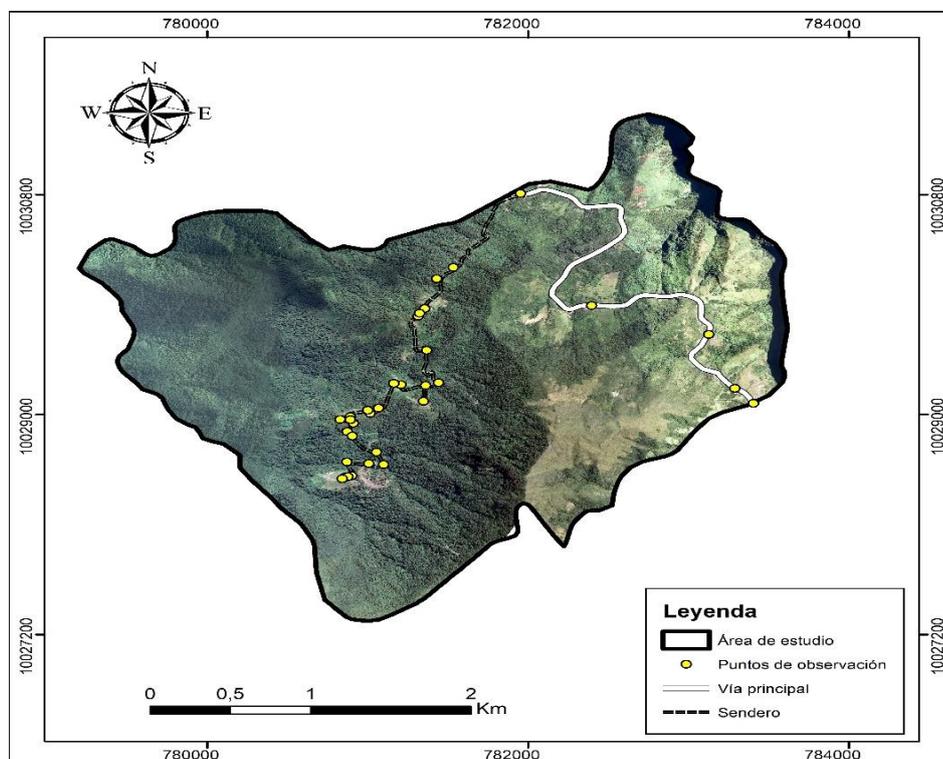


Figura 4. Puntos de muestreo de vegetación representativa en el área de estudio

3.2.1.2 Registro de especies

La información obtenida de las especies se registró en una ficha de campo que se muestra en Tabla 1, además se realizó un registro fotográfico con los dispositivos móviles iPhone 6s y Samsung Galaxy A50. Para este estudio fueron consideradas las especies en etapa de fructificación o reproductiva, y la recolección de información se realizó en la época seca (abril y julio) y en la época lluviosa (septiembre y octubre) con el fin de validar concretamente la identificación de cada especie presente en esta área de estudio.

Tabla 1. Formato de ficha de campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE					
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES					
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES					
FICHA DE CAMPO – 2021					
OBJETIVO: Identificar la vegetación predominante en el bosque protector Taminanga Grande					
INVESTIGADORES:					
COORDENADAS UTM:			X: Y:		
Nº	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS

3.2.1.3 Identificación de especies

Para la identificación taxonómica de las especies, se utilizaron recursos físicos y digitales de flora que se enlistan a continuación:

- Guías de campo de flora de Field Museum: Se encuentran una variedad de guías fotográficas de especies de una zona o área determinada, en la que incluye localización y año de publicación (Field Museum, 2021).
- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia: Página online perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia en la que describe la flora de Colombia (Bernal et al., 2019).
- Libro rojo de plantas endémicas de Ecuador: Es una recopilación investigativa de las plantas endémicas que existen en el país hasta la

actualidad, estableciendo su estado y criterios de conservación según la IUCN con su respectiva ubicación (León et al., 2011).

- Plant Names Index: Facilita información botánica de especies de plantas, desde la taxonomía hasta rangos específicos de nomenclatura (IPNI, 2021).
- Gbif: Página web internacional en el que almacena datos sobre todo tipo de especies de flora y fauna haciendo énfasis en su ubicación y distribución a nivel mundial (GBIF, 2021).
- Trópicos: Es una base de datos en la que aporta información de plantas a nivel mundial en el que registra más de 1.33 millones de nombres científicos e imágenes digitales (Trópicos, 2021).
- iNaturalist: Este portal digital proporciona información para la identificación de especímenes mediante la observación de expertos en el que sugieren la asignación taxonómica de la especie a identificar (iNaturalist, 2021).
- Libro de Árboles representativos del noroccidente de Pichincha: Este es un documento de flora representativa existente en los bosques montanos del noroccidente de Pichincha ejecutado y publicado por el consorcio CONDESAN (Pinto et al., 2018).

3.2.1.4 Procesamiento de la información

La información obtenida en campo se clasificó taxonómicamente (familia, género, especie, nombre común). Además, se identificó su hábito de crecimiento en: hierbas, arbustos, hierbas/epífitas, arbusto/árboles y árboles. Por último, se describió la distribución de las especies y su estado de conservación siguiendo los criterios de la Lista Roja de la IUCN (International Union of Conservation of Nature) en las que se dividen en 9 categorizaciones (IUCN, 2021) los cuales se detallan en el Anexo 19.

3.2.2 Determinación de los cambios históricos de cobertura vegetal del periodo 2002-2018

Se detalla todo el proceso seguido para la determinación de los cambios de cobertura del bosque protector, se realizó las siguientes actividades:

3.2.2.1 Adquisición de ortofotos

Se obtuvieron ortofotos del proyecto SIGTIERRAS a escala 1: 5 000 con fechas de toma de los años 2002 y 2018 del Geoportal del MAGAP (www.geoportal.agricultura.gob.ec) que se adquirieron de forma gratuita y que presentaron una mejor resolución radiométrica, generando información confiable para esta investigación. Además, se requirió una resolución espacial de píxel de 30 x 30 m, este rango es utilizado a menudo para analizar la variación de la cobertura vegetal en el tiempo (Millington et al., 2003).

3.2.2.2 Selección de ortofotos

Se descargaron las ortofotos que tienen un porcentaje de nubosidad menor al 20% y se efectuó combinaciones de bandas en RGB (1,2,3) con el fin de obtener una mejor visualización de la cobertura vegetal para dar una validez a la información obtenida mediante las ortofotos.

3.2.2.3 Procesamiento digital de las ortofotos

Se aplicó el tratamiento de las ortofotos empleando un procedimiento digital para evitar errores en corrección geométrica, para esto se utilizó la siguiente metodología:

- Pre-procesamiento de ortofotos: Se realizó la corrección geométrica de las ortofotos proyectando en el sistema de referencia WGS 1984 UTM (*Universal Transversal de Mercator*), Datum WGS84 - Zona 17 hemisferio Sur. Después, se generó el corte de cada ortofotografía usando la herramienta *extract by mask* del software ArcMap 10.8 con el límite del bosque protector Taminanga Grande, en formato vectorial (shapefile). Se consideró que tanto la ortofoto y el shapefile del bosque protector estén en

el mismo sistema de proyección de coordenadas y con una misma área de extensión.

- Delimitación del área de estudio: Se realizaron salidas de campo donde se verificaron las clases de cobertura existentes en el área de estudio (Anexo 2). Además, se asignaron 15 puntos de control (Anexo 3), mediante navegador GPS y posteriormente se crearon 262 puntos adicionales con la herramienta *Create random points* en el software ArcGIS 10.8, generando un total de 277 puntos de control (Figura 5), con la finalidad de identificar cada una de las clases de cobertura que se interpretaron en las ortofotos del proyecto SIGTIERRAS del año 2018.

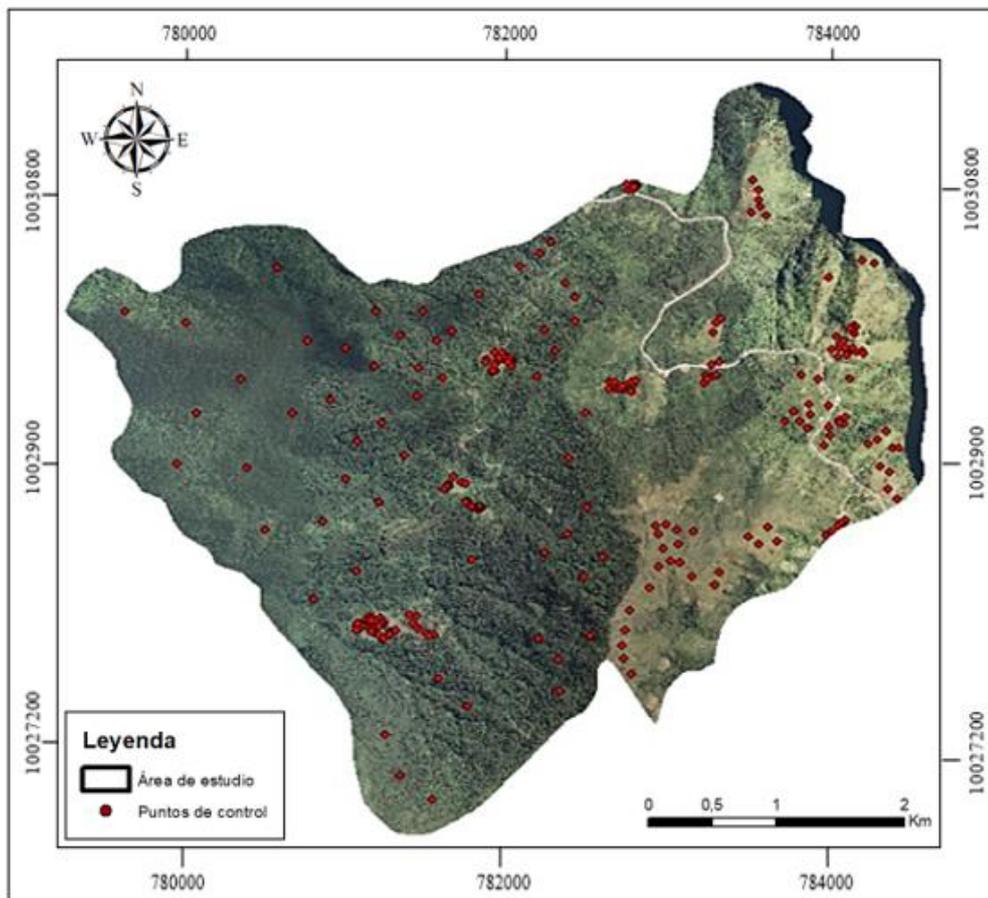


Figura 5. Puntos de control en el bosque protector Taminanga Grande

- Procesamiento de ortofotos: Se elaboró un mosaico o unión de las ortofotos utilizando el software ArcGIS 10.8 para posteriormente clasificarlas mediante modelo de máxima similitud (*Maximum Likelihood Classification*), aplicando el método de Aguilar, (2014), el cual se calculó el NDVI para identificar y determinar la cantidad de biomasa vegetal mediante la herramienta *Image Analisys* aplicando la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{R - IRR}{R + IRR}$$

NDVI= Índice de vegetación normalizada

R= Color rojo del espectro visible

IRR= Infrarrojo cercano

Posteriormente se aplicó la herramienta *Reclassify* con el método manual para el ingreso de los siguientes rangos:

Tabla 2. Rangos de NDVI

N°	Clasificación	Valor
1	Suelo sin vegetación (SV)	0-0.125
2	Vegetación ligera (VL)	0.125-0.25
3	Vegetación mediana (VM)	0.25-0.50
4	Vegetación alta (VA)	>0.50

Fuente: Modificado de Aguilar (2014). *Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales.*

3.2.2.5 Clasificación supervisada

Para clasificación supervisada se aplicó la metodología de Chuvieco (2010), asignado áreas de entrenamiento en el software ArcGIS 10.8, para la obtención de los tipos de cobertura vegetal donde se asignaron cinco clases de acuerdo con las observaciones realizadas en las salidas de campo como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipos de cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande

N°	ID	Coberturas	Descripción
1	Asv	Áreas sin vegetación	Zonas con evidente intervención antrópica
2	B	Bosque	Áreas en las que se observa vegetación nativa del bosque montano
3	C	Cultivos	Plantaciones con especies exóticas o ajenas al ecosistema
4	P	Páramo	Zonas de transición entre el bosque y páramo
5	Pa	Pastos	Áreas en las que predomina la vegetación arbustiva y hierbas

Posteriormente, se crearon áreas de entrenamiento como polígonos para cada categoría de cobertura vegetal identificadas en campo (*in situ*) como muestra la Figura 6, del mismo modo se generó firmas espectrales a través de la herramienta *Create Signatures*. A continuación, se aplicó la herramienta *Maximum Likelihood Classification* para obtener la clasificación supervisada. En los polígonos de formato vectorial de los tipos de coberturas se hizo un proceso de reducción de superficies menores a una hectárea utilizando la herramienta *Eliminate* para suprimir zonas no válidas o falsos polígonos. Por último, se generó el mapa de cobertura vegetal de los años en estudio a escala 1:50.000.

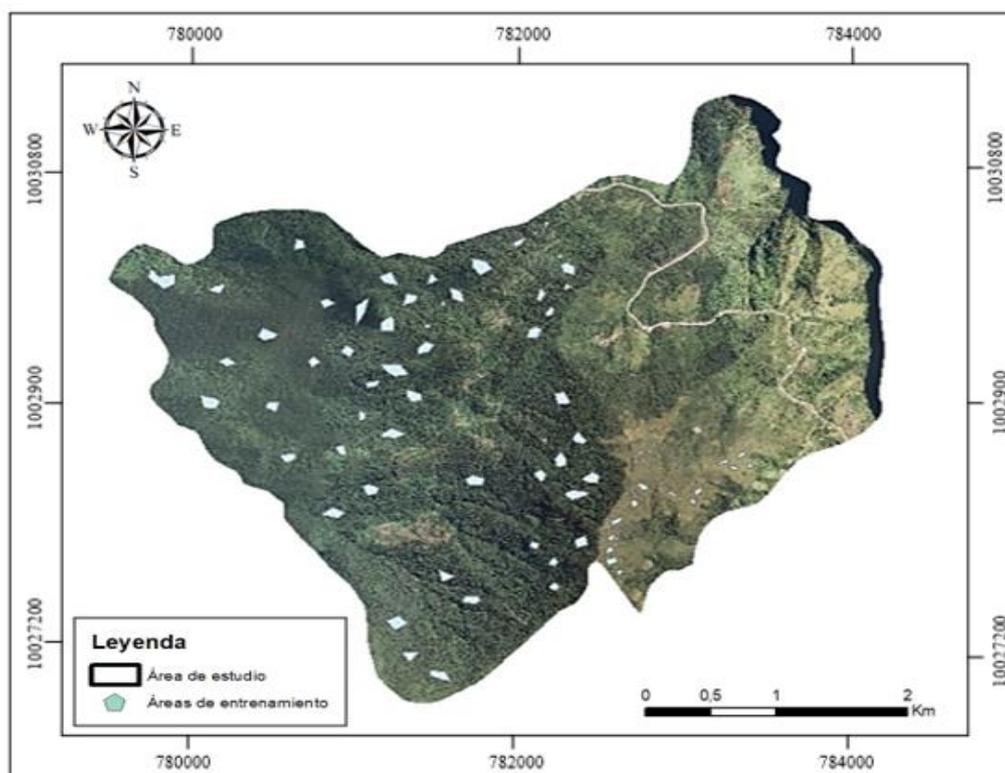


Figura 6. Áreas de entrenamiento mediante polígonos

3.2.2.6 Verificación de la clasificación supervisada

En la validación de la clasificación supervisada, se calculó el índice Kappa como se detalla en la Tabla 4, determinando la exactitud en el procesamiento de las ortofotos mediante la superposición de los puntos GPS obtenidos en la fase de campo, indicando la veracidad entre el mapa y la situación actual del uso de suelo y la cobertura. López et al. (2001) destaca que el índice Kappa, determina el grado de significancia entre los datos obtenidos en clasificación supervisada y los datos recopilados en campo. Cerda & Villarroel (2008) mencionan que, el valor cercano a 0 tiene una fuerza de concordancia de categoría pobre y el valor 1 es la similitud o exactitud entre las dos comparaciones.

Tabla 4. Índice de Kappa

Valor de K	Fuerza de concordancia
< 0.21	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.0	Muy Buena

Fuente: Landis y Koch (1997, como se citó en Cerda & Villarroel, 2008). Coeficiente Kappa.

3.2.2.7 Matriz de confusión o contingencia

Para un análisis más detallado se aplicó la matriz de confusión como se indica en la Tabla 5. La matriz es propuesta por Vanetti (2007), esta es una herramienta importante para mostrar los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal que se empleó por medio de la calculadora de matriz de confusión, que es de acceso libre en la web (<https://www.marcovanetti.com/pages/cfmatrix/>). Esta calculadora permitió la comparación y corroboración del aumento o disminución de las coberturas en el año 2002 y el año 2018, determinado la reducción y fragmentación del paisaje de la zona en estudio.

Tabla 5. Matriz de confusión

		Fecha 1 (f_1)						Exactitud de usuario
		Asv	B	C	P	Pa	Total (f_2)	
Fecha 2 (f_2)	Asv	Ctg. 1(f_1)	Ctg.2 (f_1)	Ctg.3(f_1)	Ctg.4(f_1)	Ctg.5(f_1)	Total	Ctg. n (f_1)
		Ctg. 1(f_2)	Ctg.1 (f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg. 1 (f_2)	Ctg. 1 (f_2)
	B	Ctg. 1(f_1)	Ctg.2(f_1)	Ctg.3(f_1)	Ctg.4(f_1)	Ctg.5(f_1)	Total	Ctg. n (f_1)
		Ctg. 2(f_2)	Ctg.2(f_2)	Ctg.2 (f_2)	Ctg.2(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg. 2 (f_2)	Ctg. 2 (f_2)
	C	Ctg. 1(f_1)	Ctg. 2 (f_1)	Ctg. 3(f_1)	Ctg.4(f_1)	Ctg.5(f_1)	Total	Ctg. n (f_1)
		Ctg. 3(f_2)	Ctg. 3 (f_2)	Ctg. 3(f_2)	Ctg.3(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg. 3 (f_2)	Ctg. 3 (f_2)
P	Ctg. 1(f_1)	Ctg. 2(f_1)	Ctg. 3(f_1)	Ctg.4(f_1)	Ctg.5(f_1)	Total	Ctg. n (f_1)	
	Ctg. 4(f_2)	Ctg. 4(f_2)	Ctg. 4 (f_2)	Ctg.4(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg. 4 (f_2)	Ctg. 4 (f_2)	
Pa	Ctg. 1(f_1)	Ctg. 2(f_1)	Ctg. 3(f_1)	Ctg.4(f_1)	Ctg.5(f_1)	Total	Ctg. n (f_1)	
	Ctg. 5(f_2)	Ctg. 5(f_2)	Ctg. 5(f_2)	Ctg.5(f_2)	Ctg.1(f_2)	Ctg. 5 (f_2)	Ctg. 5 (f_2)	
Total (f_1)		Total	Total	Total	Total	Total	Suma de los totales	Total
		Ctg.1(f_1)	Ctg.2 (f_1)	Ctg.3 (f_1)	Ctg.4 (f_1)	Ctg.5 (f_1)		Ctg. n (f_1)

Fuente: Camacho et al. (2015). Cambios de cobertura / uso del suelo.

3.2.2.8. Elaboración de mapas temáticos

Los mapas temáticos se realizaron a escala 1:50.000 utilizando un Sistema de Información Geográfica (S.I.G); con base en la información cartografía existente, los mapas que se realizaron fueron:

1. Mapa de Ubicación
2. Mapa de Formaciones Vegetales
3. Mapa de Zonas de Vida
4. Mapa de Tipos de Clima
5. Mapa de Tipos de Suelo
6. Mapa de Cobertura Vegetal 2002
7. Mapa de Cobertura Vegetal 2018
8. Mapa de Uso Potencial del suelo

3.2.3 Estrategias de manejo y conservación para el bosque protector Taminanga Grande

La propuesta de estrategias se enfocó en la conservación del bosque protector tomando en cuenta la variación que presentaron las coberturas vegetales en la zona de estudio y aplicando el Índice de Perturbación Humana (IPH), a continuación, se explica detalladamente el procedimiento:

3.2.3.1 Identificación de Perturbación Humana (IPH)

La metodología empleada para la elaboración del IPH fue establecido y modificado por Kepfer (2008), donde se identificó los impactos y perturbaciones que se enfocaron solo en la vía principal y sendero que atraviesa el bosque protector, donde se establecieron criterios de impacto para: bosque (bosque primario y secundario) y cultivos (zona 1 y zona 2) como se observa en la Figura 7.

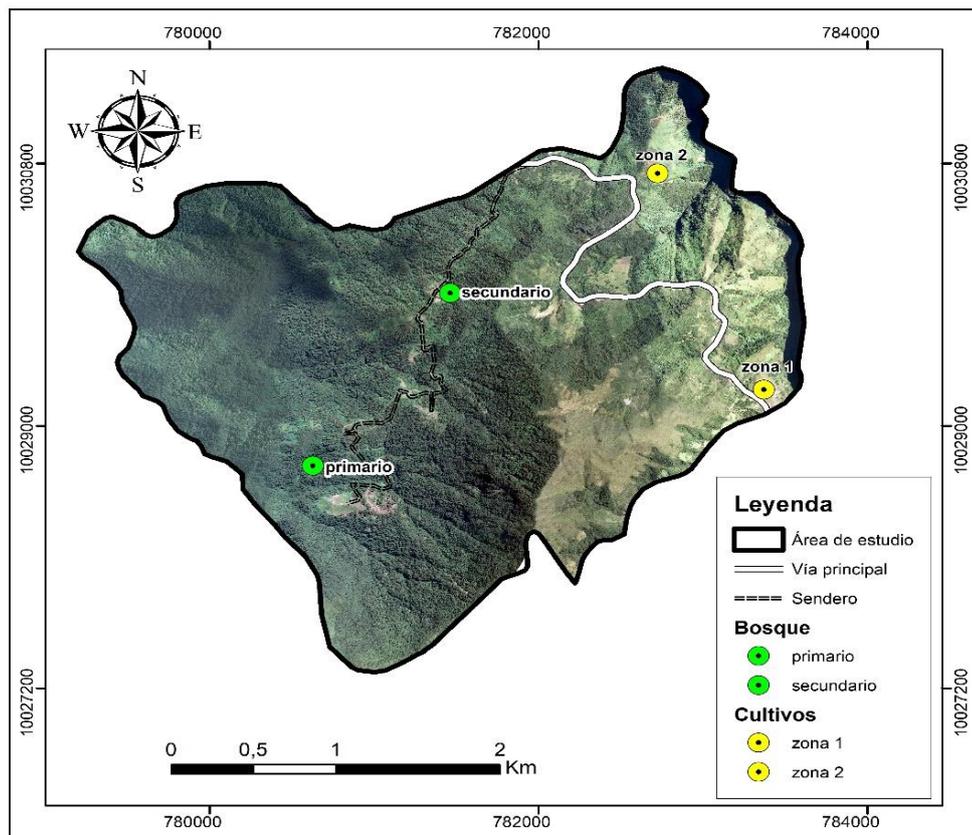


Figura 7. Ubicación de las categorizaciones evaluadas

Para el área bosque, se tomaron en cuenta los parámetros de: remoción de vegetación nativa, introducción de vegetación invasora, presencia de senderos, existencia de parches y deforestación como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Actividades antrópicas evaluadas en el área de bosque

Criterios de impacto	Cambios
Remoción de vegetación nativa	Disminución de la vegetación nativa por motivos de deforestación para proyectos privados
Introducción de vegetación invasora	Desequilibrio en el hábitat de la vegetación nativa debido a la introducción de plantas exóticas
Presencia de senderos	La presencia de senderos es un impacto leve y genera la alteración en la estructura del paisaje y de corredores biológicos
Existencia de parches	Alteración del paisaje natural
Deforestación	Pérdida de biodiversidad, existen cambios en la estructura y composición de flora y fauna

Fuente: *Modificado de Kepfer (2008).*

Para la categorización de cultivos, se evidenció los siguientes parámetros: existencia de potreros, avance de la frontera agrícola, presencia de monocultivos, incendios, vías de acceso y centros poblados, las cuales se enlistan en la Tabla 7.

Tabla 7. Actividades antrópicas evaluadas en el área de cultivos

Criterio de impacto	Cambios
Existencia de potreros	El pastoreo genera un impacto negativo directo en los microhábitats tanto para flora y fauna, creando sucesión secundaria o perturbación.
Avance de la frontera agrícola	Pérdida de vegetación nativa para dar paso a zonas de cultivo.
Presencia de monocultivos	Pérdida de la fertilidad de los suelos y disminución de la capa orgánica.
Presencia de incendios forestales	Impacto directo al ecosistema generando la pérdida de biodiversidad formando cambios en la estructura y composición del ecosistema.
Vías de acceso	Las vías para acceso alteran en los microhábitats, además pérdida de la cobertura vegetal, erosión y sedimentación.
Centros poblados	Genera un desequilibrio potencial, pero no se evidenció un impacto de significancia mayor.

Fuente: *Modificado de Kepfer (2008).*

Para la evaluación de cada criterio antrópico, se estableció un rango de valorización del 0 a 10 de acuerdo con el nivel de perturbación, siendo los valores 1, 2 y 3 designado como un impacto leve; 4, 5 y 6 como impacto moderado; y por último 7, 8, 9 y 10 como impacto severo. Al sumar los valores de cada criterio establecido se obtuvo un valor total ponderado que es el IPH, y se aplicó la siguiente fórmula:

$$IPH = \frac{\text{Suma total de criterios de impacto}}{\text{Número total de criterios}} \times 100\%$$

Los valores porcentuales obtenidos de cada categorización fueron incluidos en una categorización de impacto representada por abreviaturas como: Extenso (Ex), Moderado (Mo), Pequeño (Pq), y Mínimo (Mn), que se encuentran en el Anexo 20.

3.2.3.2 Estrategias de manejo y conservación

La escasa información en el bosque protector Taminanga Grande evidencia el desconocimiento sobre la fuerte presión de las actividades antrópicas que comprometen la permanencia de esta zona, por lo que las estrategias de manejo y conservación tienen como propósito conseguir la sostenibilidad, fomentar el turismo comunitario y la conservación, con el fin de garantizar los derechos de la naturaleza con un ambiente sano y sustentable (MAE, 2015).

La integración de estrategias para el manejo sustentable juntamente con la participación de la comunidad garantizará la correcta gestión de los recursos naturales y la conservación de estos, mediante nuevas alternativas de desarrollo local (Pezoa, 2001). Las propuestas para el manejo y conservación se desarrollaron en función a los objetivos analizados anteriormente y el análisis realizado mediante el Índice de Perturbación Humana (IPH), con la finalidad de mitigar los impactos identificados, conservar áreas vulnerables y potenciar el desarrollo sostenible en el área de estudio.

3.3. Materiales y equipos

En la Tabla 9 se presentan los materiales y equipos que se utilizaron para esta investigación, que permitieron el desarrollo tanto la fase de campo como la fase de gabinete.

Tabla 8. Materiales, equipos y software utilizados en la investigación

	Campo	Oficina
Materiales	<ul style="list-style-type: none">• Mochila de campo• Botas• Poncho de agua• Camioneta 4x4• Fichas de campo• Guías de campo• Machete• Esferos• Lápices• Binoculares	<ul style="list-style-type: none">• Ortofotos de los años 2002 y 2018• Guías y libros digitales de flora• Páginas web para identificación de especies de flora
Equipos	<ul style="list-style-type: none">• GPS• Celulares marca iPhone y Samsung	<ul style="list-style-type: none">• Software libre ArcGIS 10.8• Computadoras marca Hp y marca Lenovo• Software Word 2018• Software Excel 2018

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se detallan los resultados obtenidos a partir de los objetivos y preguntas directrices.

4.1 Vegetación representativa del bosque protector Taminanga Grande

En el Anexo 21 se detalla los valores de las coordenadas geográficas UTM (x, y), la altura y los 34 puntos que se asignaron por afinidad a lo largo del recorrido, que se realizó en la vía principal con una distancia 3.77 km y el sendero con 4.08 km, recorriendo un total de 7.85 km.

4.1.1 Especies registradas en el área de estudio

En la Tabla 9 se muestra el registro de las especies con su nombre común. Como resultado de esta investigación se identificaron 43 familias, 71 géneros y un total de 90 especies, cuyo hábito de crecimiento se enlistan en el Anexo 22.

Tabla 9. Vegetación predominante del bosque Protector Taminanga Grande

N ^o	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Acanthaceae	<i>Aphelandra chrysantha</i> Wassh.	Desconocido
2	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i> Kunth Spreng	Moquillo
3	Araceae	<i>Anthurium oxybelium</i> Schott	Anturio
4	Arecaceae	<i>Ceroxylon echinulatum</i> Galeano	Palma de cera
5	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea hirsuta</i> Kunth	Allpacoral
6	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea pardina</i> Herb	Desconocido
7	Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Manrubio/Hierba de cuy
8	Asteraceae	<i>Dendrophorbium lloense</i> Sodiro C. Jeffrey	Lengua de vaca/Abejón
9	Asteraceae	<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Rob.	Margaritón/Botón de oro
10	Asteraceae	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth	Camargo
11	Asteraceae	<i>Pseudogynoxys sodiroi</i> (Hieron.) Cuatrec.	Desconocido
12	Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	Cóndor cebolla
13	Athyriaceae	<i>Deparia</i> sp Hook. & Grev.	Desconocido
14	Bromeliaceae	<i>Guzmania gloriosa</i> (André) André ex Mez	Huicundo
15	Calceolariaceae	<i>Calceolaria mexicana</i> Benth.	Desconocido
16	Calceolariaceae	<i>Calceolaria oxyphylla</i> Molau	Desconocido
17	Calceolariaceae	<i>Calceolaria penlandii</i> Pennell	Desconocido
18	Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.fil.	Choroticos
19	Campanulaceae	<i>Burmeistera cyclostigmata</i> Donn. Sm.	Desconocido
20	Campanulaceae	<i>Centropogon pichinchensis</i> Zahlbr.	Desconocido
21	Campanulaceae	<i>Centropogon aequatorialis</i> E.Wimm	Desconocido
22	Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i> Lineo	Yarumo/ Guarumo
23	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch	Duco/Matapalo
24	Cunoniaceae	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Encenillo

25	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i> Smith	Desconocido
26	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	Helecho arborescente
27	Ericaceae	<i>Disterigma acuminatum</i> Kunth	Piqui
28	Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied	Nigua
29	Ericaceae	<i>Gaultheria insipida</i> Benth	Chichaja
30	Ericaceae	<i>Gaultheria rígida</i> Kunth	Reventadera
31	Ericaceae	<i>Macleania pentaptera</i> Hoerold	Hualicón/ Gualicón
32	Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Smith	Uva camarona/Uvito
33	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	Moridera/Manzana
34	Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i> B.A.Sm.	Sangre de drago
35	Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz & Thell	Iso
36	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Porotón/Chachafruto
37	Gesneriaceae	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	Caracola
38	Gesneriaceae	<i>Gasteranthus pansamalanus</i> (Donn.Sm.) Wiehler	Lomo de culebra
39	Gesneriaceae	<i>Glossoloma oblongicalyx</i> (JL Clark & Le Skog)	Desconocido
40	Gesneriaceae	<i>Heppiella ulmifolia</i> kunth	Oquilla
41	Gesneriaceae	<i>Kohleria affinis</i> (Fritsch) Roalson & Boggan	Caracola
42	Gunneraceae	<i>Gunnera brephogea</i> Linden & André	Hojas de plátano
43	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	Romerillo/Corazoncillo
44	Iridaceae	<i>Crocsmia aurea</i> (Pappe ex Hook) Planch	Estrellas fugaces
45	Lamiaceae	<i>Salvia pichinchensis</i> Benth	Salvia o mirtos
46	Lamiaceae	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	Ortiga hedionda
47	Lycopodiaceae	<i>Huperzia rufescens</i> (Hook)Trevis.	Firmosses
48	Marattiaceae	<i>Danaea nodosa</i> (L.) Sm.	Desconocido
49	Melastomataceae	<i>Miconia latifolia</i> (D. Don) Naudin	Kullca/Yamu chukhu
50	Melastomataceae	<i>Miconia papillosa</i> (Desr.) Naudin	Colca de Quito
51	Melastomataceae	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	Colca
52	Melastomataceae	<i>Monochaetum hartwegianum</i> Naudin	Desconocido
53	Melastomataceae	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	Desconocido
54	Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	Flor de mayo/ sietecueros
55	Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb.) & Bonpl.ex Willd) Wilbur	Laurel de cera/ Laurel
56	Nyctaginaceae	<i>Colignonia pentoptera</i> J.E. Bohlin	Desconocido
57	Onagraceae	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Pena pena
58	Orchidaceae	<i>Anacheilium hartwegii</i> (Lindl.) Pabst, Moutinho & A.V.Pinto	Desconocido
59	Orchidaceae	<i>Cyrtochilum macranthum</i> (Lindl.) Kraenzl	Pichinchilla o Maygua
60	Orchidaceae	<i>Cyrtochilum serratum</i> (Lindl.) Kraenzl	Bailarina
61	Orchidaceae	<i>Epidendrum cochlidium</i> Lindl	Desconocido
62	Orchidaceae	<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth	Desconocido
63	Orchidaceae	<i>Epidendrum mesogastropodium</i> Hágsater & Dodson	Desconocido
64	Orchidaceae	<i>Maxillaria lehmannii</i> Rchb.f.	Desconocido
65	Orchidaceae	<i>Oncidium heteranthum</i> Poepp. & Endl.	Angelitos
66	Orchidaceae	<i>Pleurothallis cordata</i> (Ruiz & Pav.) Lindl	Desconocido
67	Orchidaceae	<i>Pleurothallis truncata</i> Lindl.	Desconocido
68	Orchidaceae	<i>Sobralia sp</i> Ruiz & Pav.	Desconocido
69	Oxalidaceae	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	Chulco
70	Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.	Sandalia/Pucunero
71	Passifloraceae	<i>Passiflora cumbalensis</i> Harms	Taxo silvestre
72	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Maíz de perro
73	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Bambú
74	Polygalaceae	<i>Monnina polystachya</i> Ruiz & Pav.	Sorbetana
75	Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Zarzamora
76	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Desconocido
77	Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Kimbi
78	Salicaceae	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	Palo blanco/ Shicamilla
79	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa meridionalis</i> (L. fil.) Kuntze	Ajicillo/Choroticos

80	Solanaceae	<i>Deprea sachapapa</i> (Hunz.) S.Leiva & Deanna	Desconocido
81	Solanaceae	<i>Iochroma calycinum</i> Benth.	Iochroma
82	Solanaceae	<i>Iochroma cyaneum</i> (Lindl.) M.L.Green	Churur violeta
83	Solanaceae	<i>Iochroma fuchsoides</i> (Blonpl.) Miers	Gallino/Corazón de pollo
84	Solanaceae	<i>Jaltomata viridiflora</i> (Kunth) M.Nee & Mione	Uvilla de monte
85	Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Desconocido
86	Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Veneno de perro o pungal
87	Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Penquita
88	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk) EP St. John	Desconocido
89	Violaceae	<i>Viola arguta</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Violeta roja/violeta de campo
90	Violaceae	<i>Viola scandens</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Violeta silvestre/pensamiento

A partir de esta información, se elaboró una guía de flora ilustrada con las especies registradas (Anexo III), el cual servirá como herramienta didáctica de difusión de información, que se detalla como actividad en la sección de estrategias de manejo y conservación, específicamente en la estrategia cuatro.

4.1.2 Familias y su predominancia

Las familias más importantes y con mayor predominancia que se registraron en el bosque protector son: Orchidaceae con siete géneros, Asteraceae seis géneros, Gesneriaceae cinco géneros, y las familias Ericaceae y Solanaceae con cuatro géneros respectivamente. Los resultados del estudio muestran que el hábito de crecimiento predominante es: hierbas (37 especies), seguido de arbustos (23), árboles (12), hierba/epífita (12) y por último arbusto/árbol (6).

Lyon (2005) en su estudio del bosque montano alto del sur del Ecuador de la Reserva Biológica San Francisco, menciona que, las epífitas es el grupo más dominante este ecosistema, especialmente las orquídeas. Esta información se corrobora con los resultados obtenidos en este presente estudio, el cual la familia más predominante es Orchidaceae, esto se debe a que las condiciones climáticas (temperatura y precipitación) y altitudinales permiten el desarrollo de abundantes epífitas. Además, la precipitación horizontal mantiene a los bosques nublados permanentemente húmedos, por ende, permite el crecimiento de musgos, helechos y orquídeas (MAE, 2013).

En el estudio de Cerón y Reyes (2016) sobre diversidad y flora de la loma Bretaña, provincia de Carchi, mencionan que las familias más representativas de esta zona de estudio fueron Orchidaceae y Asteraceae. Con respecto a este estudio, los resultados coinciden con estas familias predominantes presentes en el bosque protector Taminanga Grande, no obstante, se diferencian el número de géneros e individuos, debido a que influye la variación del rango altitudinal de las zonas estudiadas y el estado de conservación de estos ecosistemas boscosos.

4.1.3 Géneros representativos

Los géneros con mayor número de registros en este estudio fueron: *Calceolaria* con cuatro especies, *Epidendrum* con tres especies, así mismo *Lochroma* y *Miconia* con tres especies, de igual modo otros géneros reportados fueron: *Bomarea*, *Centropogon*, *Macleania*, *Monochaetum*, *Cyrtochilum*, *Pleurothallis*, *Palicourea*, *Solanum* y *Viola* cada una de ellas con dos especies como se visualiza en la Figura 8. Todas estas especies se registraron a lo largo del sendero del bosque en los que evidentemente existen alteraciones antrópicas que desequilibran el ecosistema boscoso.

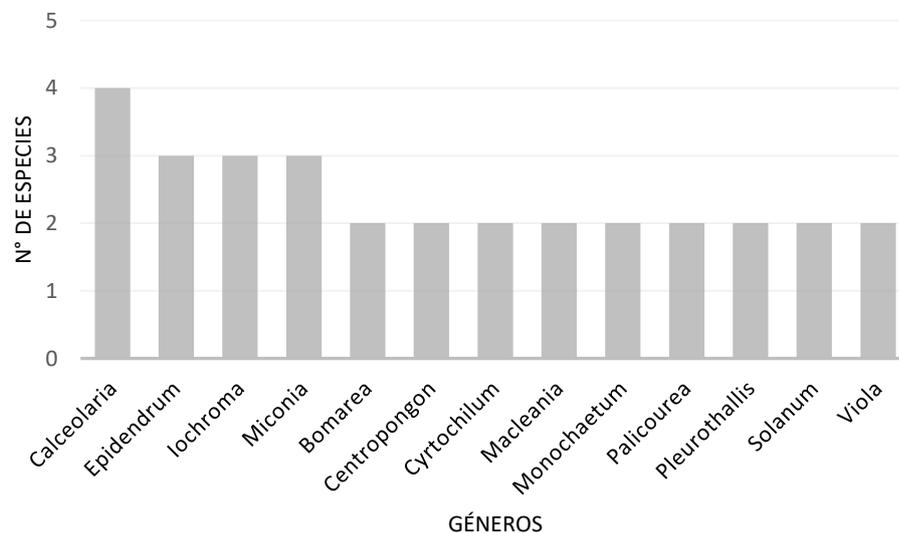


Figura 8. Géneros con mayor número de especies

Caranqui (2015), en su investigación sobre estructura y composición del bosque siempreverde montano bajo en el Río Negro en Tungurahua, menciona que los géneros más predominantes fueron: *Croton* (más abundante), *Miconia* y *Saurauia*; de esta manera se evidencia una notable variación con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, esto se debe a la diferencia altitudinal, posición geográfica y condiciones bioclimáticas entre los bosques montanos del norte y sur del Ecuador.

4.1.4 Categorización de las especies según la lista roja de la IUCN

Respecto a las 90 especies identificadas por la vía principal y sendero del bosque protector, se realizó un listado de la categorización de especies según la IUCN (Anexo 23). Es necesario recalcar que dos categorizaciones tuvieron mayor registro que son: No evaluado (NE) con 50 especies y Preocupación menor (LC) con 22 especies según la lista roja de la IUCN como se observa en la Figura 9.

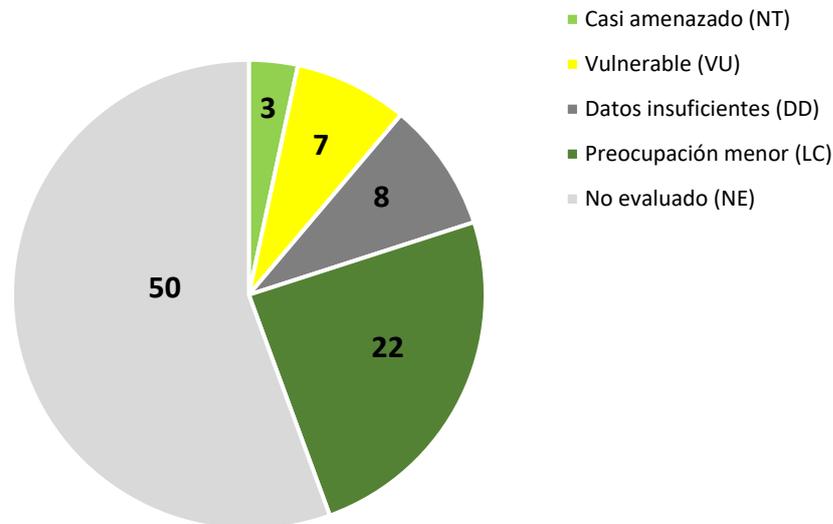


Figura 9. Categorización de las especies según la lista roja de la IUCN

En la Figura 10 se observa la información sobre la distribución de las especies predominantes. De acuerdo con el Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador y el catálogo de plantas vasculares del Ecuador, la mayor parte de las diez especies

endémicas se encuentran distribuidas en la región andina. Especies endémicas como: *Aphelandra chrysantha*, *Calceolaria oxyphylla*, *Ceroxylon echinulatum*, *Epidendrum mesogastropodium* y *Pseudogynoxys sodiroi*, están categorizadas como Vulnerables. Por otro lado, tres especies se registraron en la categoría de Casi amenazadas: *Colignonia pentoptera*, *Pleurothallis truncata*, *Croton floccosus*. En el caso de la categorización de Preocupación menor están las especies endémicas: *Miconia papillosa* y *Fuchsia loxensis*.

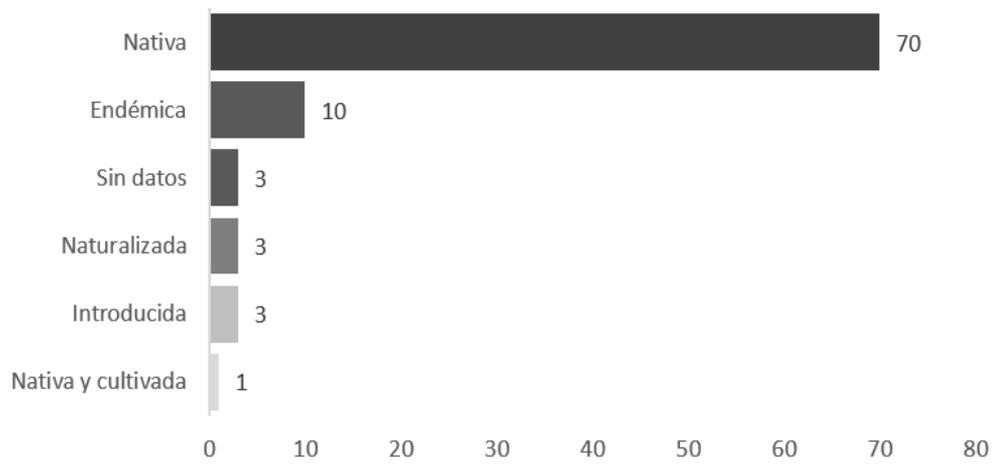


Figura 10. Distribución de las especies predominantes del área de estudio

En la investigación realizada en la Loma Breñaña (Cerón y Reyes, 2016) registraron 141 especies, de las cuales 132 se catalogaron como nativas y 8 resultaron endémicas. En comparación a este estudio, de las 90 especies identificadas, 70 son nativas y 10 son endémicas. Lozano (2002), afirma que, en los bosques montanos occidentales, se concentran especies endémicas en pequeñas áreas, por lo que urge la necesidad de realizar más investigaciones en estos remantes de bosques.

De acuerdo con León et al. (2011), la principal amenaza que enfrentan estas especies son la pérdida de hábitat destinado para: la extracción de madera, cambio de uso de suelo ocasionados por el ser humano (ganadería, incendios y transformación a suelos agrícolas), apertura de vías o minería. La presencia de estas actividades antrópicas en el presente estudio se corrobora mediante el análisis del

cambio histórico de cobertura vegetal y las perturbaciones humanas cuyos resultados se presentan en el siguiente apartado.

4.2 Cambio histórico de la cobertura vegetal del Bosque Protector Taminanga Grande

En la verificación de los cambios generados en la cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande, se delimitó la zona de bosque que corresponde a la provincia de Imbabura con un total de 986.81 hectáreas, debido a la disponibilidad de cobertura con ortofotos de los años 2002 y 2018, obteniendo los siguientes resultados.

4.2.1 Selección de ortofotos

La ortofoto pancromática del año 2002 del bosque protector Taminanga Grande se adquirió de acuerdo con la disponibilidad de la zona, con cobertura únicamente para la provincia de Imbabura, con escala de grises con resolución radiométrica de 256 Bits como se visualiza en la Figura 11.

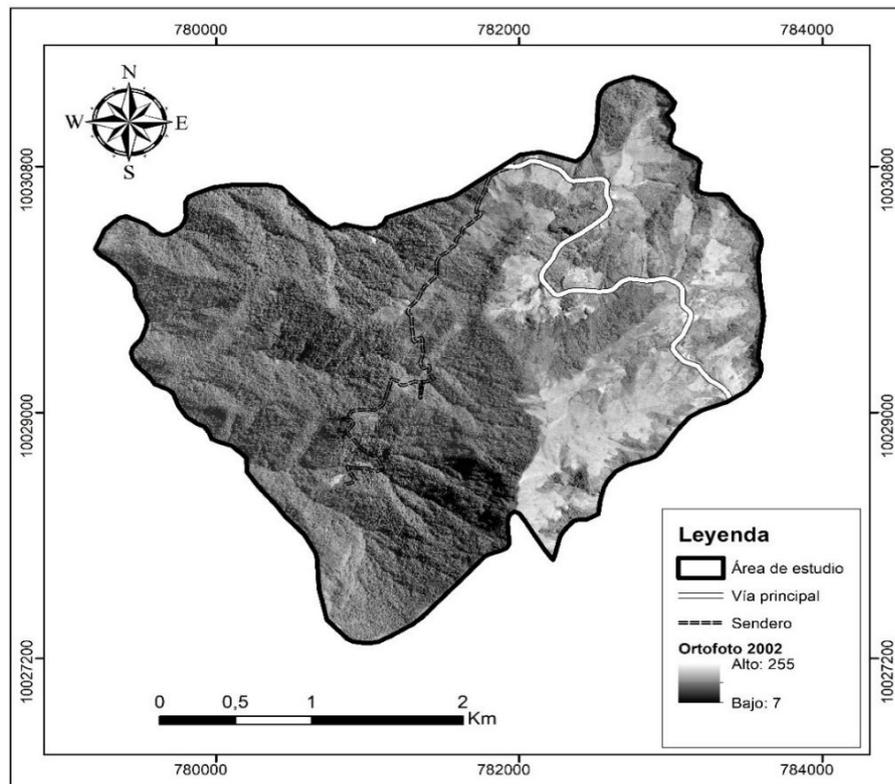


Figura 11. Ortofoto del bosque protector Taminanga Grande, año 2002

Para la ortofoto del año 2018 (mosaico: XII-F1a-E3; XII-F1a-E1; XII-F1a-D4; XII-F1a-D2; XII-F1a-D1) se adquirió con resolución de 30 m y con bandas RGB en infrarrojo, como se observa en la Figura 12.

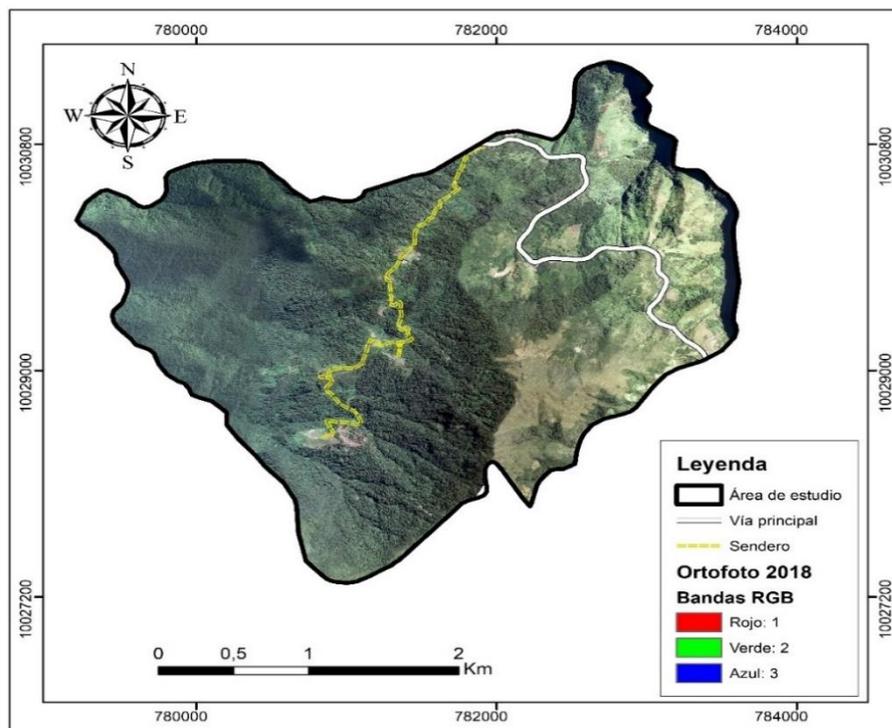


Figura 12. Ortofoto del bosque protector Taminanga Grande, año 2018

4.2.2 Variación de la cobertura vegetal

En la Tabla 10 se muestra la disminución y aumento detectadas en las cinco clases: Área sin vegetación, bosque, cultivos, páramo y pastos, durante el periodo 2002-2018 donde se detallan los cambios de superficie en hectáreas y porcentaje.

Tabla 10. Superficies de las clases de cobertura año 2002-2018

TIPO DE COBERTURA	2002		2018		Variación (ha)	
	Ha	%	Ha	%	Aumento	Disminución
Área Sin Vegetación	9.69	0.98	16.10	1.63	6.41	
Bosque	840.45	85.17	773.88	78.42		-66.57
Cultivos	42.69	4.33	134.55	13.63	91.86	
Páramo	84.55	8.57	50.04	5.07		-34.51
Pastos	9.43	0.96	12.25	1.24	2.82	
Total	986.81	100	986.81	100		

Se evidenció un aumento progresivo en tres clases de cobertura, principalmente cultivos de ciclo corto con variaciones de 4.33% a 13.63%, es decir que incrementó 91.86 hectáreas, esto viene asociado a actividades agrícolas evidenciadas en las poblaciones locales (monocultivos). Las áreas sin vegetación tuvieron un aumento de 0.98% a 1.63%, lo que significa que incrementó a 8.41 hectáreas, evidenciando una fuerte deforestación en el área de estudio. Las áreas de pastos variaron de 0.96 % a 1.24%, es decir aumentó 2.82 ha, que vienen a ser en gran parte potreros utilizados para la ganadería, y en menor cantidad las áreas de vegetación herbácea con 0.28% pasaron a ocupar el 0.61% aumentando 6.41 hectáreas.

Para el año 2002 en el bosque protector Taminanga Grande (Figura 13), la cobertura bosque presentó una superficie de 840.45 hectáreas que equivale al 85.17%, pero para el año 2018 se redujo a 773.88 hectáreas que representa al 78.42%, evidenciando una disminución de 66.57 hectáreas como consecuencia de la deforestación. Así mismo el páramo presentó una pérdida gradual en 16 años pasando de 84.55 hectáreas (8.57%) a 50.04 hectáreas (5.07%), es decir que disminuyó 34.51 hectáreas que equivale a 3.5% de pérdida.

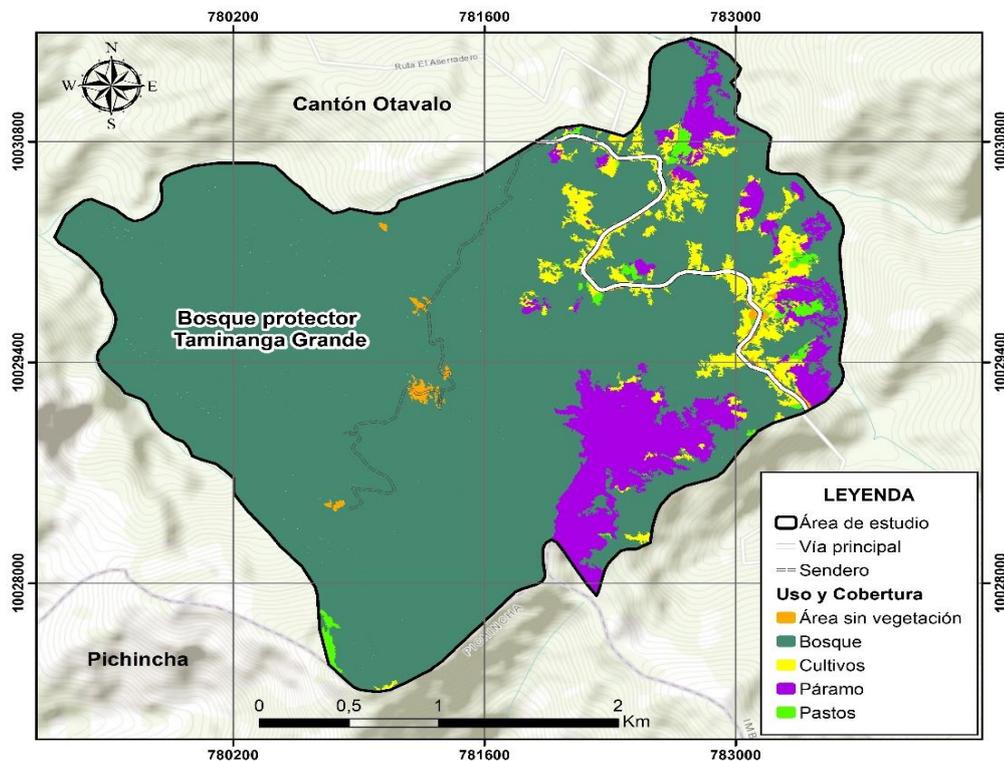


Figura 13. Cobertura vegetal del año 2002

Como se observa en la Figura 14, se evidenció incrementos y disminuciones de cada tipo de cobertura en los últimos 16 años, debido a las diferentes actividades antrópicas como: la deforestación, avance de la frontera agrícola, presencia de área sin vegetación y aperturas de caminos. Siendo la agricultura la principal actividad que más impacto ha generado en el bosque, ya que los cultivos en esta zona se desarrollan de una forma extensiva por parte de los agricultores que buscan incrementar su capacidad de producción, generando repercusión sobre la cobertura vegetal.

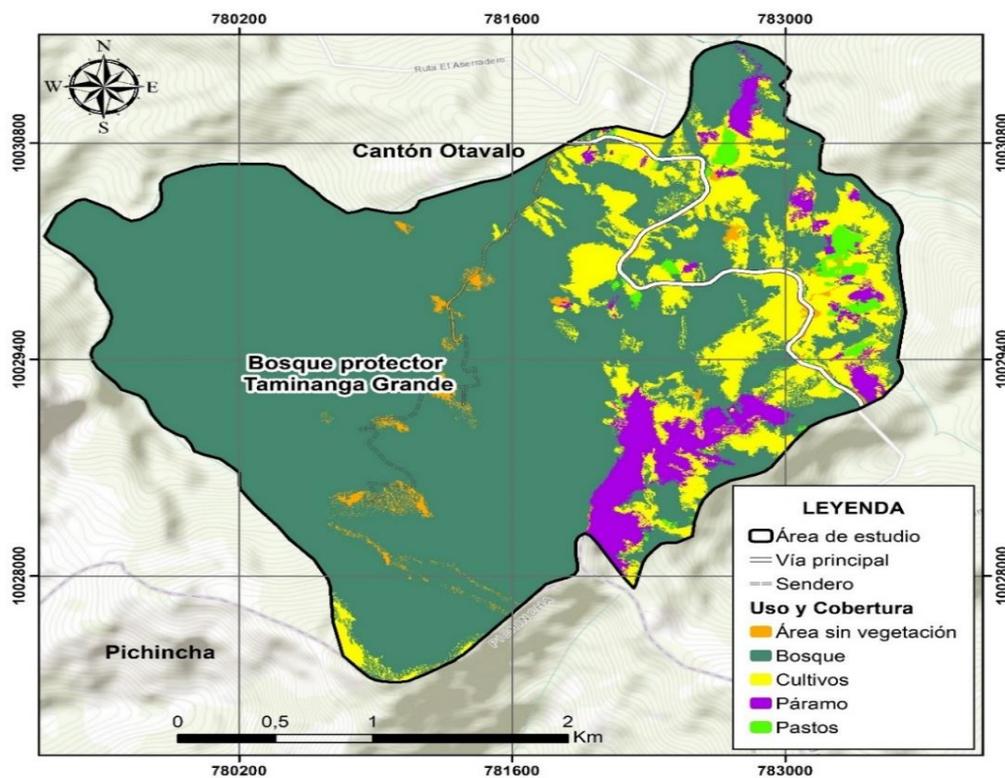


Figura 14. Cobertura vegetal del año 2018

4.2.3 Matriz de contingencia e Índice Kappa

La validación de la clasificación supervisada se sustenta con los valores obtenidos en la Tabla 11, en las columnas se indica los valores estimados por el usuario y en las filas se expresa los valores obtenidos por el software ArcGIS. Los valores de la matriz de contingencia fueron: uno (áreas sin vegetación) valor de 61 en usuario y 58 en predicción; dos (bosque) 54 en usuario y 60 en predicción; tres (cultivos) 41

en usuario y 48 en predicción; cuatro (páramo) 44 en usuario 47 en predicción; cinco (pastos) 77 en usuario 64 predicción. Determinando así un valor de 85.19% en precisión general lo que indica una alta concordancia entre los valores registrados en campo con los datos obtenidos de la clasificación supervisada a la ortofoto del 2018.

Tabla 11. Matriz de contingencia de la clasificación supervisada del año 2018

	Área sin vegetación (1)	Bosque (2)	Cultivos (3)	Páramo (4)	Pastos (5)	Clasificación general	Precisión del productor (%)
Área sin vegetación (1)	52	0	0	2	4	58	89.65
Bosque (2)	0	47	5	0	8	60	78.33
Cultivos (3)	6	0	36	0	6	48	75.00
Páramo (4)	0	5	0	42	0	47	89.36
Pastos (5)	3	2	0	0	59	64	92.18
Total	61	54	41	44	77	277	
Precisión del usuario (%)	85.24	87.03	87.80	95.45	76.62		
Precisión general	85.19%						
Índice Kappa	0.81						

El Índice Kappa global fue de 0.81, que se categoriza como Muy Buena para el estudio, ya que se encuentra en el rango de 0.81-1.00, en concordancia con la predicción entre el usuario y el software, obteniendo una clasificación altamente significativa. En el estudio de Tapia et al. (2015) sobre deforestación y fragmentación forestal en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe al sur del Ecuador, consideran al índice Kappa como una herramienta muy precisa para validar la matriz de confusión y obtuvieron un valor de 0.84 y una precisión general de 92.4%, lo que significa que la clasificación de las coberturas tuvo un alto rendimiento, estos resultados son similares a los valores obtenidos en esta investigación.

Los resultados obtenidos fueron corroborados con las salidas de campo como se muestra en la Figura 15, en donde se evidencia las actividades antrópicas como (a) Tala de árboles, y (b) Bosque de neblina deforestado. Estas actividades permiten la existencia de cultivos de ciclo corto, por lo que el riesgo en la conservación del bosque protector y la biodiversidad aumenta considerablemente.

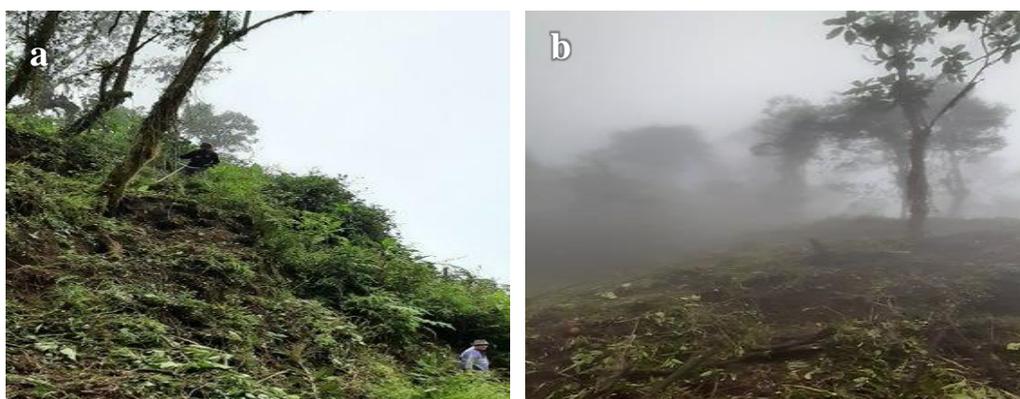


Figura 15. Zona de deforestación del bosque nativo para implementar cultivos

4.2.4 Análisis de los cambios de cobertura del bosque protector Taminanga

La Tabla 12, muestra la matriz de transición con los cambios en hectáreas que presentaron las cinco clases de estudio en el periodo 2002-2018, indicando en términos generales que el área de estudio presentó mayor permanencia de las coberturas con un 86.53% y un 13.47% en pérdidas de cobertura.

Tabla 12. Matriz de transición de cambios en hectáreas

		2018 (ha)					Total 2002	Disminución
		Área Sin Vegetación	Bosque	Cultivos	Páramo	Pastos		
2002 (Ha)	Área sin Vegetación	7.51	1.00	0.93	0.01	0.24	9.69	2.17
	Bosque	7.84	760.76	68.86	1.17	1.81	840.45	79.69
	Cultivos	0.47	5.14	32.48	0.37	4.24	42.69	10.22
	Páramo	0.28	6.39	28.57	48.27	1.05	84.55	36.28
	Pastos	0.00	0.60	3.72	0.21	4.91	9.43	4.53
Total 2018		16.10	773.88	134.55	50.04	12.25	986.81	132.89
Aumento		8.59	13.12	102.07	1.77	7.34	132.89	

La clase bosque presentó el mayor porcentaje de permanencia de cobertura con 77.09%, esto no quiere decir que tenga un buen estado, puesto que presenta una transición representativa hacia cultivos con 6.98% del 8.08% total de pérdida siendo

el área que mayor reducción registró en el transcurso de 16 años, como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13. Matriz de transición de cambios en porcentaje

		2018 (%)					Total 2002	Disminución
		Área Sin Vegetación	Bosque	Cultivos	Páramo	Pastos		
2002 (%)	Área sin Vegetación	0.76	0.10	0.09	0.00	0.02	0.98	0.22
	Bosque	0.79	77.09	6.98	0.12	0.18	85.17	8.08
	Cultivos	0.05	0.52	3.29	0.04	0.43	4.33	1.04
	Páramo	0.03	0.65	2.89	4.89	0.11	8.57	3.68
	Pastos	0.00	0.06	0.38	0.02	0.50	0.96	0.46
	Total 2018	1.63	78.42	13.63	5.07	1.24	100.00	13.47
Aumento		0.87	1.33	10.34	0.18	0.74	13.47	

En términos de aumento, la cobertura de cultivos muestra una dominancia con el 10.34%, seguido de área sin vegetación con 0.87% y por último pastos con 0.74%. Por otro lado, las coberturas que presentaron una disminución considerable fueron páramo con 3.48% y bosque 8.08% como se muestra en la Figura 16.

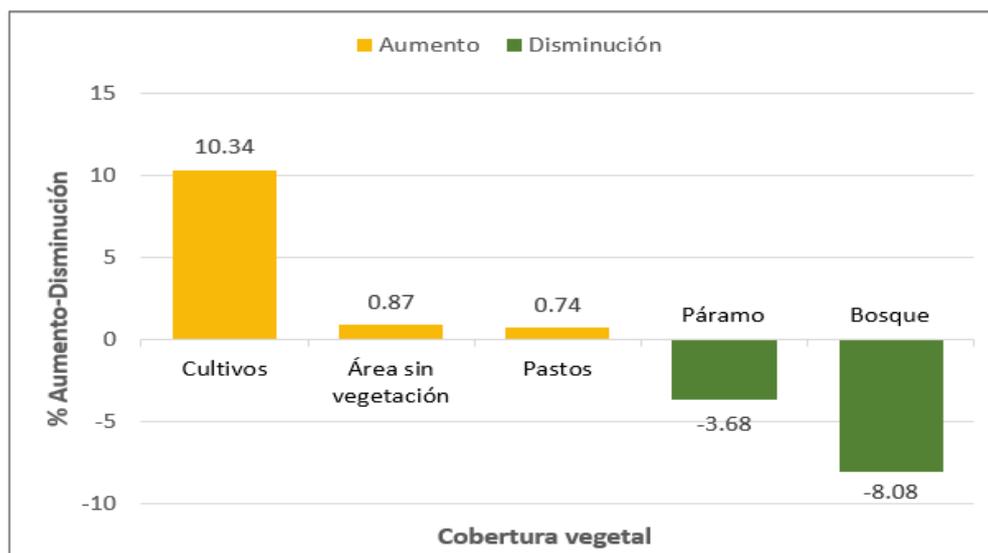


Figura 16. Aumento y disminución de cobertura vegetal en el periodo 2002-2018

Los cambios de cobertura y el uso del suelo en la zona son efectos de las actividades antrópicas como asentamientos humanos, agricultura y ganadería, siendo las principales causas de la pérdida de la vegetación nativa del bosque protector. Ortiz (2018) manifiesta en su estudio en la mancomunidad del Chocó Andino que la

pérdida de bosque en el periodo 1991-2017 fue de 8.6%, dicha cifra evidencia una fuerte tendencia a la deforestación con fines productivos locales que son cultivos de ciclo corto y pastoreo. Así mismo, la FAO (2020), indica que las presiones que afectan al cambio de la biodiversidad y los recursos forestales son: las prácticas agrícolas insostenibles, la explotación de la madera, pastoreo excesivo y existencia de especies invasivas dando paso a la deforestación y degradación de los bosques.

De acuerdo con Weigle et al. (2004), mencionan que se ha perdido entre 90% y 95% de la cobertura de bosques norandinos por deforestación destinados para cultivo, pastoreo y apertura de carreteras, evidenciando el impacto humano causado en estos ecosistemas. Por otra parte, en el estudio realizado por Muñoz (2014), menciona que la superficie de estado de conservación de los bosques de neblina montanos en Imbabura es: bosque primario con 9.901 hectáreas (29.92%), bosque secundario 4.806 hectáreas (14.52%) y bosque intervenido con 6.332 hectáreas (19.14%), lo que significa que los esfuerzos de conservación no se enfocan totalmente en este ecosistema, sino en los páramos por su importancia hídrica como servicio ecosistémico.

4.3 Estrategias de manejo y conservación para el bosque protector Taminanga Grande

A continuación, se presenta los resultados del Índice de Perturbación Humana (IPH) con los criterios de mayor impacto antrópico identificados en el área de estudio.

4.3.1 Índice de perturbación humana (IPH)

Los resultados del análisis de IPH fueron evaluados en dos categorías que fueron: bosque y cultivos. Además, se calculó los porcentajes de afectación antrópica para cada categorización, presentando los siguientes resultados.

a) Bosque

El valor más alto de IPH se obtuvo en el bosque secundario (76%) categorizado como Extenso (Ex), el valor más bajo registrado en esta zona es de 6 que hace referencia a introducción de vegetación invasora y existencia de parches, mientras

que la deforestación obtuvo el valor más alto que es de 9, siendo el criterio de impacto más evidente en el área de estudio.

Además, como se muestra en la Tabla 14, el bosque primario presenta un valor de (62%) categorizado como impacto Moderado (Mo), el valor más bajo registrado en esta zona es de 3, perteneciente a introducción de vegetación invasora y el valor más alto identificado es de 9, que corresponde a deforestación (Anexo 10), esto se debe a que gran parte del bosque protector presenta una constante intervención antrópica, resaltando también que la presencia de senderos degrada este ecosistema (Anexo 11).

Tabla 14. Índice de Perturbación Humana para el bosque protector

Criterio a evaluar	Bosque secundario	Bosque primario
Remoción de vegetación nativa	9	8
Introducción de vegetación invasora	6	3
Presencia de senderos	8	7
Existencia de parches	6	4
Deforestación	9	9
Criterio de impacto	Bosque secundario	Bosque primario
Total	38	31
Valor IPH por área (IPH /50*100)	76.00%	62.00%
Categorización / Rango de impacto	Extenso (Ex)	Moderado (Mo)
Índice de perturbación por área (\sum IPH área/250) *100		27.60%
Impacto leve	Impacto moderado	Impacto severo

Nota: Rango de valorización: Impacto leve (1,2,3), Impacto moderado (4,5,6), Impacto severo (7,8,9,10)

El MAE (2012), indica que la tasa de deforestación en la provincia de Imbabura para el periodo 2000-2008 fue de 1.240 hectáreas existiendo una disminución en la cobertura de los bosques. Paredes (2018) menciona que para los años 2013-2017, en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje, la cobertura del bosque presentó una pérdida anual 2.63% obteniendo un alto índice de deforestación. Ortiz (2018) señala en su estudio que la tasa de deforestación anual en la Mancomunidad del Chocó Andino es de 0.33% siendo este valor inferior a la cifra anual a nivel del Ecuador (0.52%) en el periodo 1997 a 2017, reduciéndose a 82.310.8 ha de bosques montanos, a partir de esta información con estos tres estudios se corrobora que existió una

disminución en la pérdida de cobertura de bosque debido al factor antrópico que es la deforestación.

b) Cultivos

El valor más alto de IPH fue en la zona 1 con un 65%, categorizándose en impacto moderado (Mo). El valor más bajo identificado fue de 4 que corresponde a la presencia de incendios forestales. El valor más alto fue de 8, que pertenece a la existencia de potreros y el avance de la frontera agrícola, debido a que en esta zona los pobladores se dedican a la crianza y venta de ganado vacuno, además a la agricultura convencional de cultivos de ciclo corto como: tomate de árbol (*Solanum betaceum*), maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) (Anexo 12), ya que de esto depende la comunidad para su desarrollo socioeconómico.

Posteriormente, el IPH de cultivos en la zona 2 presenta un valor de 55% perteneciente a la categorización de impacto Moderado (Mo), los impactos de mayor significancia fueron: la presencia de potreros y la existencia de vías de acceso, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Índice de Perturbación Humana para cultivos

Criterio a evaluar	Zona 1	Zona 2
Existencia de potreros	8	7
Avance de la frontera agrícola	8	6
Presencia de monocultivos	6	4
Presencia de incendios forestales	4	5
Vías de acceso	7	7
Centros poblados	6	4
Criterio de impacto	Zona 1	Zona 2
Total	39	33
Valor IPH por área (IPH/60*100)	65.00%	55.00%
Categorización/Rango de impacto	Moderado (Mo)	Moderado (Mo)
Índice de perturbación por área (\sum IPH área/300) *100		24.00%
Impacto leve	Impacto moderado	Impacto severo

Nota: Rango de valorización: Impacto **leve** (1,2,3), Impacto moderado (4,5,6), Impacto severo (7,8,9,10)

Pinto et al (2018), mencionan que para el periodo de 1990 -2016 la tasa de pérdida bruta al año de bosques montanos occidentales en Ecuador fue de 0.75%, y la tasa anual de deforestación en el Ecuador fue de 0.74% para el periodo 2014-2016 debido a incendios forestales, deforestación, presencia de asentamientos humanos, agricultura y ganadería. Torres et al (2020), enfatizan en que las actividades agropecuarias son destinadas a pequeñas chakras, pastos y monocultivos siendo la principal causa para que se generen cambios de uso de suelo en la cobertura boscosa.

Según el PDOT del cantón Otavalo (2015), para los periodos 1991-2000-2014 la cobertura de bosque en la parroquia de Selva Alegre presentó una pérdida del 11% debido al incremento de los cultivos y la deforestación, siendo destinados a la producción de leña y venta de madera, transformando el bosque natural en bosque intervenido. Con respecto a este estudio se evidenciaron que también las vías de acceso (Anexo 13) y centros poblados (Anexo 14) han causado perturbaciones con el tiempo, afectando a la estructura de la vegetación nativa y la fragmentación en este bosque.

4.3.2 Estrategias de conservación

Se definieron estrategias de manejo y conservación con base en la información obtenida de los objetivos en esta investigación que fueron: la identificación de la flora representativa del bosque y el análisis de cambio de cobertura vegetal, más los resultados del análisis del IPH. De esta manera se propone cuatro estrategias de manejo y conservación que son: educación ambiental, restauración en zonas afectadas por deforestación, ampliación de las zonas de conservación y fomento de actividades ecoturísticas. Estas estrategias contienen proyectos, en los cuales se detallan actividades, actores y alcances que se especifican a continuación.

4.3.2.1 Estrategia 1: Educación e interpretación ambiental

Justificación

La estrategia de educación e interpretación ambiental se muestra en Tabla 16. En la formulación de esta estrategia se consideró que las comunidades sean partícipes y

tengan conocimiento sobre el estado de conservación del bosque protector, con el fin de generar conciencia ambiental y fomentar buenas prácticas ambientales. Con esta finalidad se propone el involucramiento de los habitantes de las comunidades en proyectos de restauración, conservación y manejo de los recursos naturales.

Objetivo General

- Sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de los bosques mediante programas de educación e interpretación ambiental, con el fin de fomentar buenas prácticas de conservación y manejo sostenible del bosque protector.

Objetivos Específicos

- Fomentar el conocimiento sobre la correcta gestión de los recursos naturales mediante charlas y capacitaciones a la comunidad e instituciones como el GAD parroquial y escuela Francisco Fures Maigua.
- Implementar un Centro de Interpretación Ambiental en la escuela Francisco Fures Maigua para poner a disposición toda la información sobre el bosque protector Taminanga Grande.

Tabla 16. Desarrollo de la estrategia de Educación e Interpretación Ambiental

Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables	Indicadores
Fomentar el conocimiento sobre la correcta gestión de los recursos naturales mediante charlas y capacitaciones a la comunidad e instituciones como el GAD parroquial y escuela Francisco Fures Maigua.	<ul style="list-style-type: none"> • Charlas sobre la importancia de conservar el bosque protector • Curso de capacitación a personas aspirantes a guardaparques, guías y promotores ambientales • Campañas de concientización ambiental a la comunidad • Talleres participativos en las instituciones • Creación de clubes ecológicos • Reuniones de evaluación de cumplimiento del objetivo 	Capacitar a las comunidades cercanas al área estudiada a corto plazo acerca del uso sostenible de los recursos naturales para fomentar buenas prácticas ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad • Estudiantes • Técnicos locales • GAD parroquial de Selva Alegre • GAD municipal de Otavalo • GAD provincial • Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Ecuador (MAATE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas ambientales desarrolladas • Clubes ecológicos creados en la institución • Certificaciones del curso de capacitación
Implementar un centro de interpretación ambiental en la escuela Francisco Fures Maigua para poner a disposición toda la información sobre el bosque protector Taminanga Grande.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de levantamiento topográfico y diagnóstico de componentes biofísicos • Establecer el centro de interpretación • Administrar el personal y funcionamiento • Generación de material didáctico educativo 			<ul style="list-style-type: none"> • Informes de diagnóstico actual de área • Centro de interpretación ambiental implementado

4.3.2.2 Estrategia 2: Restauración en áreas afectadas por deforestación

Justificación

A pesar de que el área de estudio está categorizada como bosque protector, los esfuerzos por mantener el área protegida son insuficientes. Las actividades antrópicas han afectado al bosque nativo, por lo que es necesario aplicar medidas para mitigar estos impactos y garantizar en cierta forma la estabilidad de los ecosistemas a largo plazo como se detalla en la Tabla 17.

Objetivo General

- Aplicar estrategias de restauración en las zonas afectadas por las actividades antrópicas con el fin de regenerar el ecosistema alterado.

Objetivos Específicos

- Fomentar la agroconservación en la comunidad de Taminanga mediante charlas ambientales y mingas comunitarias.
- Evaluar la efectividad de la restauración de los sitios afectados.

Tabla 17. Desarrollo de la estrategia de Restauración de áreas afectadas

Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables	Indicadores
Fomentar la agroconservación en la comunidad de Taminanga mediante charlas ambientales y mingas comunitarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Socialización a la comunidad sobre la importancia de los sistemas agroforestales • Diagnosticar el estado actual de las zonas afectadas • Selección de especies nativas • Implementación del sistema agroforestal 	Lograr a largo plazo la restauración de las zonas afectadas, devolviendo la resiliencia de los ecosistemas perturbados por actividades antrópicas en el área de estudio a través de la agroconservación.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad • Estudiantes • Técnicos locales • GAD parroquial de Selva Alegre • GAD municipal de Otavalo • GAD provincial • Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema agroforestal establecido • Plantas nativas empleadas en reforestación
Evaluar la efectividad de la restauración de los sitios afectados.	<ul style="list-style-type: none"> • Salidas de campo • Control y seguimiento mensual de las áreas restauradas 			<ul style="list-style-type: none"> • Parcelas de monitoreo con seguimiento • Área total restaurada

4.3.2.3 Estrategia 3: Ampliación de las zonas de conservación

Justificación

El proyecto de ampliación de zonas de conservación es considerado como una estrategia principal de adaptación y mitigación, como se detalla en la Tabla 18. Este proyecto permitirá lograr un equilibrio entre las actividades antrópicas y la conservación de la biodiversidad. Cada año la explotación de los recursos naturales va en aumento y si no se realiza un manejo adecuado del bosque protector Taminanga Grande, en un futuro las especies podrían disminuir de manera considerable.

Objetivo general

- Definir estrategias de ampliación de zonas para conservación, con el fin de garantizar la estabilidad de los recursos naturales en el bosque protector Taminanga Grande.

Objetivos específicos

- Socializar el diagnóstico actual del bosque protector a todos los pobladores de la comunidad Taminanga.
- Implementar una zonificación ecológica con énfasis en las zonas adyacentes del área de estudio.

Tabla 18. Desarrollo de la estrategia de ampliación de zonas de conservación

Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables	Indicadores
Socializar el diagnóstico actual del bosque protector a todos los pobladores de la comunidad Taminanga.	<ul style="list-style-type: none"> • Informar el estado actual del bosque protector y enfatizar sobre la extensión de cobertura vegetal que ha sido afectada por las actividades antropogénicas • Dar a conocer alternativas de protección y conservación 	Conseguir a largo plazo la ampliación de la zona de conservación del bosque protector Taminanga Grande, con el fin reducir el impacto negativo de las actividades antropogénicas para asegurar la permanencia de este ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> • GAD parroquial de Selva Alegre • GAD cantonal Otavalo • Estudiantes de la escuela 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de áreas afectadas en el bosque protector • Mecanismos de conservación aplicados
Implementar una zonificación ecológica con énfasis en las zonas adyacentes del área de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar áreas prioritarias para conservación, amortiguamiento y uso permitido • Realizar el mapa de zonificación ecológica • Socializar los resultados obtenidos • Fomentar prácticas agroecológicas para evitar el avance de la frontera agrícola. 		<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad • Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de zonificación ecológica del bosque protector • Monitoreo de sistemas agroforestales, agroecología y plantaciones forestales sucesionales.

4.3.2.4 Estrategia 4: Fomento de actividades ecoturísticas

Justificación

El ecoturismo en la actualidad es una alternativa sostenible para incrementar el desarrollo económico en las comunidades y a la vez mitigar el impacto del acelerado crecimiento de las zonas agrícolas, agropecuarias y la deforestación. De esta manera, los servicios ecosistémicos (Anexo 16) que posee el bosque protector pueden ser aprovechados para el desarrollo de actividades ecoturísticas, manteniendo la biodiversidad y conservando los recursos naturales.

Objetivo General

- Fomentar el ecoturismo en la comunidad para fortalecer el desarrollo económico a través del uso sostenible de los recursos que ofrece el bosque protector Taminanga Grande.

Objetivos específicos

- Identificar sitios estratégicos para potenciar el turismo sostenible en el bosque protector Taminanga Grande.
- Implementar actividades ecoturísticas a partir de los servicios ecosistémicos que posee el bosque protector.

Tabla 19. Desarrollo de estrategias de ecoturismo comunitario

Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables	Indicadores
Identificar sitios estratégicos para potenciar el turismo sostenible en el bosque protector Taminanga Grande.	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de lugares de atracción turística, flora, fauna. • Plan de ecoturismo comunitario. • Capacitación a los habitantes de la comunidad Taminanga para inversión de infraestructuras ecológicas construido con materiales locales. • Señalización de rutas y sitios de avistamiento de fauna y flora representativa. 	Aplicar el plan estratégico de ecoturismo comunitario a mediano plazo de forma integral con las comunidades para mejorar su desarrollo económico y la gestión sostenible de los recursos.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad • Estudiantes • GAD parroquial de Selva Alegre • GAD municipal Otavalo • GAD provincial • Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Energética (MAATE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventarios de flora y fauna • Infraestructura ecoturística instalada
Implementar actividades ecoturísticas a partir de los servicios ecosistémicos que posee el bosque protector.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico sobre la productividad y potencial turístico • Socialización de actividades turísticas sustentables • Difusión de la guía de flora representativa, elaborada en esta investigación • Gestión de servicios ambientales 			<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo socioeconómico de la comunidad • Actividades ecoturísticas implementadas • Guía de especies florísticas

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se muestran las conclusiones y las recomendaciones a las que se ha llegado durante la elaboración de este estudio.

5.1 Conclusiones

- Se registraron un total de 90 especies, pertenecientes a 71 géneros de 43 familias, *Orchidaceae*, *Asteraceae*, *Gesneriaceae*, *Ericaceae* y *Solanaceae* las familias más representativas. Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Calceolaria* (4) y *Epidendrum* (3). Además, los hábitos de crecimiento predominantes son herbáceo con 37 especies y arbustos con 23 especies. Con respecto a la distribución, 70 especies son nativas, 10 son endémicas y las 10 especies restantes se encuentran en las categorías de: introducidas, naturalizadas, nativas-cultivadas y sin datos.

- Se evidenció una disminución de la cobertura vegetal del bosque protector Taminanga Grande en un 13.47%, es decir se han perdido 132.89 hectáreas en 16 años. La cobertura que presentó mayor variación fue el bosque con una disminución de 66.57 hectáreas, siendo reemplazada por cultivos con una extensión de 91.86 hectáreas. Las causas del cambio y degradación en esta área de estudio fueron debido a la deforestación, los cultivos de ciclo corto, y el avance de la frontera agrícola.

- A partir del análisis del Índice de Perturbación Humana (IPH), los principales factores de impacto antrópico que promueven la pérdida de cobertura vegetal corresponden a deforestación, remoción de vegetación nativa, existencia de potreros y apertura de senderos, por lo que se observó que no existe una gestión adecuada de los recursos naturales dentro del bosque protector.

- Con base en los resultados obtenidos se plantearon cuatro estrategias que servirán para mitigar el impacto antrópico, permitir la regeneración de la cobertura vegetal y garantizar la conservación del bosque protector. Estas estrategias son: educación ambiental para concientizar a la comunidad, restauración para mitigar el impacto antrópico en áreas afectadas, ampliación de zonas de conservación y, por último, el incentivo de actividades ecoturísticas para mejorar el desarrollo socioeconómico de la comunidad de Taminanga.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda efectuar futuras investigaciones abarcando en lo posible la totalidad de área del bosque protector Taminanga Grande para realizar un análisis más completo sobre abundancia, diversidad y riqueza de la vegetación que se encuentra en este ecosistema, aplicando otros métodos de muestreos como cuadrantes o transectos, con la finalidad de profundizar en el conocimiento de la flora de este bosque.
- Realizar estudios prospectivos con base en los resultados de esta investigación, mediante el análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en una proyección de 20 a 40 años en el bosque protector, con el fin de evaluar si los niveles de perturbación humana aumentan o disminuyen en periodos futuros.
- Se recomienda considerar en el plan de ordenamiento territorial de Otavalo la información obtenida y las estrategias propuestas en esta investigación, como una herramienta de diagnóstico territorial útil para la toma de decisiones en la gestión sostenible de los recursos naturales previniendo impactos antrópicos negativos en el bosque protector Taminanga Grande.

REFERENCIAS

- Aguilar, C. (2014). Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Ladsat 7 y RASTER para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja. Universidad Nacional de La Plata, Loja - Ecuador [Tesis de maestría]. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34487/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alonso, S. (2006). Sistemas de Información Geográfica. Temario de la asignatura (2013-2014). Teledetección. Universidad de Murcia. <http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCAA/temario.pdf>
- ALLPA. (2009). Plan de manejo del bosque protector Paso Alto. Quito. Ecuador. <https://toisanintag.files.wordpress.com/2011/08/plan-de-manejo-paso-alto.pdf>
- Alvarado, D., y Otero, J. (2017). Áreas naturales de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia: Una oportunidad a la restauración. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/439/430>
- Araya Morales, E. J. (26 de noviembre del 2009). Manual de procesos en fotografías aéreas e imágenes de satélite. San José de Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0985.pdf>
- Ataroff, M (2003). Selvas y bosques de montaña. Biodiversidad de Venezuela. Tomo II. Fundación Polar. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris. Caracas.

- Barrantes, G., Chaves, H., & Vinueza, M. (2010). Corporación de Manejo Forestal Sustentable. El Bosque en Ecuador, Una visión transformada para el desarrollo y conservación. Recuperado de: <https://comafors.org/wp-content/uploads/2010/05/El-Bosque-en-el-Ecuador.pdf>
- Bernal, R., Gradstein, S. & Celis, M (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- Bustamante, M., Roitman I., Aide T., Alencar, A., Anderson L., Aragão, L., Asner G., Barlow, J., Berenguer, E., Chambers, J., Costa, M., Fanin, T., Ferreira, L., Ferreira, J., Keller, M., Magnusson, W., Morales, L., Morton, D., Ometto, J., Palace, M., Peres, C., Silvério, D., Trumbore, S. & Vieira, I. (2015). Towards an integrated monitoring framework to assess the effects of tropical forest degradation and recovery on carbon stocks and biodiversity. *Glob Change Biol.* Accepted Author Manuscript. doi:10.1111/gcb.13087
- Calva, J., Ortiz, N., Calapucha, J., Chango, G. & Pallo, C. (2020). Los bosques de Ecuador. Los bosques, su importancia y limitaciones. Universidad Estatal Amazónica. https://issuu.com/calva_johnson_199/docs/los_bosque_de_ecuador
- Calvo, O., y Ortiz E. (2012). Fragmentación de la cobertura vegetal en Costa Rica durante los periodos 1997-2000 y 2000-2005. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*
- Camacho, J., Pérez, J., Pineda, N., Cadena, E., Bravo, L & Sánchez, M. (2015). Cambios de cobertura / uso del suelo en la porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y Bosques*. Vol 21, núm.1:93-112. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n1/v21n1a8.pdf>

- Campbell, M. (2013). Algunos resultados teóricos y numéricos en procesamiento de imágenes satelitales. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100026/browse?type=author&value=Godoy+Campbell%2C+Mat%C3%ADas+Maximiliano>
- Caranqui, J. (2015). Estructura y composición del bosque siempreverde montano bajo (Baños, Tungurahua). Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. [Archivo PDF]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7885>
- Caranqui, J. Salas, F. Haro, W. & Palacios. (2014). Avances en la diversidad y composición florísticas en los páramos y bosques en la provincia de Chimborazo. 76 P. ESPOCH, GAD CHIMBORAZO. <https://docplayer.es/115029044-Avances-en-la-diversidad-y-composicion-floristica-en-los-paramos-y-bosques-de-la-provincia-de-chimborazo.html>
- CATIE. (2016). Definiciones de Bosques secundarios y degradados en Centroamérica. <https://www.forestryandclimate.com/wp-content/uploads/2017/10/170918-Definition-Forest-Catie-Final-Spanish-version-electronic-version.pdf>
- Cerda, J. & Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev. Bioestadística Chil Pediatr.* 79 (1): 54-58. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf>
- Cerón, C. & Reyes, C. (2016). Diversidad y flora de la loma Bretaña, Carchi-Ecuador. Universidad Central. [Archivo PDF]. Recuperado de: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2369/2347>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). Registro Oficial, 983 (12 de abril del 2017). Estado vigente. Quito. Ecuador.

- Código Orgánico de Organización Territorial. (2010). Registro Oficial, 303 (19 de octubre del 2010). Última modificación (29 de diciembre 2017) Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Asamblea Constituyente. Registro oficial, 449. (20 de octubre de 2008). Quito Ecuador.
- Coronado, L. (07 de febrero del 2001). Comprobación de técnicas de imágenes del sensor remoto ETM+ de Landsat 7, en la identificación de bosques secundarios en la identificación de Bosques Secundarios en la región Huetar Norte de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://core.ac.uk/download/pdf/60988725.pdf>
- Corporación Toisan (2011). Bosque protector El Quinde-Taminanga. Organizaciones de Intag. <https://toisanintag.wordpress.com/bosque-protector-quinde-taminaga/>
- Cortés, E., Romero A., Duarte H. (2010). Métodos Estadísticos de Evaluación de la Concordancia y la Reproducibilidad de Pruebas Diagnósticas. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. Vol 61 No3 (247-255)
- Chirif, A. (2018). Deforestación en tiempos de cambio climático. Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas. <https://docplayer.es/87914482-Deforestacion-en-tiempos-de-cambio-climatico.html>
- Chuvieco, E. (2010). Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona, España, 3ra edición.
- De la Torre, L., Navarrete, P., Muriel, M., Macía, M. & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de Plantas útiles del Ecuador Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Dou, W., Ren, Y., Wu, Q., Ruan, S., Chen, Y., Bloyet, D & Constans, J. (2007). Fuzzy Kappa for the agreement measure of fuzzy classifications. *Neurocomputing*, 70 (60), 726- 734.
- ECOPAR. (2006). Aprendizaje participativo en el bosque de Ceja Andina de Carchi Ecuador. [Archivo PDF]. <https://core.ac.uk/download/pdf/48028332.pdf>
- Espinoza, F. (2011). Diversidad de epífitas vasculares. Un estudio comparativo del impacto humano en bosques naturales y árboles remanentes en pastizales en dos sitios en bosques nublados del Ecuador. [Archivo de PDF]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/3284>
- FAO. (2009). Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de trabajo de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. NFMA 37/S. Roma. <https://www.fao.org/3/ap152s/ap152s.pdf>
- FAO. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentación. Las emisiones de carbono en los bosques disminuyen en un 15% entre 2001 y 2015. Recuperado de: https://www.uncclearn.org/wpcontent/uploads/library/spa_4.pdf
- FAO. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Main report. (Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2020 – Informe completo). Roma.
- Field Museum. (2021). *Guías de campo*. Recuperado el 20 de febrero de 2021. <https://fieldguides.fieldmuseum.org/es/gu%C3%ADas>

Galicia, L. García Romero, A. Gómez Mendoza, L. Ramírez, I. (04 de octubre del 2007). Cambio de uso de suelo y degradación ambiental. Revista de la academia mexicana de ciencias. Vol. 58 número 4. <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/82-vol-58-num-4-octubre-diciembre-2007/comunicaciones-libres/135-cambio-de-uso-del-suelo-y-degradacion-ambiental>

Galindo, G., Espejo, J., Rubiano, C., Vergara, K., Cabrera E., (2014). Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

GBIF. (2021). Global Biodiversity Information Facility. Recuperado el 29 de febrero de 2021. <https://www.gbif.org/what-is-gbif>

Gómez, N. y Cochero, J. (2013). Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. Ecología austral, 23, 18-26

iNaturalist. (2021). Identificaciones de flora y fauna. Recuperado el 20 de febrero de 2021. <https://www.inaturalist.org/home>

INEGI (2020). Realidad datos y espacio revista internacional de estadística y geografía. Vol. 11, Número 3, septiembre-diciembre, 2020. <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2020/12/02/cubo-de-datos-geoespaciales-para-el-uso-de-las-imagenes-satelitales-en-la-generacion-de-informacion-geografica-y-estadistica/>

IPNI. 2021. International Plant Names Index. Recuperado el 20 de febrero de 2021. <https://www.ipni.org/>

- IUCN. (2021). International Union of Conservation of Nature. Red list of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/>
- Jog, S., Ditix, M. (2016). "Supervised classification of satellite images" Pp. 93-98 en Conference on Advances in Signal Processing, CASP 2016. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Kepler, S. (2008). Aves como bioindicadores de la Integridad Ecológica de la cuenca baja del Río Polochic, Alta Verapaz e Izabal. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Landázuri, J. (2013). El mercado de carbono en el Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Tesis de pregrado]. Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5706/T-PUCE5861.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lasso, C. (2014). Descripción metodológica para la evaluación biológica en los complejos de humedales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación. http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9591/2211%20Descripci%C3%B3n%20metodologica%20Bd_Humedales_PazAripuro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. & Navarrete, H. (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. segunda edición. Publicaciones del Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Imprenta mariscal. https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_del-1.pdf

- López de Ullibarri, I. & Pita Fernández, S. (2001). Medidas de concordancia: el índice de Kappa. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario- Universitario Juan Canalejo. Coruña, España. 6: 169-171
- Lozano, P. (2002). Lo tipos de Bosques en el Sur del Ecuador. pp 29-49, Botánica Austro ecuatoriana-Estudios sobre los Recursos Vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya- Yala. Quito.
- Lyon, H. (2005). Bosques andinos del Sur del Ecuador, Clasificación, regeneración y uso. Universidad de Hawai. Revista Peruana de Biología. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200006
- MAE. (2012). Línea base de la Deforestación del Ecuador Continental. Quito- Ecuador. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>
- MAE. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas para el Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. [Archivo PDF]. <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- MAE. (2015). Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador Continental. Estadísticas de Patrimonio Natural. [Archivo PDF]. <http://www.fao.org/forestry/4429207669536a0752fc4ce8e9d3066b05a109.pdf>
- MAE. (2015). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030. Primera edición, noviembre del 2016, Quito- Ecuador.

- Maldonado, S., Herrera, C., Gaona, T. & Aguirre, z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa* 25(2): 615-630. doi: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a16v25n2.pdf>
- MAP, (2011). Ministerio de Ambiente de Perú. Guía de evaluación de la flora silvestre. Lima, Perú. [Archivo PDF]. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/275137-guia-de-evaluacion-de-la-flora-silvestre>
- Martin, J., Espinosa, A., Zanetti, S., Hauenstein, E., Ojeda, N. & Arraigada, C. (2008). Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et P.) en el sur de Chile. *Ecología Austral. Volumen* (18). Número 1. http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1393/754
- Mazón, M., Aguirre, N., y Maita, J. (2017). Restauración de paisaje en Latinoamérica: experiencias y perspectivas futuras. Memorias del primer congreso ecuatoriano de restauración de paisaje Universidad Nacional de Loja, CONDENSAN. Loja, Ecuador. 231 pp.
- Meneses, L. (09 de febrero del 2011). El índice normalizado diferencial de la vegetación como indicador de la degradación del bosque. *Unasyuva. Volumen* (62). [Archivo Pdf]. <http://www.fao.org/3/i2560s/i2560s07.pdf>.
- Millington, A., Velez, X. y Bradley, A. (2003). Scale dependence in multitemporal mapping of forest fragmentation in Bolivia: implications for explaining temporal trends in landscape ecology and applications to biodiversity conservation. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 57, núm. 4, 289-299.

- Morillo, I. (08 de marzo del 2015). Propuesta de una red de áreas naturales protegidas para el Ecuador continental. [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129132>
- Muñoz, G. (2014). Análisis comparativo de la contribución del programa socio bosque a la conservación de la diversidad beta de los bosques montanos nor-occidentales en las provincias de Pichincha e Imbabura. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
- Nepstad, D., Ardila, J., Bezerra, T., Stickler, C., Vargas, R., Olivia, D., y Warren, N. (2020). Innovaciones en los Enfoques de Conservación y Recuperación Forestal. Bosques de América Latina y el Caribe en la década del 2020. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/document/Bosques-de-america-latina-y-el-caribe-en-la-decada-de-2020-tendencias-desafios-y-oportunidades.pdf>
- Ortiz, E. (2018). Diagnóstico de la deforestación en la Mancomunidad del Chocó Andino. Proyecto Eco Andes - PBA, CONDESAN. <https://mancomunidadchocoandino.gob.ec/download/diagnostico-de-la-deforestacion-en-la-mancomunidad-del-choco-andino/>
- Osuna, A., Torres, J., Sánchez, J., García, E., Valdez, G., & Vásquez, G. (2015). Evaluación de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994-2010. *Ambiente y agua* 10 (2), 350- 362.
- Paredes, C. (2018). Determinación de los patrones de deforestación en la parroquia 6 de Julio de Cuellaje Noroccidente del Ecuador. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8237>

- PDOT Otavalo. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo, provincia de Imbabura.
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X. & Zambrano, J. (2019). Impacto de la contaminación sobre los manglares del Ecuador. *Revista Manglares de América*. <http://manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/57>
- Pérez, H. (17 de octubre del 2012). “Evaluación de sobrevivencia y crecimiento de *Kohleria* sp. (“Trompeta roja”), con cuatro diferentes tipos de sustrato para generar una estrategia de conservación de la especie, en Otavalo Imbabura”. Universidad Técnica del Norte. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2089>
- Pezoa, A. (2001). Estrategias de conservación de la diversidad biológica. Libro Rojo de la flora nativa y los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de la Serena, Chile. 18: 273-280. <http://www.biouls.cl/Irojo/Manuscrito/Capitulo%2018%20Conservacion.PDF>
- Pinto E., Pérez, A., Ulloa, C. & Cuesta, F. (2018). Árboles representativos de los bosques montanos del noroccidente de Pichincha, Ecuador. CONDESAN, Quito, Ecuador.
- Pullotasig, A. (2019). Diseño de Jardines de Conservación In Situ en el bosque Siempre Verde Montano de la Cordillera Occidental de los Andes (bsmn03), en la provincia de Cotopaxi-Cantón Pujilí, Parroquia El Tingo -La Esperanza, a 2000 - 3100 m.s.n.m., en el periodo 2018 - 2019. UTC.Latacunga.66. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5255>
- Rodrigues. A., Corr. D., Pottier. E., Ferrero L., y Hoekman D. (2003). Land cover classification using Polarimetric SAR Data. *Proc. of ESA POLINSAR 2003 Workshop*.

- Romero, F. (2006). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura AquaTIC.224-2006, 13-41.
- Rosero, E. (2016). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del bosque protector andino Zuleta, en la sierra norte del Ecuador. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5817/1/03%20FOR%20238%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Rosero, M. (2017). Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del Río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7745>
- Sánchez, P (23 de octubre del 2012). La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales. Universidad de Cuenca. Recuperado de:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/779/1/ti839.pdf>
- Sarria, F., & Palazón A. (2008) Herramientas de la teledetección aplicadas a la gestión de los recursos hídricos. Murcia, España: Editorial Universidad de Murcia.
- Sasaki, N., Asner, G., Knorr, W. et al. (2011). Approaches to classifying and restoring degraded tropical forests for the anticipated RDD+ climate change mitigation mechanism. iForest – Biogeosciences For 4:1-6. Doi: 10.3832/ifor0556-004
- Secretaría Nacional de Planificación (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. Quito.

- Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito. Ecuador.
- Sierra, R., Calva, O. & Guevara, A. (2021). La deforestación en el Ecuador, 1990-2018. Factores promotores y tendencias recientes. Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Ministerio de Agricultura del Ecuador, en el marco de la implementación del Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible. Quito. Ecuador. 2016 pp.
- Simula, M. (2009). Hacia una definición de la degradación de los bosques: Análisis comparativo de las definiciones existentes.
- Tapia, M., Homier, L., Espinosa, C., Leuschner, C. & De la Cruz, M (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since 1970s Lossing a Hotspot of Biodiversity. PLoS One, vol. 10, núm. 9, 1-18.
- Torrachi, S. (2015). Deforestación y pérdida de Bosques de montaña en la Cuenca alta del Río Zamora. Universidad Politécnica de Madrid. [Archivo PDF]. https://oa.upm.es/39446/1/JOSE_ESTEBAN_TORRACCHI_CAR_RASCO.pdf
- Torres Briceño, R. (21 de mayo del 2013). Características funciones hidrológicas de los bosques nublados en la provincia de Zamora Chinchipe. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Recuperado de: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5217/1/CARACTER%20C3%8DSTICAS%20Y%20FUNCIONES%20HIDROL%20C3%93GICAS.pdf>

- Torres, B., Fisher, R., Vargas, J. y Gunter, S. (2020). Deforestación en paisajes forestales tropicales del Ecuador; bases científicas para perspectivas políticas. Universidad Estatal Amazónica. Instituto Johan Heinrich von Thunen. Puyo. Ecuador. Serie de publicaciones misceláneas del INABIO – Nro. 15. 172 pp.
- Trópicos. (2021). Trópicos, connecting the world botanical data since 1982. <https://www.tropicos.org/home>
- Trejos, N. (2004). Dinámica de uso de tierra e identificación de las áreas críticas de la región de playa venado, provincia de Los Santos, República de Panamá. Tesis Mag.Sc, CATIE, p24 – 26.
- TULSMA. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Ministerio de Ambiente. Decreto Ejecutivo 3516. Última modificación: 29 de marzo de 2017. <http://www.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/06/01NOR2003-TULSMA.pdf>
- Vásquez, M. & Ulloa, R. (2006). Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en el Sector Forestal del Ecuador. Proyecto Fao-Holanda “Apoyo a la Ejecución del Plan de Acción Forestal del Ecuador (PAFE)” EcoCiencia. Quito.
- Vinces, L. (2009). Fuentes y Adquisición de Datos: lección 9, clasificación de imágenes, programa UNIGIS de Postgrado y Máster Internacional a distancia en sistemas de información Geográfica, Unigis Girona, Universitat de Girona novena edición, 2009, 15 p.
- Weigle, S., Caranqui, J. & Lara, J. (2004). Evaluación ecológica de dos remanentes de bosque montano en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. School for International Training. Herbario Politécnica del Chimborazo (CHEP).

ANEXOS

ANEXOS I: REGISTROS FOTOGRAFÍCOS

Anexo 1. Recorridos libres y observaciones directas de la vegetación predominante en la zona de estudio



Anexo 2. Verificación de las coberturas vegetales en la zona de estudio



Anexo 3. Georreferenciación de puntos de control en el Bosque Montano - Taminanga Grande



Anexo 4. Remanente montano alto del bosque protector Taminanga Grande



Anexo 5. Bosque montano bajo primario



Anexo 6. Zona de pastos



Anexo 7. Zona de páramo



Anexo 8. En el lado izquierdo se observa el sendero principal al bosque protector



Anexo 9. Vía principal (Otavalo, Taminanga, Selva Alegre) para la circulación de vehículos y transporte pesado



Anexo 10. Deforestación dentro del bosque protector Taminanga Grande



Anexo 11. Presencia de senderos



Anexo 12. Zona de cultivos



Anexo 13. Vías de acceso dentro del bosque protector



Anexo 14. Centros poblados dentro del bosque protector



Anexo 15. Zona de actividades antrópicas



Anexo 16. Recursos naturales del bosque protector Taminanga Grande



Anexo 17. Socialización de esta investigación al Departamento de Gestión Ambiental GAD Otavalo



Anexo 18. Charla con los encargados del departamento de Gestión Ambiental



Anexo 19. Categorías y criterios de la Lista Roja de la IUCN

ABREVIATURA	CATEGORIAS DE LA IUCN
NE	No evaluada
DD	Datos insuficientes
LC	Preocupación menor
NT	Casi amenazada
VU	Vulnerable
EN	Peligro de extinción
CR	Peligro crítico
EW	Extinta en estado salvaje
EX	Extinta

Fuente: IUCN (2021)

Anexo 20. Categorización y rangos de perturbación humana (IPH)

Categoría de impacto/rango	Descripción
Extenso (Ex) 76-100%	Las modificaciones existentes tienen una magnitud muy notoria con un impacto significativo en la calidad del nicho existente, convirtiéndose en actividades perjudiciales
Moderado (Mo) 51-75%	Las modificaciones que presenta una magnitud pequeña con proporción del nicho, siendo un potencial impacto significativo
Pequeño (Pq) 26-50%	Las modificaciones que presentan una magnitud limitante, con un impacto no significativo, sin embargo, es relevante tomar en cuenta
Mínimo (Mn) 0-25%	Las modificaciones que tienen una magnitud nula y presenta un impacto insignificante en el nicho existente

Anexo 21. Puntos de recorrido en el área de estudio

PUNTOS	X	Y	Altitud(m.s.n.m.)
1	783289	10029213	3 017
2	783405	10029090	3 005
3	783126	10029654	2 976
4	781348	10029107	2 952
5	782396	10029890	2 918
6	781315	10029803	2 904
7	781356	10029866	2 900
8	781367	10029524	2 884
9	781361	10029237	2 876
10	781324	10029828	2 874
11	781208	10029243	2 871
12	781068	10029051	2 839
13	781952	10030807	2 808

14	780892	10028981	2 803
15	781348	10029107	2 952
16	781016	10029009	2 829
17	781000	10029034	2 778
18	780828	10028958	2 801
19	780872	10028859	2 713
20	781055	10028691	2 732
21	781099	10028590	2 671
22	781007	10028599	2 704
23	780871	10028611	2 998
24	780902	10028498	2 718
25	780858	10028485	2 716
26	780877	10028490	2 703
27	780842	10028474	2 684
28	780905	10028823	2 787
29	780910	10028927	2 753
30	780893	10028956	2 821
31	781163	10029254	2 879
32	781442	10029260	2 638
33	781430	10030110	2 852
34	781534	10030203	2 871

Anexo 22. Hábito de crecimiento de las especies del bosque protector

N°	ESPECIE	HÁBITO
1	<i>Aphelandra chrysantha</i> Wassh.	Arbusto
2	<i>Saurauia tomentosa</i> Kunth Spreng	Árbol
3	<i>Anthurium oxybelium</i> Schott	Hierba
4	<i>Ceroxylon echinulatum</i> Galeano	Árbol
5	<i>Bomarea hirsuta</i> Kunth	Hierba
6	<i>Bomarea pardina</i> Herb	Hierba
7	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Arbusto
8	<i>Dendrophorbium lloense</i> Sodiro C. Jeffrey	Arbusto/Árbol
9	<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Rob.	Hierba
10	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth	Hierba
11	<i>Pseudogynoxys sodiroi</i> (Hieron.) Cuatrec.	Hierba
12	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	Hierba
13	<i>Deparia sp</i> Hook. & Grev.	Hierba/Epífita
14	<i>Guzmania gloriosa</i> (André) André ex Mez	Hierba
15	<i>Calceolaria mexicana</i> Benth.	Hierba
16	<i>Calceolaria oxyphylla</i> Molau	Arbusto
17	<i>Calceolaria penlandii</i> Pennell	Hierba
18	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.fil.	Hierba
19	<i>Burmeistera cyclostigmata</i> Donn. Sm.	Hierba
20	<i>Centropogon pichinchensis</i> Zahlbr.	Hierba
21	<i>Centropogon aequatorialis</i> E.Wimm	Hierba
22	<i>Cecropia peltata</i> Lineo	Árbol
23	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch	Árbol
24	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Árbol
25	<i>Cyathea sp</i> Smith	Arbusto/Árbol
26	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	Árbol
27	<i>Disterigma acuminatum</i> Kunth	Arbusto
28	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied	Arbusto

29	<i>Gaultheria insipida</i> Benth	Arbusto
30	<i>Gaultheria rígida</i> Kunth	Arbusto
31	<i>Macleania pentaptera</i> Hoerold	Arbusto
32	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Smith	Arbusto
33	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	Hierba
34	<i>Croton floccosus</i> B.A.Sm.	Árbol
35	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz & Thell	Hierba
36	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Árbol
37	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	Hierba
38	<i>Gasteranthus pansamalanus</i> (Donn.Sm.) Wiehler	Hierba
39	<i>Glossoloma oblongicalyx</i> (JL Clark & Le Skog)	Arbusto
40	<i>Heppiella ulmifolia</i> kunth	Hierba
41	<i>Kohleria affinis</i> (Fritsch) Roalson & Boggan	Hierba
42	<i>Gunnera brephogea</i> Linden & André	Hierba
43	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	Arbusto
44	<i>Crocsmia aurea</i> (Pappe ex Hook) Planch	Hierba
45	<i>Salvia pichinchensis</i> Benth	Arbusto
46	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	Hierba
47	<i>Huperzia rufescens</i> (Hook)Trevis.	Hierba
48	<i>Danaea nodosa</i> (L.) Sm.	Hierba
49	<i>Miconia latifolia</i> (D. Don) Naudin	Arbusto
50	<i>Miconia papillosa</i> (Desr.) Naudin	Arbusto
51	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	Arbusto
52	<i>Monochaetum hartwegianum</i> Naudin	Arbusto
53	<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	Arbusto
54	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	Árbol
55	<i>Morella pubescens</i> (Humb.) & Bonpl.ex Willd) Wilbur	Árbol
56	<i>Colignonia pentoptera</i> J.E. Bohlin	Hierba
57	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Arbusto
58	<i>Anacheilium hartwegii</i> (Lindl.) Pabst, Moutinho & A.V.Pinto	Hierba/Epífita
59	<i>Cyrtochilum macranthum</i> (Lindl.) Kraenzl	Hierba/Epífita
60	<i>Cyrtochilum serratum</i> (Lindl.) Kraenzl	Hierba/Epífita
61	<i>Epidendrum cochlidium</i> Lindl	Hierba/Epífita
62	<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth	Hierba/Epífita
63	<i>Epidendrum mesogastropodium</i> Hágsater & Dodson	Hierba/Epífita
64	<i>Maxillaria lehmannii</i> Rchb.f.	Hierba/Epífita
65	<i>Oncidium heteranthum</i> Poepp. & Endl.	Hierba/Epífita
66	<i>Pleurothallis cordata</i> (Ruiz & Pav.) Lindl	Hierba/Epífita
67	<i>Pleurothallis truncata</i> Lindl.	Hierba/Epífita
68	<i>Sobralia sp</i> Ruiz & Pav.	Hierba/Epífita
69	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	Hierba
70	<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.	Árbol
71	<i>Passiflora cumbalensis</i> Harms	Hierba
72	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Hierba
73	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Hierba
74	<i>Monnina polystachya</i> Ruiz & Pav.	Arbusto
75	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Arbusto
76	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Arbusto/Árbol
77	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Arbusto/Árbol
78	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	Árbol
79	<i>Alonsoa meridionalis</i> (L. fil.) Kuntze	Hierba
80	<i>Deprea sachapapa</i> (Hunz.) S.Leiva & Deanna	Hierba
81	<i>Iochroma calycinum</i> Benth.	Arbusto
82	<i>Iochroma cyaneum</i> (Lindl.) M.L.Green	Arbusto
83	<i>Iochroma fuchsoides</i> (Blonpl.) Miers	Arbusto
84	<i>Jaltomata viridiflora</i> (Kunth) M.Nee & Mione	Hierba
85	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Arbusto/Árbol
86	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Arbusto/Árbol
87	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Hierba
88	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk) EP St. John	Hierba
89	<i>Viola arguta</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Hierba
90	<i>Viola scandens</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Hierba

Anexo 23. Categorización de las especies según la Lista Roja de la IUCN

ESPECIE	ORIGEN
Vulnerable (VU)	
<i>Aphelandra chrysantha</i> Wassh.	Endémica
<i>Ceroxylon echinulatum</i> Galeano	Endémica
<i>Bomarea hirsuta</i> Kunth	Nativa
<i>Pseudogynoxys sodiroi</i> (Hieron.) Cuatrec	Endémica
<i>Calceolaria oxyphylla</i> Molau	Endémica
<i>Epidendrum mesogastropodium</i> Hágsater & Dodson	Endémica
<i>Sobralia</i> sp Ruiz & Pav.	Nativa
Casi amenazada (NT)	
<i>Croton floccosus</i> B.A.Sm.	Endémica
<i>Colignonia pentoptera</i> J.E. Bohlin	Endémica
<i>Pleurothallis truncata</i> Lindl.	Endémica
Preocupación menor (LC)	
<i>Guzmania gloriosa</i> (André) André ex Mez	Nativa
<i>Anthurium oxybelium</i> Schott	Nativa
<i>Cecropia peltata</i> Lineo	Nativa
<i>Burmeistera cyclostigmata</i> Donn. Sm.	Nativa
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Nativa y Cultivada
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	Nativa
<i>Crocasmia aurea</i> (Pappe ex Hook) Planch	Introducida
<i>Miconia latifolia</i> (D. Don) Naudin	Nativa
<i>Miconia papillosa</i> (Desr.) Naudin	Endémica
<i>Morella pubescens</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd) Wilbur	Nativa
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Endémica
<i>Anacheilium hartwegii</i> (Lindl.) Pabst, Moutinho & A.V.Pinto	Nativa
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth	Nativa
<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	Nativa
<i>Passiflora cumbalensis</i> Harms	Nativa
<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Nativa
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Nativa
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Nativa
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	Nativa
<i>Alonsoa meridionalis</i> (L. fil.) Kuntze	Nativa
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Nativa
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Nativa
No evaluado (NE)	
<i>Saurauia tomentosa</i> Kunth Spreng	Nativa
<i>Bomarea pardina</i> Herb	Nativa
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Nativa
<i>Dendrophorbium lloense</i> Sodiro C. Jeffrey	Nativa
<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Rob	Nativa
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth	Nativa
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	Nativa
<i>Calceolaria mexicana</i> Benth	Nativa
<i>Calceolaria penlandii</i> Pennell	Nativa
<i>Calceolaria perfoliata</i> L.fil	Nativa
<i>Centropogon pichinchensis</i> Zahlbr.	Nativa
<i>Centropogon aequatorialis</i> E.Wimm	Nativa
<i>Clusia alata</i> Triana & Planch	Nativa
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Nativa
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	Nativa
<i>Disterigma acuminatum</i> Kunth	Nativa
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied	Nativa
<i>Gaultheria insipida</i> Benth	Nativa

<i>Gaultheria rígida</i> Kunth	Nativa
<i>Macleania pentaptera</i> Hoerold	Nativa
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Smith	Nativa
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	Nativa
<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz & Thell	Nativa
<i>Columnnea strigosa</i> Benth	Nativa
<i>Gasteranthus pansamalanus</i> (Donn.Sm.) Wiehler	Nativa
<i>Glossoloma oblongicalyx</i> (JL Clark & Le Skog)	Nativa
<i>Heppiella ulmifolia</i> Kunth	Nativa
<i>Kohleria affinis</i> (Fritsch) Roalson & Boggan	Nativa
<i>Gunnera brephogea</i> Linden & André	Nativa
<i>Salvia pichinchensis</i> Benth	Nativa
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	Naturalizada
<i>Danaea nodosa</i> (L.) Sm.	Nativa
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	Nativa
<i>Monochaetum hartwegianum</i> Naudin	Nativa
<i>Monochaetum lineatum</i> (D. Don) Naudin	Nativa
<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	Nativa
<i>Maxillaria lehmannii</i> Rchb.f.	Nativa
<i>Oncidium heteranthum</i> Poepp. & Endl.	Nativa
<i>Pleurothallis cordata</i> (Ruiz & Pav.) Lindl	Nativa
<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.	Nativa
<i>Chusquea scandens</i> Kunth	Introducida
<i>Monnina polystachya</i> Ruiz & Pav.	Nativa
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Introducida
<i>Deprea sachapapa</i> (Hunz.) S.Leiva & Deanna	Nativa
<i>Ioichroma fuchsioides</i> (Blonpl.) Miers	Nativa
<i>Jaltomata viridiflora</i> (Kunth) M.Nee & Mione	Nativa
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	Naturalizada
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk) EP St. John	Naturalizada
<i>Viola arguta</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Nativa
<i>Viola scandens</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Nativa
Datos insuficientes (DD)	
<i>Deparia sp</i> Hook. & Grev.	-
<i>Cyathea sp</i> Smith	-
<i>Huperzia rufescens</i> (Hook)Trevis.	-
<i>Cyrtochilum macranthum</i> (Lindl.) Kraenzl	Nativa
<i>Cyrtochilum serratum</i> (Lindl.) Kraenzl	Nativa
<i>Epidendrum cochlidium</i> Lindl	Nativa
<i>Ioichroma calycinum</i> Benth.	Nativa
<i>Ioichroma cyaneum</i> (Lindl.) M.L.Green	Nativa

ANEXOS II: MAPAS CARTOGRÁFICOS

UBICACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE

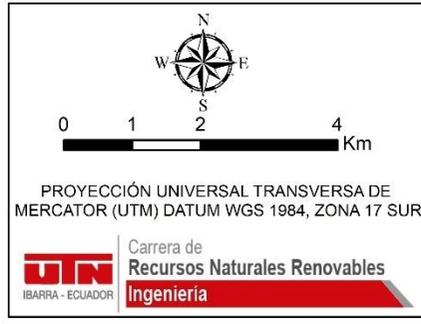
Ubicación Nacional



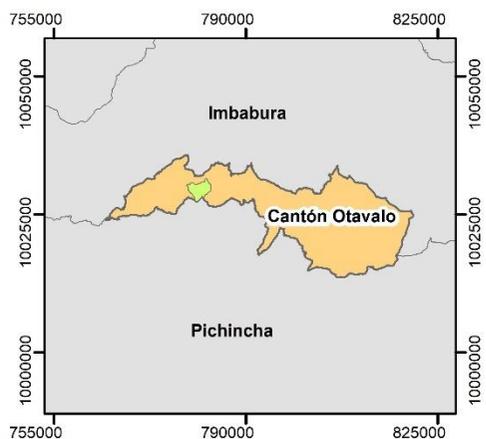
Ubicación Provincial



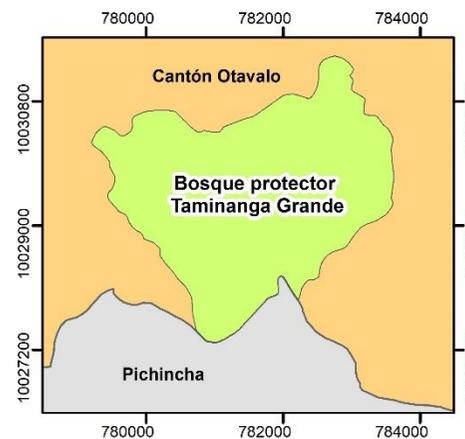
Zona de estudio



Ubicación Cantonal



Ubicación local



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

MAPA DE UBICACIÓN DEL
BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE

ELABORADO POR:
F. Champutiz y N. Guamán

Director:
Ing. Oscar Rosales, MSc

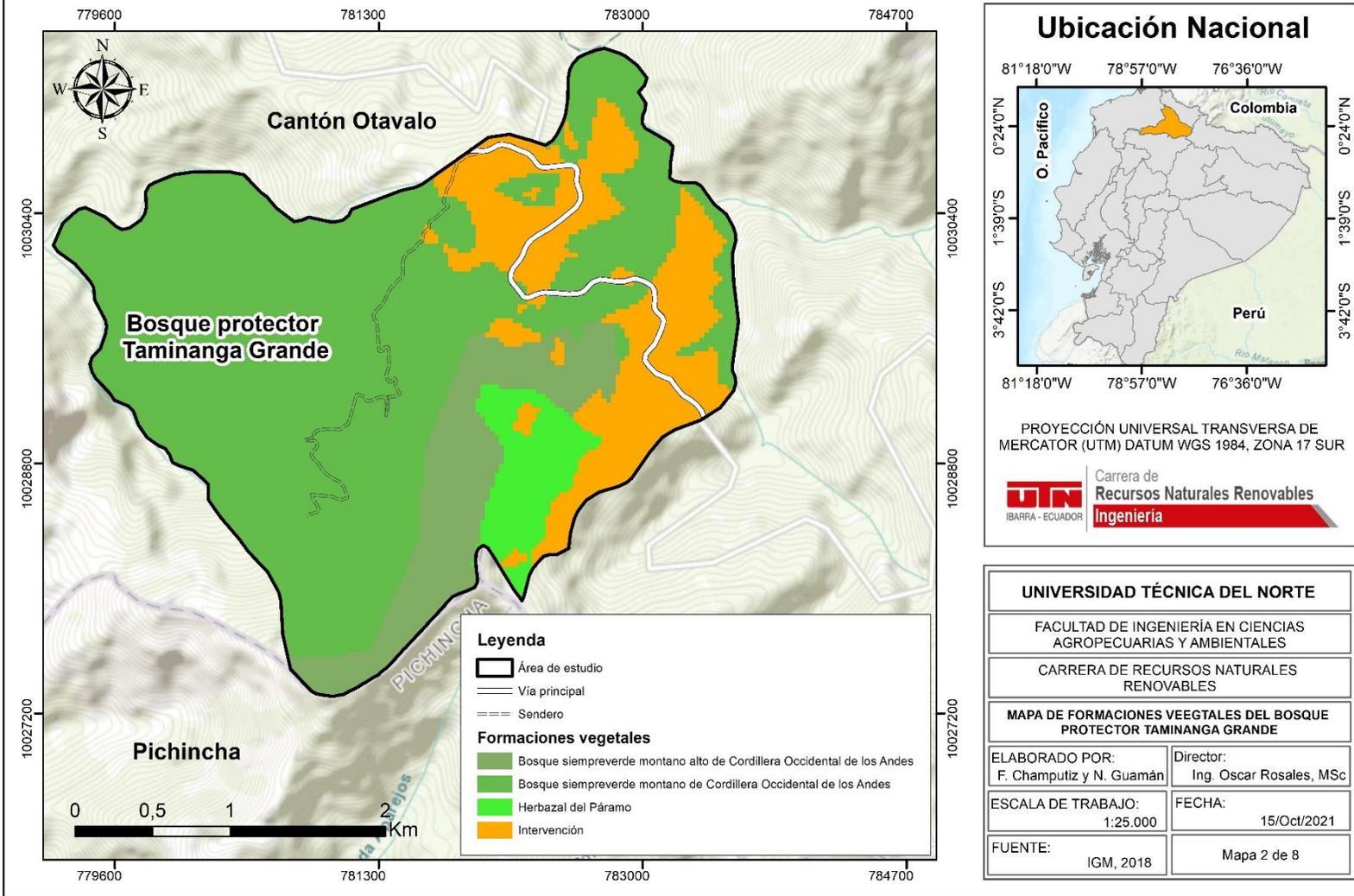
ESCALA DE TRABAJO:
1:25.000

FECHA:
15/Oct/2021

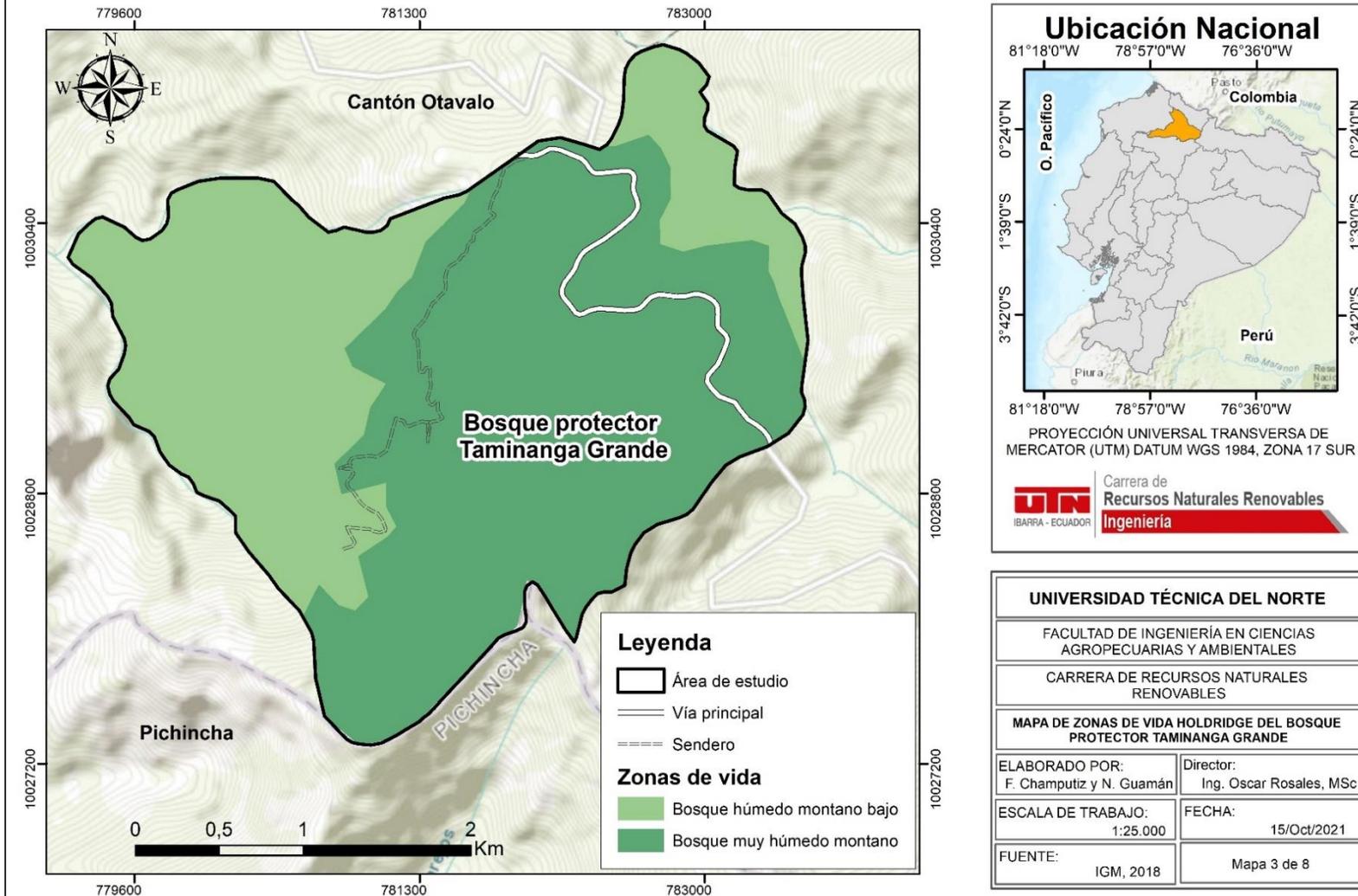
FUENTE:
IGM, 2018

Mapa 1 de 8

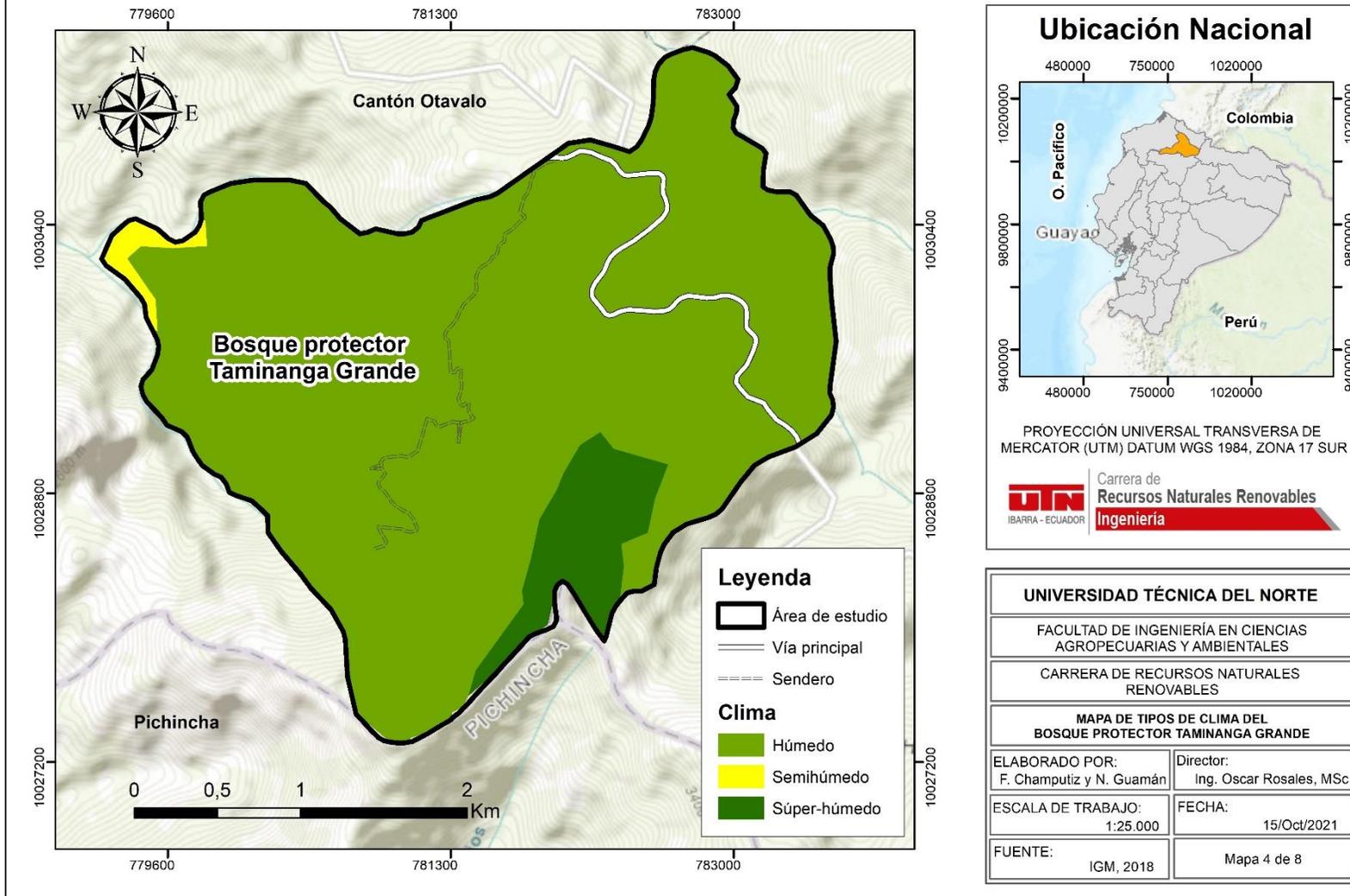
MAPA DE FORMACIONES VEGETALES DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE



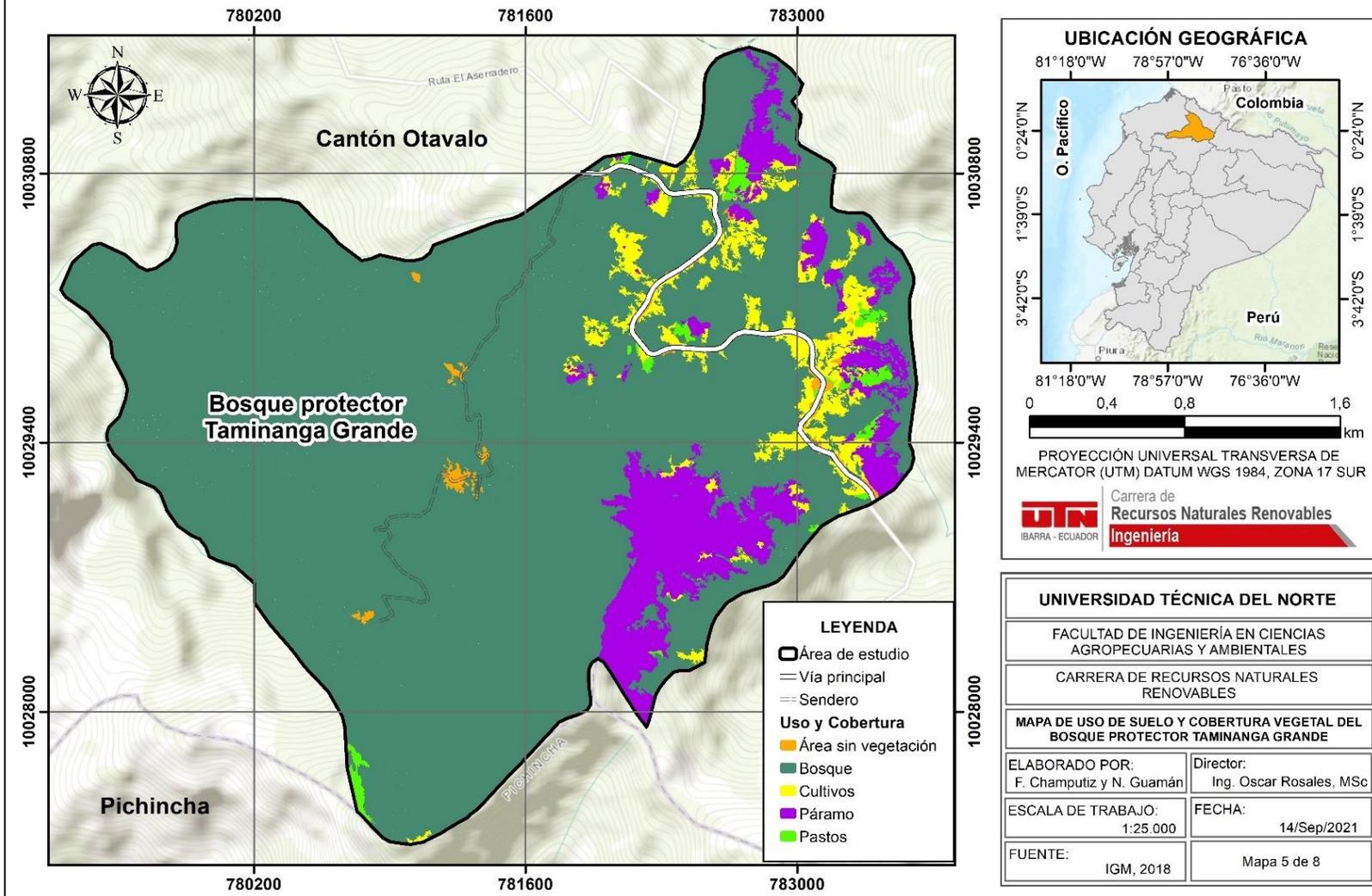
MAPA DE ZONAS DE VIDA HOLDRIDGE DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE



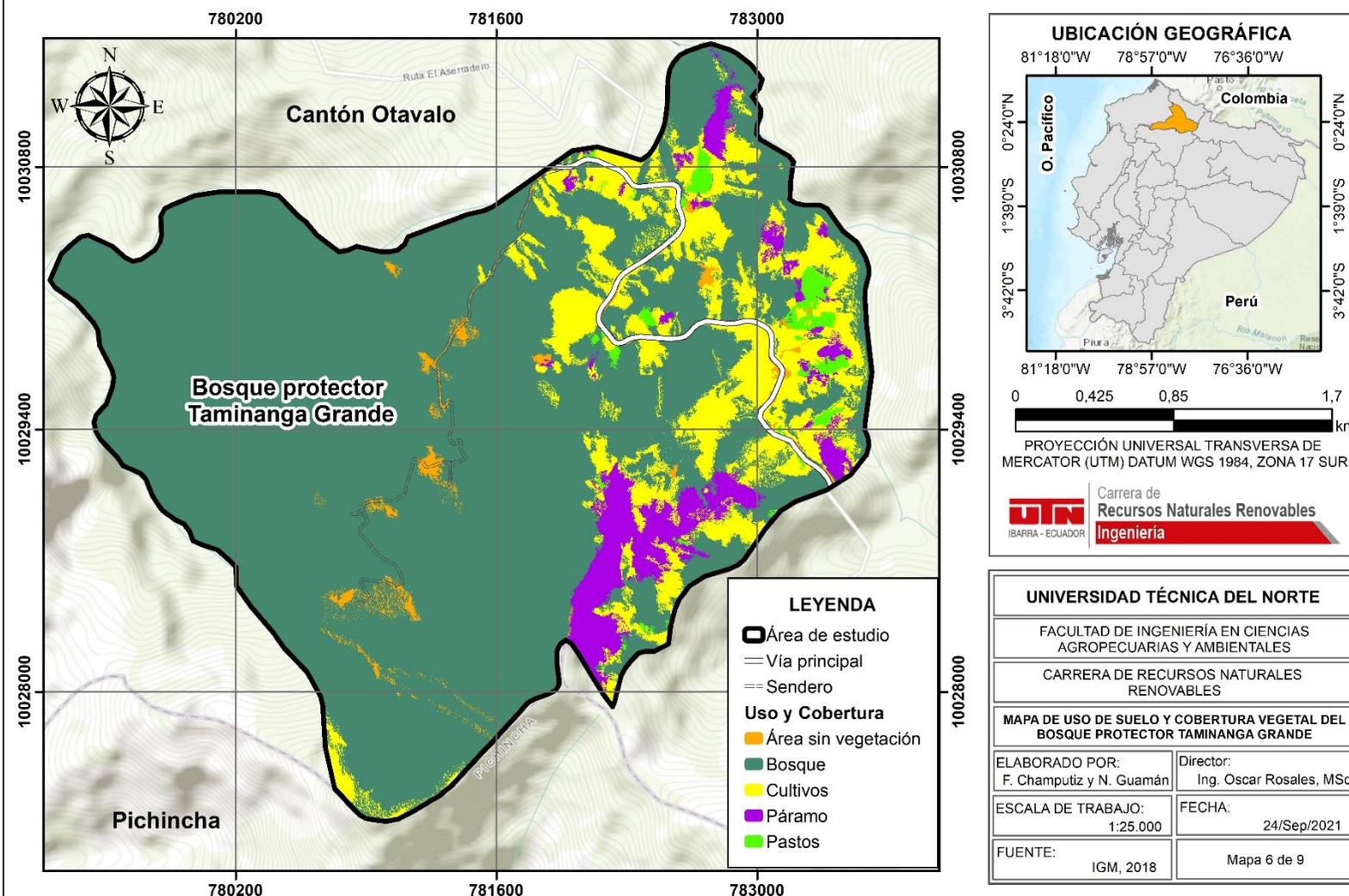
MAPA DE TIPOS DE CLIMA DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE



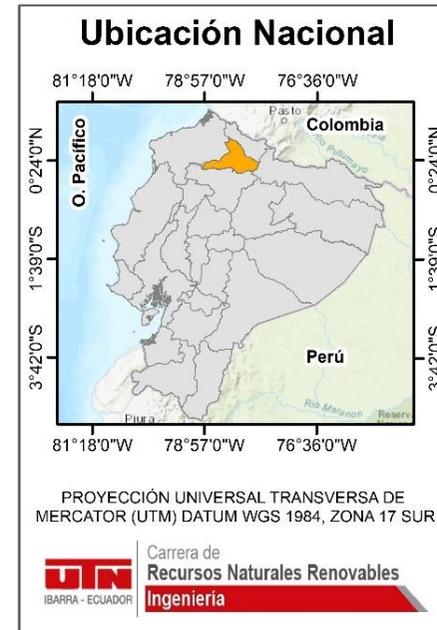
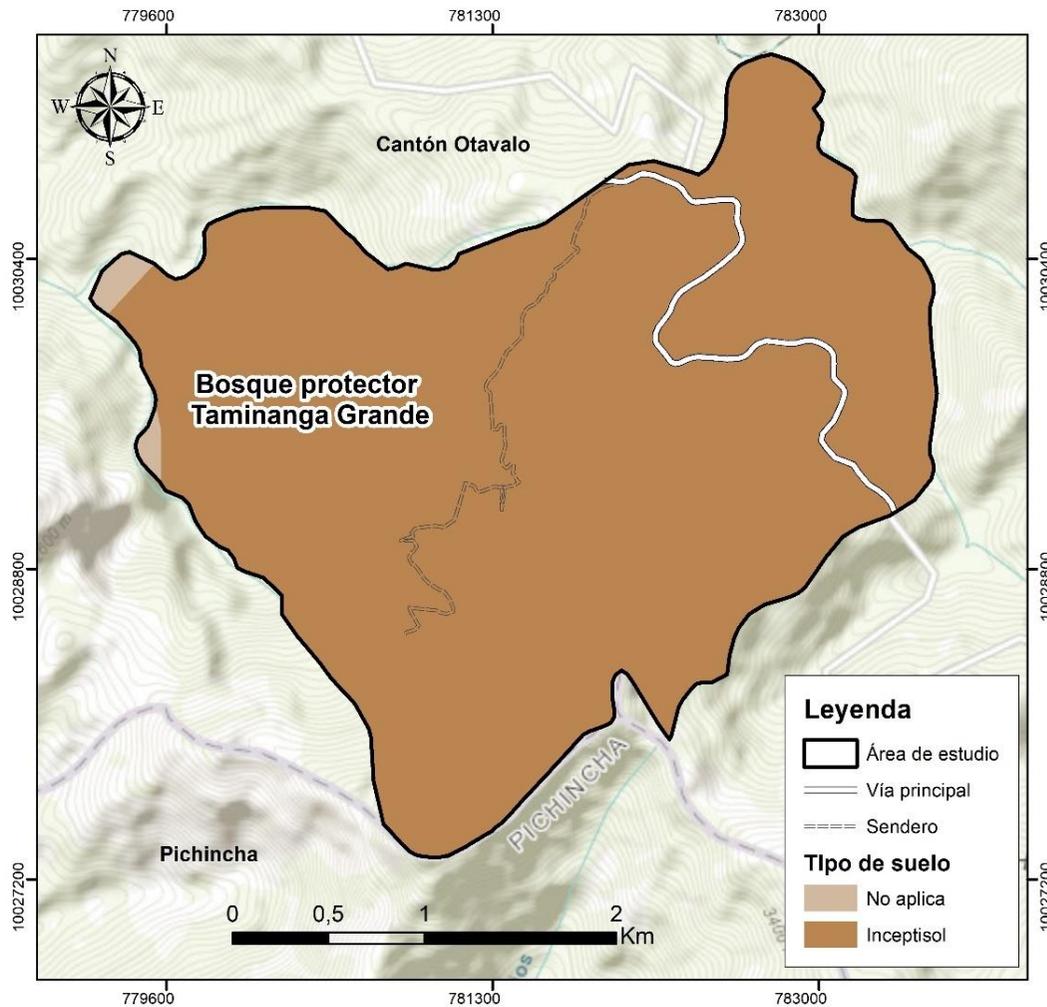
MAPA DE USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL - 2002



MAPA DE USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL - 2018

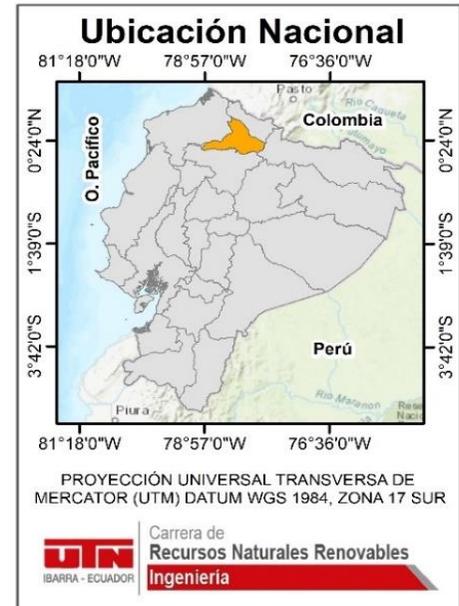
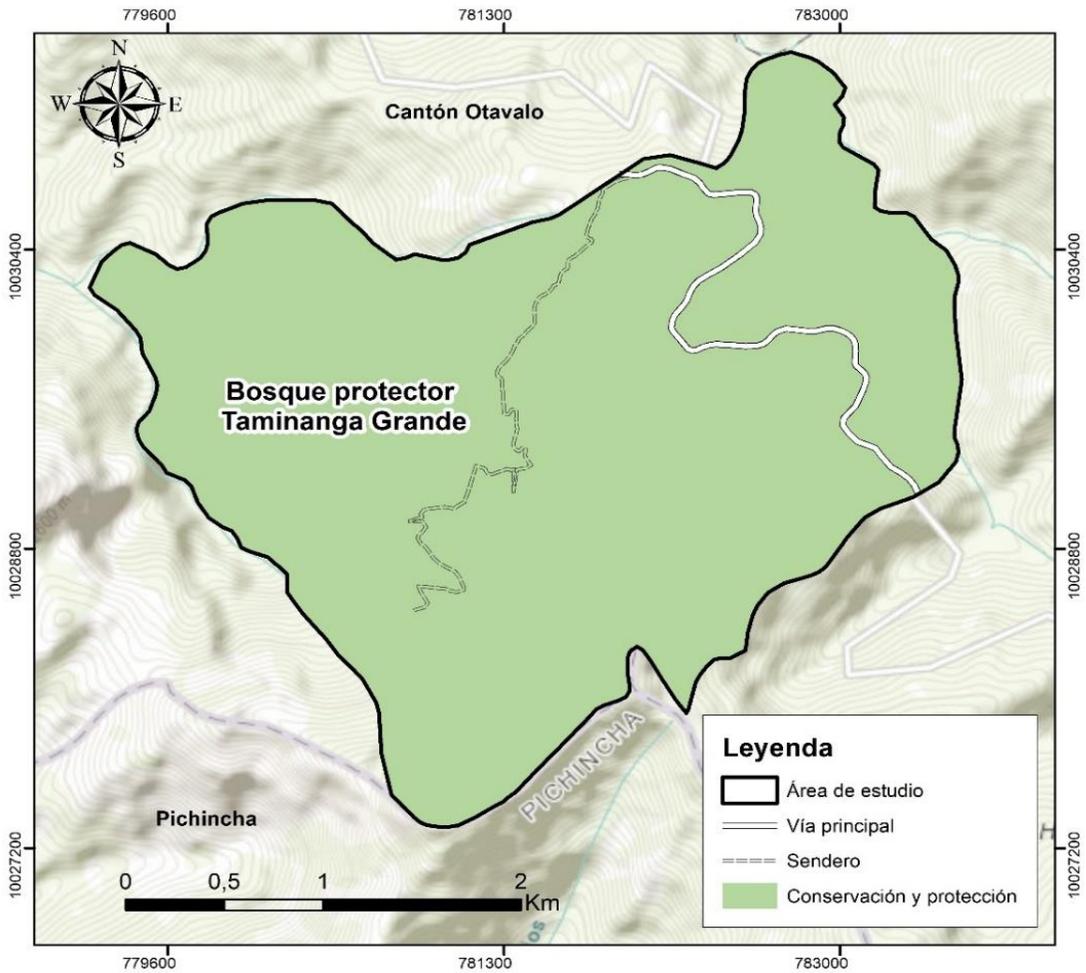


MAPA DE TIPOS DE SUELOS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	
CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
MAPA DE TIPO DE SUELOS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE	
ELABORADO POR: F. Champutiz y N. Guamán	Director: Ing. Oscar Rosales, MSc
ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000	FECHA: 15/Oct/2021
FUENTE: IGM, 2018	Mapa 7 de 8

MAPA DE USO POTENCIAL DEL SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	
CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
MAPA DE USO POTENCIAL DEL SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA GRANDE	
ELABORADO POR: F. Champutiz y N. Guamán	Director: Ing. Oscar Rosales, MSc
ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000	FECHA: 15/Oct/2021
FUENTE: IGM, 2018	Mapa 8 de 8

ANEXO III: GUÍA DE PLANTAS

Bosque Protector Taminanga Grande, Otavalo, Imbabura- Ecuador

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA

1

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R. [fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguanam@utn.edu.ec], Mónica León [melcone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] | guide's number provided by us | version 1 03/2022



1 *Aphelandra chrysantha*
ACANTHACEAE



2 *Saurauia tomentosa*
ACTINIDIACEAE



3 *Anthurium oxybelium*
ARACEAE



4 *Ceroxylon echinulatum*
ARECACEAE



5 *Bomarea hirsuta*
ALSTROEMERIACEAE



6 *Bomarea pardina*
ALSTROEMERIACEAE



7 *Ageratina pichinchensis*
ASTERACEAE



8 *Dendrophorbium lloense*
ASTERACEAE



9 *Erato vulcanica*
ASTERACEAE



10 *Munnozia senecionidis*
ASTERACEAE



11 *Pseudogynoxis sodiroi*
ASTERACEAE



12 *Werneria nubigena*
ASTERACEAE



13 *Deparia sp*
ATHYRIACEAE



14 *Guzmania gloriosa*
BROMELIACEAE



15 *Calceolaria mexicana*
CALCEOLARIACEAE



16 *Calceolaria oxyphylla*
CALCEOLARIACEAE



17 *Calceolaria penlandii*
CALCEOLARIACEAE



18 *Calceolaria perfoliata*
CALCEOLARIACEAE



19 *Burmeistera cyclostigmata*
CAMPANULACEAE



20 *Centropogon pichinchensis*
CAMPANULACEAE

Bosque Protector Taminanga Grande, Otavalo, Imbabura- Ecuador

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA 2

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R. [fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguamamm@utn.edu.ec], Mónica León [meleone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] [guide's number provided by us] version 1 03/2022



21 *Centropogon aequatorialis*
CAMPANULACEAE



22 *Cecropia peltata*
CECROPIACEAE



23 *Clusia alata*
CLUSIACEAE



24 *Weinmannia fagaroides*
CUNONIACEAE



25 *Cyathea*
sp
CYAT



26 *Dicksonia sellowiana*
DICKSONIACEAE



27 *Disterigma acuminatum*
ERICACEAE



28 *Disterigma empetrifolium*
ERICACEAE



29 *Gaultheria insipida*
ERICACEAE



30 *Gaultheria rigida*
ERICACEAE



31 *Macleania pentaptera*
ERICACEAE



32 *Macleania rupestris*
ERICACEAE



33 *Pernettya prostrata*
ERICACEAE



34 *Croton floccosus*
EUPHORBIACEAE



35 *Dalea coerulea*
FABACEAE



36 *Erythrina edulis*
FABACEAE



37 *Erythrina edulis*
FABACEAE



38 *Columnnea strigosa*
GESNERIACEAE



39 *Gasteranthus pansamalanus*
GESNERIACEAE



40 *Glossoloma oblongicalyx*
GESNERIACEAE

Bosque Protector Taminanga Grande, Otavalo, Imbabura- Ecuador

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA 3

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R.[fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguamanm@utn.edu.ec], Mónica León [meleone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] [guide's number provided by us] version 1 03/2022



41 *Heppiella ulmifolia*
GESNERIACEAE



42 *Kohleria affinis*
GESNERIACEAE



43 *Gunnera brephogea*
GUNNERACEAE



44 *Hypericum laricifolium*
HYPERICACEAE



45 *Crocosmia aurea*
IRIDACEAE



46 *Salvia pichinchensis*
LAMIACEAE



47 *Stachys officinalis*
LAMIACEAE



48 *Huperzia rufescens*
LYCOPODIACEAE



49 *Danaea nodosa*
MARATTIACEAE



50 *Miconia latifolia*
MELASTOMATACEAE



51 *Miconia papillosa*
MELASTOMATACEAE



52 *Miconia crocea*
MELASTOMATACEAE



53 *Monochaetum hartwegianum*
MELASTOMATACEAE



54 *Monochaetum lineatum*
MELASTOMATACEAE



55 *Tibouchina mollis*
MELASTOMATACEAE



56 *Morella pubescens*
MYRICACEAE



57 *Colignonia pentoptera*
NYCTAGINACEAE



58 *Fuchsia loxensis*
ONAGRACEAE



59 *Anacheilium hartwegii*
ORCHIDACEAE



60 *Cyrtochilum macranthum*
ORCHIDACEAE

Bosque Protector Taminanga Grande, Otavalo, Imbabura- Ecuador

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA 4

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R [fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguamamm@utn.edu.ec], Mónica León [melcone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] [guide's number provided by us] version 1 03/2022



61 *Cyrtochilum serratum*
ORCHIDACEAE



62 *Epidendrum cochlidium*
ORCHIDACEAE



63 *Epidendrum fimbriatum*
ORCHIDACEAE



64 *Epidendrum mesogastropodium*
ORCHIDACEAE



65 *Maxillaria lehmannii*
ORCHIDACEAE



66 *Oncidium heteranthum*
ORCHIDACEAE



67 *Pleurothallis cordata*
ORCHIDACEAE



68 *Pleurothallis truncata*
ORCHIDACEAE



69 *Sobralia sp*
ORCHIDACEAE



70 *Oxalis lotoides*
OXALIDACEAE



71 *Bocconia integrifolia*
PAPAVERACEAE



72 *Passiflora cumbalensis*
PASSIFLORACEAE



73 *Phytolacca bogotensis*
PHYTOLACCACEAE



74 *Chusquea scandens*
POACEAE



75 *Monnina polystachya*
POLYGALACEAE



76 *Rubus ulmifolius*
ROSACEAE



77 *Palicourea amethystine*
RUBIACEAE



78 *Palicourea guianensis*
RUBIACEAE



79 *Abatia parviflora*
SALICACEAE



80 *Alonsoa meridionalis*
SCROPHULARIACEAE

Bosque Protector Taminanga Grande, Otavalo, Imbabura- Ecuador

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA 5

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R. [fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguananm@utn.edu.ec], Mónica León [meleone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] | [guide's number provided by us] version 1 03/2022



81 *Deprea sachapapa*
SOLANACEAE



82 *Iochroma calycinum*
SOLANACEAE



83 *Iochroma cyaneum*
SOLANACEAE



84 *Iochroma fuchsioides*
SOLANACEAE



85 *Jaltomata viridiflora*
SOLANACEAE



86 *Solanum asperolanatum*
SOLANACEAE



87 *Solanum oblongifolium*
SOLANACEAE



88 *Macrothelypteris torresiana*
THELYPTERIDACEAE



89 *Thelypteris dentata*
THELYPTERIDACEAE



90 *Viola arguta*
VIOLACEAE



91 *Viola scandens*
VIOLACEAE

PLANTAS DEL BOSQUE PROTECTOR TAMINANGA 6

Francisco Israel Champutiz R¹, Karen Nicole Guamán M² & Mónica León³.

¹Universidad Técnica del Norte

Fotos: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, Producido por: Francisco Israel Champutiz R, Karen Nicole Guamán M, y ayuda de Mónica León. © Francisco Israel Champutiz R. [fichamputizr@utn.edu.ec], Karen Nicole Guamán M [knguamanm@utn.edu.ec], Mónica León [meleone@utn.edu.ec]. Los trabajos con esta licencia son libres de usar/ compartir/ remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] [guide's number provided by us] version 1 03/2022



Figura 1. Vista panorámica del remanente montano bajo del bosque protector Taminanga Grande



Figura 2. Bosque montano alto nativo

El bosque protector Taminanga Grande abarca una extensión total de 1.096 hectáreas, se encuentra en las provincias de Imbabura y Pichincha. En la zona de Imbabura abarca una extensión de 986.81 hectáreas y en la provincia de Pichincha abarca 109.19 hectáreas. Este bosque protector también es conocido como Aminanga o Taminanga, el cual se ubica en la sierra norte del Ecuador en el cantón Otavalo, en la parroquia Selva Alegre. Sus límites son; al norte y oeste con el cantón de Cotacachi, al este con la parroquia de Quichinche y al sur con la provincia de Pichincha. (ALLPA, 2009).

El bosque protector Taminanga Grande forma parte del corredor biológico Andes-Chocó (Corporación Toisán, 2011), en donde predominan las siguientes las formaciones vegetales: bosque siempreverde montano, bosque siempre verde montano alto y herbazal de páramo pertenecientes a la Cordillera Occidental de los Andes. Este bosque se encuentra entre los 1.800 y 3.000 m.s.n.m., en el cual se identifican dos tipos de zonas según la clasificación de Holdridge: Bosque húmedo montano bajo y Bosque muy húmedo montano, cuyo clima es muy húmedo subtropical y muy húmedo temperado, con temperaturas anuales de 12°C y una precipitación anual de 2.500 mm (MAE,2013).