



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE

CUENCAS HIDROGRÁFICAS

“Identificación de rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura, para el crecimiento de 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)”

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en
GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

DIRECTOR:

MSc. Oscar Rosales

AUTOR:

Ing. Byron Coronel

IBARRA - ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de grado, "Identificación de rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura para el crecimiento de 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)", presentado por el Ing. Byron Gustavo Coronel Tapia, para optar por el Grado de Magister en "Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas", doy fe de que dicho documento reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación (Pública o Privada) y evaluación por parte del Jurado Examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, al veinte días del mes de Octubre del 2017.


.....
MSc. Oscar Rosales

Apellidos y Nombre	Firma
MSc. Carmen Trujillo	
MSc. Roberto Lora	
MSc. María Viquez	



CARTA DE ACEPTACION TUTORES

Ibarra 31 de Octubre de 2017.

Magíster
Jorge Caraguay
DIRECTOR(a) POSGRADO UTN

De nuestras consideraciones:

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo de Grado del maestrante: Byron Gustavo Coronel Tapia, del Programa de Maestría en: Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas con el tema: **“Identificación de rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura para el crecimiento de 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)”** tenemos a bien certificar que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas en la defensa privada.

En tal virtud, facultamos empastar el mencionado trabajo y que su tutor solicite fecha para defensa pública.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Miembro Tribunal 1:	PhD. Carmen Trujillo	
Miembro Tribunal 2:	Phd. Rolando Lomas	
Miembro Tribunal 3:	Msc. Lucía Vásquez	

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

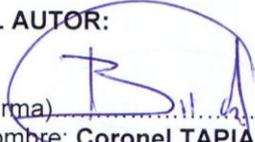
Yo, **Coronel Tapia Byron Gustavo** con cédula de identidad Nro. 100261641-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de Octubre del 2017

EL AUTOR:



(Firma)
Nombre: **Coronel TAPIA Byron Gustavo**
C.I.: 100261641-3

Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Chicaiza Cevallos Diego Fernando, con cédula de identidad Nro. 100261641-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“Identificación de rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura, para el crecimiento de 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Psicólogo General, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....
Nombre: **Coronel TAPIA Byron Gustavo**
C.I.: 100261641-3

Ibarra, a los 31 días del mes de Octubre del 2017

DEDICATORIA

Adiós por darme la fuerza, la voluntad y la sabiduría necesaria para cumplir con una meta más en mi vida.

A mis Hijos, Adrián, Brandon, Kristhell y a mi esposa Paola, por ser el pilar fundamental durante este tiempo a ellos dedico mi esfuerzo y sacrificio.

Al Instituto de posgrado de la Universidad Técnica del Norte, quien formo parte de mi formación académica.

Byron G. Coronel T.

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno y grato agradecimiento a la "Universidad Técnica del Norte" quien formo parte de mi formación académica en pregrado y posgrado; para el MSc Oscar Rosales que con ahínco compartió sus conocimientos para quienes tuvimos la oportunidad de ser sus estudiantes, es grato para mi enfatizar mi reconocimiento al MSc, Oscar Rosales , por su valioso aporte para dicha investigación.

A mis maestros quienes han formado una parte importante en el desarrollo de mi formación académica y profesional, al Dr. Juan Pablo Celemín, Prometeo argentino para el Ministerio del Ambiente que colaboro en la presente Investigación.

A los miembros del tribunal quienes han colaborado en mi formación académica.

Byron G. Coronel T.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en identificar rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura para 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG), tomando en cuenta los requerimientos biofísicos como son: precipitación, temperatura, pendiente, altitud, y tipo de suelo; con el fin de conocer la zonas más aptas para el desarrollo de cada tipo de especie arbórea tomando en cuenta las variables de desarrollo más óptimo de cada una de ellas. La información empleada en el presente trabajo proviene de algunas instituciones gubernamentales como por ejemplo la información climática generada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); información edafológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) con su dirección de Sistema Nacional de Información Geográfica para el Sector del Agro (SIGAGRO). Instituto Geográfico Militar (IGM); la fotografía aérea proporcionado por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS). La combinación y el análisis de estos datos permitieron establecer los diferentes rangos altitudinales por tipo de especie arbórea bastante cercana a la realidad, la cual podrá ser utilizada en futuros proyectos de restauración ambiental en la provincia de Imbabura

Con la información cartográfica generada se determina que el cantón Cotacachi es el más óptimo para el desarrollo de programas de restauración ambiental con las especies arbóreas propuestas en la presente investigación, estas especies son más aptas en las parroquias: Seis de Julio (Cuellaje), Apuela, Peñaherrera y García Moreno, con una gran influencia en las micro cuencas hídricas de Naranjal, Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Irubí, Nangulví, San Pedro, Magdalena, El Quinde, otro de los cantones que presenta una gran importancia para el desarrollo de las especies es el cantón Urcuquí, principalmente en la parroquia de Buenos Aires, en las microcuencas de San Francisco , San Vicente, Tupizo y Palacara.

ABSTRACT

The present study consists of identifying the altitudinal ranges in the microbasins of the province of Imbabura for 38 tree species for environmental conservation purposes, applying Geographic Information Systems (GIS), taking into account biophysical requirements such as precipitation, temperature, slope, altitude, and soil type; in order to know the areas most suitable for the development of each type of tree species taking into account the most optimal development variables of each one. The information used in the present study comes from some governmental institutions such as the climatic information generated by the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI). The Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries (MAGAP). with its National Geographic Information System for the Agro Sector (SIGAGRO). Military Geographic Institute (IGM); aerial photography provided by the National System of Information and Management of Rural Lands (SIGTIERRAS). The combination and analysis of these data allowed to establish the different altitudinal ranges by type of tree species very close to reality, which can be used in future environmental restoration projects in the province of Imbabura.

With the cartographic information generated, it is determined that the Cotacachi canton is the most optimal for the development of environmental restoration programs with the tree species proposed in the present research. These species are most suitable in the parishes: Seis de Julio (Cuellaje), Apuela , Peñaherrera and García Moreno, with a great influence in the micro water basins of Naranjal, Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Irubí, Nangulví, San Pedro, Magdalena, El Quinde, another one of the cantons that is of great importance for the development of the species is the Urcuquí canton, mainly in the parish of Buenos Aires, in the micro-basins of San Francisco, San Vicente, Tupizo and Palacara.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA.....	3
Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Justificación.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. Marco teórico.....	6
2.1. Ubicación Geográfica.....	6
2.2. Zonificación por Rangos Altitudinales.....	6
2.2.1. El Manejo y la Gestión de Cuencas Hidrográficas.....	7
2.2.2. Cuenca hidrográfica.....	7
2.3. Factores Climáticos.....	7
2.4. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	8
2.4.1. Para qué sirven el SIG.....	8
2.4.2. Clasificación Supervisada.....	9
2.4.3. El Ecosistema o Sistema Ecológico Como Unidad De Representación.....	9
2.4.4. SRTM: Misión Topográfica Shuttle Radar.....	9
2.4.5. Propósito del Estudio.....	10
2.5. Marco Legal.....	10
2.5.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	10

2.5.2. Legislación.....	11
2.5.3. Plan nacional del Buen Vivir (2013-2017) de la Secretaría de Planificación y Desarrollo del Ecuador	12
CAPÍTULO III	14
3. Materiales	14
3.1 Tipo de Investigación.....	14
3.1.1. La Investigación Bibliográfica.....	14
3.1.2. La Investigación de Campo	14
3.2. Diseño de la Investigación	14
3.3 Diagnóstico General	15
3.3.1. Especies de Estudio	15
3.3.2. Oferta Potencial para Restauración Ambiental Identificada por MAE-MAGAP. (2012).....	16
3.4. Zonificación por Rangos Altitudinales	17
3.5. Factores Climáticos.....	17
3.6. Análisis Espacial.....	18
3.7. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	18
3.9.1. Imágenes Satelitales.....	19
3.9.2 Imágenes Landsat	19
3.10. Análisis Multitemporal	19
3.11. Representación de la Superposición de Coberturas	20
3.11.1. Variables de tipo nominal/ordinal.....	21
3.11.2. Elaboración de los Rangos Altitudinales a través del Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL)	21
3.12. Uso y Cobertura del Suelo	22
3.13. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito	22
3.13.1. Criterios para la Clasificación y Definición de la Leyenda de Ecosistemas Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador	23
3.13.2. El Ecosistema o Sistema Ecológico como Unidad de Representación.....	24
3.14. Empleo de Orto fotos e Imágenes Satelitales en Trabajos Investigativos	25
3.15. Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del Río Molola, Nayarit	25
3.15.1. Detección de Cambios en El Uso del Suelo en el Sector Agropecuario Mediante Análisis Temporal.....	25
3.15.2. Programa de Restauración Forestal MAE	25
3.15.3. Área de Estudio.....	26

3.16. Ubicación Geográfica	26
3.17. Método de Investigación.....	30
3.17.1. Recopilación y Análisis de Información Existente.....	30
3.17.2. Metodología Propuesta para Determinación de Rangos.....	30
3.17.3. Reclasificación (Muy Apto -2; Apto- 1; No Apto -0)	31
3.17.4. Metodología Visual.....	33
3.18. Restitución Fotogramétrica.....	34
3.19. Especies Prioritarias en el Estudio.....	34
3.20. Generación del MDE	34
3.21. Modelación de la Distribución Potencial de una Especie.....	35
3.22. Recolección de Datos.....	35
3.23. Especies a Trabajar con Rangos para Restauración Ambiental con Fines De Conservación	36
3.24. Procesamiento de la Información	38
3.25. Superposición de Mapas	39
CAPÍTULO IV	41
4. Resultados y Discusión.....	41
4.1. Determinación de Área de Estudio	41
4.1.1. Descripción	41
4.1.2. Análisis Efectuado	42
4.1.3. Calidad de Insumos.....	42
4.1.4. Época de Generación de Insumos	43
4.1.5. Descripción de Especies y Resultados por Rango a Nivel Provincial.....	43
4.1.5.1. Zonas Aptas para la Plantación de Achiote (<i>Bixa orellana</i>).....	44
4.1.5.2. Zonas Aptas Para la Plantación de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora.</i>)	44
4.1.5.3. Zonas Aptas para la Plantación de Aliso (<i>Alnus acuminata</i> Kunth).....	44
4.1.5.4. Zonas Aptas para la Plantación de Aliso (<i>Aliso nepalensis</i>).....	45
4.1.5.5. Zonas Aptas para la Plantación de Arabisco (<i>Jacaranda copaia</i>).....	45
4.1.5.6. Zonas Aptas para la Plantación de Arrayan (<i>Myrcianthes Sp.</i>)	46
4.1.5.7. Zonas Aptas para la Plantación de Cascarillo (<i>Cinchona officinalis</i>).....	46
4.1.5.8. Zonas Aptas para la Plantación de Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	46
4.1.5.9. Zonas Aptas para la Plantación de Ceibo (<i>Ceiba pentandra.</i>).....	47
4.1.5.10. Zonas Aptas para la Plantación de Chachacomo, Cucharero (<i>Escallonia myrtilloides.</i>)	47
4.1.5.11. Zonas Aptas Para La Plantación De Chirimoya, Chirimoyo (<i>Annona cherimola</i> Mill.)	47

4.1.5.12. Zonas Aptas para la Plantación de Cholán (<i>Tecoma stans</i>).....	48
4.1.5.13. Zonas Aptas para la Plantación de Espino (<i>Acacia macracantha</i>).....	48
4.1.5.14. Zonas Aptas para la Plantación de Fruta de Pan (<i>Artocarpus altitis</i>).....	48
4.1.5.15. Zonas Aptas para la Plantación de Guaba (<i>Inga Sp.</i>).....	48
4.1.5.16. Zonas Aptas para la Plantación de Guanábana (<i>Rolinia Sp.</i>).....	49
4.1.5.17. Zonas Aptas Para la Plantación de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	49
4.1.5.18. Zonas Aptas para la Plantación de Higuera (<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand)	49
4.1.5.19. Zonas Aptas para la Plantación de Laurel (<i>Cordia alliodora</i>).....	50
4.1.5.20. Zonas Aptas para la Plantación de Laurel de Cera (<i>Myrica Pubescens Humb & Bonpl</i>)	50
4.1.5.21. Zonas Aptas para la Plantación de Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	50
4.1.5.22. Zonas Aptas para la Plantación de Lupino (<i>Cytisus monspersulanus</i>).....	50
4.1.5.23. Zonas Aptas para la Plantación de Maní de Árbol (<i>Caryodendron orinocense</i>).....	51
4.1.5.24. Zonas Aptas Para La Plantación De Molle (<i>Schinus molle</i>).....	51
4.1.5.25. Zonas Aptas para la Plantación de Motilón (<i>Hyeronima Cf. macrocarpa</i>) ..	51
4.1.5.26. Zonas Aptas Para La Plantación De Naranjillo, Platuquero (<i>Styloceras laurifolium</i>)	51
4.1.5.27. Zonas Aptas para la Plantación de Nogal (<i>Juglands neotropica</i>).....	52
4.1.5.28. Zonas Aptas para la Plantación de Pigue (<i>Piptocoma discolor</i>).....	52
4.1.5.29 Zonas Aptas para la Plantación de Poroton (<i>erithrina edulis</i>).....	52
4.1.5.30 Zonas Aptas para la Plantación de Pumamaqui (<i>Oreopanax ecuadorensis.</i>)	53
4.1.5.31 Zonas Aptas para la Plantación de Quishuar (<i>Budleja incana.</i>)	53
4.1.5.32 Zonas Aptas para la Plantación de Retama (<i>Retama phaerocarpa.</i>)	53
4.1.5.33 Zonas Aptas para la Plantación de Romerillo (<i>Podocarpus glomeratus.</i>)	54
4.1.5.34 Zonas Aptas para la Plantación de Sacha Capulí (<i>Vallea stipularis</i>).....	54
4.1.5.35 Zonas Aptas para la Plantación de Sangre de Drago (<i>Croton lechlerim</i>)	54
4.1.5.36 Zonas Aptas para la Plantación de Sauce (<i>Salix sp.</i>)	54
4.1.5.37 Zonas Aptas para la Plantación de Tilo (<i>Sambucus nigra.</i>)	55
4.1.5.38 Zonas Aptas para la Plantación de Yagual (<i>Polylepis sp.</i>)	55
4.1.5.39 Discusión	55
CAPÍTULO V	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	60

CAPÍTULO VI.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	62
ANEXOS.....	67
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ACHIOTE (<i>Bixa Orellana</i>).....	6868
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALGARROBO (<i>Prosopis juliflora.</i>).....	69
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALISO (<i>Alnus acuminata Kunth</i>).....	70
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALISO (<i>Aliso Nepalensis</i>).....	71
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ARABISCO (<i>Jacarnda copaia</i>).....	72
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ARRAYAN (<i>Myrcianthes sp.</i>).....	73
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CASCARILLO (<i>Cinchona officinalis</i>).....	74
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CEDRO (<i>Cedrela odorata.</i>).....	75
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CEIBO (<i>Ceiba pentandra.</i>).....	76
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHACHACOMO, CUCHARO (<i>Escallonia myrtilloides.</i>).....	77
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHIRIMOYA, CHIRIMOYO (<i>Annona cherimola Mil.</i>).....	78
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHOLÁN (<i>Tecoma stans</i>).....	79
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ESPINO (<i>Acacia macracantha</i>).....	80
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE FRUTA DE PAN (<i>Artocarpus altitis</i>).....	81
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUABA (<i>Inga sp.</i>).....	82
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUANÁBANA (<i>Rolinia sp.</i>).....	83
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUARANGO (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	84
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE HIGUERON (<i>Ficus cuatrecasana Dugand</i>).....	85

MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LAUREL (<i>Cordia aliadora</i>).....	86
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LAUREL DE CERA (<i>Myrica pubescens Humb & Bonpl</i>).....	87
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LEUCAENA (<i>Leucaena leucocephala</i>).....	88
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LUPINO (<i>Cytisus monspersulanus</i>).....	89
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MANÍ DE ÁRBOL (<i>Caryodendron orinocense</i>).....	90
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MOLLE (<i>Schinus molle</i>).....	91
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MOTILÓN (<i>Hyeronima cf. macrocarpa</i>).....	92
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE NARANJILLO, PLATUQUERO (<i>Styloceras laurifolium</i>).....	93
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE NOGAL (<i>Juglands neotropica</i>).....	94
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE PIGUE (<i>Piptocoma discolor.</i>).....	95
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE POROTON (<i>Erithrina edulis</i>).....	96
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE PUMAMAQUI (<i>Oreopanax ecuadorensis.</i>).....	97
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE QUISHUAR (<i>Budleja incana.</i>).....	98
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE RETAMA (<i>Retama sphaerocarpa.</i>).....	99
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ROMERILLO (<i>Podocarpus sp.</i>).....	100
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SACHA CAPULI (<i>Vallea stipularis</i>).....	101
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SANGRE DE DRAGO (<i>Croton lechleri M</i>).....	102
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SAUCE (<i>Salix sp.</i>).....	103
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE TILO (<i>Sambucus nigra.</i>).....	104
MAPA DE ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE YAGUAL (<i>Polylepis sp.</i>).....	105

Anexo N°39 Descripción De Rangos Por Especie y Microcuenca Donde Se Desarrolla Esta Especie, Acorde A Su Porcentaje A Nivel Cantonal y Microcuenca.....	107
Anexo N° 40 Estrategias Más Recomendables A Seguir Para Procesos De Restauración Según Sea El Caso De La Especie Arbórea	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°. 1 Oferta Potencial Para Restauración Ambiental Identificada Por Mae-Magap. (2012).....	16
TABLA N°. 2 Características Principales de la Provincia (PDOT GPI-2016).....	27
TABLA N°. 3 Procedimiento Metodológico.....	31
TABLA N°. 4 Especies arbóreas en estudio.....	35

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO N° 1 Priorización de áreas para restauración forestal MAE-2014.....	10
GRÁFICO N° 2 MAE- MAGAP – 2014.....	16
GRÁFICO N° 3 Mapa De Áreas Propuestas Según Sea El Fin Para Restauración. Mae- Magap – 2014.....	17
Gráfico N° 4 Criterios De Selección Proceso De Restauración (MAE-2014).....	26
GRÁFICO N° 5 Ubicación de la Provincia en el Contexto Regional (PDOT GPI- 2016)	28
GRÁFICO N° 6 Flujo de trabajo para determinación de rangos altitudinales en el micro cuencas de Imbabura.....	30
GRÁFICO N° 7 Descripción gráfica de la generación de Rangos Altitudinales.....	32
GRÁFICO N° 8 Superposición de Mapas (Mora; 2003).....	39

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La biogeografía histórica estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y en el tiempo, tomando en cuenta los diversos factores que dieron lugar a la irradiación (Vargas 1992, Morrone 2004, Contreras-Medina 2006). A partir de ella se puede reconstruir las secuencias de origen, dispersión y extinción de los taxones, así como explicar la influencia de acontecimientos históricos en los modelos bióticos de distribución actual desde una perspectiva dispersionista, de varianza o mixta (Vargas 1992, Contreras-Medina et al. 2001).

Éstos pueden ser utilizados bajo un mismo análisis ya sea como partes complementarias, o bien como etapas, a pesar que algunos han sido considerados como programas de investigación en competencia. Por lo tanto, este tipo de estudios genera información que permite ampliar el conocimiento de la historia de las biotas neotropicales y sus patrones biogeográficos (Contreras - Medina 2006).

Uno de los estímulos en el proceso de la biogeografía ha sido el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías computacionales como los sistemas de información geográfica (SIG) y una variedad de métodos estadísticos espaciales (Lira 2008). Así, esta investigación pretende implementar estas teorías y procedimientos en los métodos SIG y sus análisis espaciales, como una herramienta y alternativa tecnológica para el reconocimiento de unidades geográficas naturales (Escalante 2003a, Escalante et al. 2007).

A partir del uso de SIG se ha podido suplir la falta de información básica sobre la sistemática, historia natural, dispersión y distribución actual (Voss 1988, Eisenberg 1989, Eisenberg & Redford 1992). A partir del análisis de los rangos altitudinales de crecimiento con fines de conservación ambiental, revelando factores comunes causales en sus historias evolutivas, o diferencias de importancia para las teorías respecto al origen, distribución y mantenimiento de la diversidad Vegetativa. Todo esto se desarrolla en el

marco de las actividades realizadas por parte por parte del Ministerio del Ambiente de provincia de Imbabura en pos de la conservación de los espacios naturales y procesos de restauración ambiental en su área de influencia y mejorar el entorno natural.

1. EL PROBLEMA

Antecedentes

La política forestal del país ha tenido un importante impulso durante los últimos siete años a partir del reconocimiento de los derechos de la naturaleza y de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, política traducida en la ejecución de procesos de restauración forestal que permitan recuperar bienes y servicios ambientales que tengan una funcionalidad variada para las sociedades que se benefician de ellas.

El “MAE”, durante el año 2014, actualizó el Plan Nacional de Restauración Forestal, que detalla los lineamientos técnicos y el funcionamiento del programa de conservación en base al nuevo modelo de gestión concurrente entre el “MAE” y los GAD Provinciales y Parroquiales Rurales del país, a través del financiamiento de los programas y proyectos de forestación y reforestación, en el marco de las facultades otorgadas con la Resolución No. 007-CNC-2012 de 30 de mayo del 2012, del Consejo Nacional de Competencias.

Con la expedición del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización, se definió el ámbito de competencias exclusivas y concurrentes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales y Parroquiales, en materia de desarrollo de actividades productivas comunitarias, preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente; Las entidades ejecutoras del Programa de Restauración Forestal son los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales y Parroquiales Rurales que cuenten con una identificación preliminar de áreas disponibles para tales fines.

1.2. Planteamiento del problema

En la provincia de Imbabura no existe una investigación para establecer Rangos altitudinales para especies con fines de conservación ambiental y visualizarlos a nivel cantonal, basado en la importancia de la vegetación ante inundaciones y regulador del ciclo hidrológico, y apoyo en el proceso de recuperación de espacios degradados por el avance de la frontera agrícola.

El Ministerio del Ambiente MAE, en coordinación con el Ministerio de Agricultura Acuicultura y Pesca MAGAP, han desarrollado el plan nacional de restauración forestal, con el fin de disminuir el porcentaje de deforestación anual de 55.000 hectáreas al año por lo cual se realizó el análisis y el monto acumulado desde el año 2014 al 2017 es de 220.000 hectáreas deforestadas, es por eso que se lanzó por parte de senplades dentro del plan nacional del buen vivir cumplir con la meta de reforestación de 300.000 ha, donde la propuesta es de 120.000 ha el MAE y 180.000 ha, el MAGAP hasta el 2017.

1.3. Formulación del problema

Se hace necesaria la identificación de los rangos altitudinales de especies arbóreas que están siendo utilizadas con fines de restauración ambiental en la provincia, para mejorar el entorno natural y el equilibrio eco sistémico del lugar a ser restaurado, y aprovechar las nuevas tecnologías como son los sistemas de información geográfica SIG, para los procesos de restauración forestal, con fines de conservación ambiental.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Aplicar herramientas SIG en la identificación de rangos altitudinales en las microcuencas de la provincia de Imbabura, para 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental y cartografiarlos a nivel cantonal.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las áreas de dispersión y distribución potencial de las 38 especies en la provincia de Imbabura.
- ✓ Determinar la potencialidad aplicando el método **SRTM: (Misión Topográfica Shuttle Radar)**, para establecer patrones de distribución óptimos.
- ✓ Generar alternativas de análisis geográfico como herramientas para la conservación y restauración ambiental

1.5. Justificación

El Gobierno del Ecuador a través del “Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013-2017”, entre sus objetivos principales tiene. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

En este contexto en la provincia de Imbabura se están ejecutando proyectos de recuperación de áreas potenciales para restauración forestal, para plantear una estrategia con el fin de lograr su desarrollo en este sector, realizando la identificación de rangos altitudinales con diferentes especies arbóreas acorde a su desarrollo dentro de la provincia, que permitirá dar respuesta a las interrogantes básicas siguientes:

¿Existe la posibilidad de implantar la restauración con 38 especies arbóreas en las micro cuencas de Imbabura?

¿Dónde es el mejor lugar y cuál es la superficie potencial para plantar determinada especie?

Por todo lo expuesto anteriormente, y contestando estas interrogantes, es necesario realizar previamente una evaluación de los recursos naturales (suelos, clima, altitud, entre otros) y cartografiar los rangos altitudinales que permitan planificar y establecer las especies más apropiadas por cada sector; en general, con el establecimiento de los rangos altitudinales se están señalando áreas con alta potencialidad para el desarrollo de las 38 especies arbóreas.

La delimitación de las zonas, sería posible seleccionar los espacios más aptos para la implementación de proyectos de restauración forestal en la provincia; la determinación de los rangos altitudinales posibilitaría y apoyaría los esfuerzos en el establecimiento de verdaderos polos de desarrollo en los proyectos de restauración ambiental con especies nativas, con los cuales se pueden definir las orientaciones y métodos operacionales.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

La presente investigación se desarrolla en torno a la identificación de los rangos altitudinales para 38 especies arbóreas, utilizadas en procesos de restauración ambiental en la provincia de Imbabura, empleando los sistemas de información geográfica, Por lo cual, es importante resaltar los conceptos considerados para la explicación de todo proceso.

2.1. Ubicación Geográfica

El Área de estudio está localizada en la provincia de Imbabura, esta provincia se encuentra localizada en las estribaciones externas de la cordillera Occidental de los Andes, en la Sierra norte del callejón Interandino y toma su nombre con referencia al volcán, que se encuentra en medio de la jurisdicción territorial y en base del cual se desarrolló toda una concepción histórico-cultural que persiste hasta nuestros días.

La provincia está ubicada en el norte del país aproximadamente a unos 60 kilómetros de la ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, localizada entre las coordenadas geográficas 00° 07' y 00° 52' Latitud Norte, y 77° 48' y 79° 12' Longitud Oeste.

2.2. Zonificación por Rangos Altitudinales

La zonificación por rangos altitudinales es el estudio, análisis y delimitación de zonas homogéneas en lo que se refiere a los recursos físicos.

La zonificación por rango altitudinal para 38 especies arbóreas es el elemento del análisis espacial. Para lograr su determinación, el método consiste esencialmente en reagrupar en el espacio pequeñas unidades locales que presentan características parecidas, respecto a un atributo o conjunto de atributos analizados, en esta investigación.

2.2.1. El Manejo y la Gestión de Cuencas Hidrográficas

La relación entre el ser humano y el agua es tan antigua como nuestra historia como especie. Desde los inicios de la agricultura el hombre ha desarrollado maneras de manipular el agua y las laderas en su beneficio (FAO 2007). Conforme se desarrollaron nuevas técnicas se pasó de redirigir torrentes de agua a poder controlar y regular sus caudales, en algunos casos con fines agrícolas y de producción en otros para suministrar agua potable a la población.

Esta necesidad hizo que desde los primeros estudios de las ciencias terrestres se identificara el espacio que se denominó cuenca hidrográfica, como un "área natural en la que el agua proveniente de la precipitación y que forma un curso principal de agua. Es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de los cursos de agua definidos por el relieve. Sus límites (también llamados divisorias de aguas) se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río" (Ramakrishna 1997).

2.2.2. Cuenca hidrográfica

Un concepto emitido por Escobar (2003) en el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, señala que "la cuenca no es solo un ámbito geográfico, ella acoge una población humana que aprovecha los recursos que hay en ella, ese uso genera a menudo conflictos en un escenario que es social y económico y que requiere también mecanismos de concertación. En este sentido, la cuenca debe ser considerada como una unidad de planificación, en ella los habitantes deben ser los actores protagónicos y sus organizaciones comunitarias deben constituirse en la base del desarrollo local (Zuri Ocampo William 2004).

2.3. Factores Climáticos

Entendemos por clima al fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, la humedad, la presión, la lluvia, el viento y otros.

El clima es un fenómeno geográfico que existe a lo largo de todo el planeta pero que, de acuerdo a las condiciones de cada lugar, varía y presenta notorias diferencias entre lugar y lugar; Debido al alto impacto de la acción del hombre no sólo sobre la naturaleza sino también sobre la atmósfera, el clima ha cambiado profundamente en los últimos siglos, dando lugar a aquello que hoy en día se conoce como cambio climático y que supone severas alteraciones en todo el planeta (Fernández F; 1995).

2.4. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Se entiende por "Sistema de Información" la conjunción de información con herramientas informáticas, es decir, con programas informáticos o software. Si el objeto concreto de un sistema de información (información+software) es la obtención de datos relacionados con el espacio físico, entonces estaremos hablando de un Sistema de Información Geográfica o SIG (GIS en su acrónimo inglés, Geographic Information Systems).

Así pues, un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos.

El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población. Además, permiten realizar las consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valioso apoyo en la toma de decisiones.

2.4.1. Para qué sirven el SIG

Los SIG nos permiten hacer un análisis exhaustivo del territorio en los ámbitos más diversos. Son herramientas versátiles, con un amplio campo de aplicación en cualquier actividad que conlleve un componente espacial. Así, la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas,

para gestión de los recursos y activos, en arqueología, en evaluación del impacto ambiental, para la planificación urbana, en cartografía, sociología, geografía histórica, marketing o logística, por nombrar sólo algunos ámbitos de aplicación.

2.4.2. Clasificación Supervisada

Esta es realizada por un operador que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se requiere también que el operador esté familiarizado con el área de interés o trabajo (Chuvieco 2002).

2.4.3. El Ecosistema o Sistema Ecológico Como Unidad De Representación

El término ecosistema puede ser conceptualizado desde diferentes visiones o dimensiones y por lo tanto puede tratarse subjetivamente de acuerdo a la premisa de la que se parte para la definición. Esto ha determinado que este concepto no se reduzca y exista una amplia gama de definiciones que reflejan a su vez un amplio rango de perspectivas que incluyen desde las netamente ecológicas, de biodiversidad, económicas, sociales o una mezcla de dos o más perspectivas (Pickett y Cadenasso 2002).

2.4.4. SRTM: Misión Topográfica Shuttle Radar

Es un proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia – Geoespacial, NGA, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio, NASA. Su fin es obtener un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo entre 56°S a 60°N, de modo que genere una completa base de mapas topográficos digitales de alta resolución de la Tierra. Esta base cartográfica ha sido ampliamente utilizada en diferentes campos del conocimiento relacionados con la geomática al poderse descargar gratuitamente a través de Internet.

Con los datos SRTM obtenidos se realizara la reclasificación de las imágenes de la provincia de Imbabura, y se detallara de donde salieron los datos para los rangos altitudinales de las 38 especies arbóreas, detallando la explicación en la conversión de raster a vectorial de la imagen reclasificada procediendo a explicar el cruce de cada especie arbórea con su rango a nivel parroquial, utilizando la herramienta (geoprocessing

del arcmap), para extraer los datos y proceder a elaborar la cartografía correspondiente por cada especie seleccionada.

2.4.5. Propósito del Estudio

La presente Investigación pretende dar a conocer las áreas apropiadas para efectos de recuperación de cuencas hídricas con la definición de rangos altitudinales para 38 especies arbóreas con fines de conservación y disminuir de esta manera el gasto de recursos económicos que conlleva levantar sitios apropiados para efectos de restauración, es decir la presente investigación cumple un rol de relevante para este tipo de procesos los cuales buscan mejorar y disminuir el impacto generado por la degradación de los ecosistemas nativos, los cuales cumplen un rol muy importante en el desarrollo de las actividades de los seres vivos.

2.5. Marco Legal

El Gobierno del Ecuador a través del “Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013-2017”, entre sus objetivos principales tiene. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

2.5.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

En la sección segunda Art.14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kausay*.

Declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 71. La naturaleza o *pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observan los principios establecidos en la constitución, en lo que se proceda.

Art. 409 Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollara y estimulará proyectos de forestación y revegetación que eviten el monocultivo utilicen de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

2.5.2. Legislación

Mediante acuerdo ministerial MAE 211, De fecha 21 de julio del 2014, la doctora Lorena Tapia, Ministra del Ambiente Acuerda:

Expedir el Manual Operativo para la implementación del incentivo económico para la Restauración Forestal con fines de conservación y protección, conforme el Plan Nacional de Restauración Forestal Vigente.

“MANUAL OPERATIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL INCENTIVO ECONÓMICO PARA LA RESTAURACIÓN FORESTAL CON FINES DE CONSERVACIÓN Y PROYECCIÓN, CONFORME EL PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN FORESTAL VIGENTE”

El MAE asume el desafío de una RESTAURACION FORESTAL con un alcance amplio para recuperación de los recursos existentes en un ambiente natural que contrarreste los procesos de deforestación que se dan en el país, sin dejar de lado otras medidas orientadas a disminuir la deforestación directamente, como control forestal, fomento del manejo forestal sostenible y la promoción de un conjunto de incentivos que reconoce al bosque como un conjunto de bienes y servicios ambientales que aportan al desarrollo nacional.

Luego se realiza un nuevo acuerdo, para sustituir el Manual Operativo para la implementación del incentivo económico para la Restauración Forestal vigente expedido mediante Acuerdo Ministerial Nro. 211 de 21 de Julio de 2014, Publicado en el Registro

Oficial Nro. 317 del 22 de Agosto de 2014 y reformado parcialmente mediante Acuerdo Ministerial 315 de 29 de septiembre de 2014, por el siguiente.

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

La idea es poder estar con el programa de Restauración Forestal por encima de dicha tasa de deforestación, de modo que se vayan estableciendo espacios de recuperación de cobertura forestal, en el mejor de los casos, superiores a los espacios removidos por deforestación, donde se priorizan las áreas acorde al gráfico N°1, que se encuentra a continuación.

Priorización de áreas para restauración forestal

1. Zonas de protección de recurso hídrico

2. Zonas de protección para evitar deslizamientos

3. Zonas de importancia para la generación de corredores biológicos

4. Zonas degradadas del PANE y de sus áreas de amortiguamiento

5. Zonas de vacíos de conservación

GRÁFICO N°. 1 Priorización de áreas para restauración forestal MAE-2014

2.5.3. Plan nacional del Buen Vivir (2013-2017) de la Secretaría de Planificación y Desarrollo del Ecuador

El Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 es nuestro tercer plan a escala nacional. Está nutrido de la experiencia de los dos planes anteriores. Contiene un conjunto de 12 objetivos que expresan la voluntad de continuar con la transformación histórica del Ecuador, para el trabajo en esta investigación se han tomado en cuenta los siguientes objetivos del Plan.

Objetivo 1. Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial, en la Diversidad.

Objetivo7. Garantizar los derechos de la Naturaleza y promover la sustentabilidad ambiental, territorial y global.

CAPÍTULO III

3. Materiales

En este capítulo se describen los diferentes procesos y técnicas utilizadas para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, y los materiales que a su vez son necesarios los mismos que fueron empleados.

3.1 Tipo de Investigación

Los tipos de investigación que se tomara en cuenta están dentro del marco bibliográfico, de campo y experimental.

3.1.1. La Investigación Bibliográfica

Tiene como propósito el conocer y deducir diferentes enfoques, conceptualizaciones, criterios y teorías de diversas investigaciones y autores basándose en libros, revistas, publicaciones, geo portales o bases de datos institucionales.

3.1.2. La Investigación de Campo

Este fue un proceso sistémico de recolección y análisis de datos basados en informaciones de la realidad de los proyectos de restauración ambiental efectuados en la Provincia de Imbabura por parte de la Dirección Provincial del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

3.2. Diseño de la Investigación

Investigación no experimental en ella se observan los cambios y fenómenos tal como ocurren sin intervenir en su desarrollo, puede ser también de tipo transversal porque la investigación de las variables se lleva a cabo conforme se producen los eventos en torno a la restauración ambiental, pero no se puede dejar de lado a la de tipo experimental ya que ciertas variables se pueden manipular mediante los sistemas de información geográfica, y de esta forma compararlas con otros procesos realizados.

3.3 Diagnóstico General

La provincia de Imbabura más conocida como la provincia de los lagos cuenta con grandes extensiones de terreno apropiado para efectuar actividades de restauración ambiental con especies arbóreas, por esta razón se realizó esta investigación sobre la determinación de rangos altitudinales para aprovechar los espacios apropiados.

3.3.1. Especies de Estudio

Las especies arbóreas de estudio se escogieron bajo los criterios: si son especies útiles para procesos de restauración ambiental con usos maderables y no maderables, reportados para la Provincia de Imbabura, las mismas que se encuentran en los registros de plantas para restauración ambiental del MAE.

Se seleccionaron 38 especies arbóreas, cuya distribución se encuentra en las zonas a ser restauradas, cuya correcta ubicación geográfica y los criterios de uso de las plantas evaluadas para los modelamientos son los siguientes: (Alimenticio, Materia Prima, combustibles, etc)

Plantas que son alimentos de animales vertebrados útiles para el hombre, por ejemplo las larvas de coleópteros comestibles y la cochinilla; Alimenticio, comestibles y empleadas para la elaboración de bebidas que consume el ser humano, que son fuente de materia prima, para la elaboración de artesanías herramientas de trabajo, armas y utensilios de toda índole; como maderas, fibras, cañas, ceras, gomas, resinas, aceites, sustancias químicas y sus productos derivados.

Usadas para la elaboración de carbón como sustituto de los materiales derivados del petróleo, (alcoholes, combustibles e iniciadores de combustión), usadas para curar y combatir enfermedades humanas y para el uso veterinario, con propósitos culturales que no se definen como alimenticias o medicinales y medio ambientales para la protección, mejora y fertilización de los suelos y contra degradación de los suelos.

Especies que dan sombra, que se usas como cercas vivas o barreras, controlan el fuego, disminuyen la contaminación y forman parte de los sistemas agroforestales. No se incluyen plantas ornamentales.

3.3.2. Oferta Potencial para Restauración Ambiental Identificada por MAE- MAGAP. (2012)

Como se detalla en el grafico número 2 donde se define la oferta de áreas potenciales para procesos de restauración ambiental sean estos realizados por parte del Ministerio del Ambiente o por el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, donde cada uno de estos Ministerios tienen una meta porcentual MAE: 11,25 % y la meta anual de 180.00 hectáreas año y el MAGAP 5,02% y la meta anual de 120.000 hectáreas año como se detalla en el cuadro comparativo de metas.

COMPARATIVO DE METAS RESTAURACIÓN FORESTAL MAE-REFORESTACIÓN COMERCIAL MAGAP					
INSTITUCIÓN	OFERTA	META ACTUAL PNBV	PROPORCIÓN ACTUAL	META PROPUESTA	PROPORCIÓN PROPUESTA
MAGAP	2'392.668	120.000	5,02%	200.000	8,36%
MAE	1'599.432	180.000	11,25%	500.000	31,26%

Gráfico N°. 2 Mae- Magap – 2014

Es decir que existe una alta oferta de áreas potenciales para restauración ambiental como se puede visualizar en la tabla N°1 y en el gráfico número 3, sea esta con fines comerciales como los maneja el MAGAP o sea con fines de restauración ecológica en cuencas Hídricas como lo platea el Ministerio del Ambiente MAE.

Tabla N°. 1 Oferta Potencial Para Restauración Ambiental Identificada Por Mae-Magap. (2012)

ZONAS POTENCIALES	AREA Ha
MAE	1,599,342.00
MAGAP	2,392,668.00

En el gráfico de oferta potencial para restauración identificada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador y el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, para el año 2012.

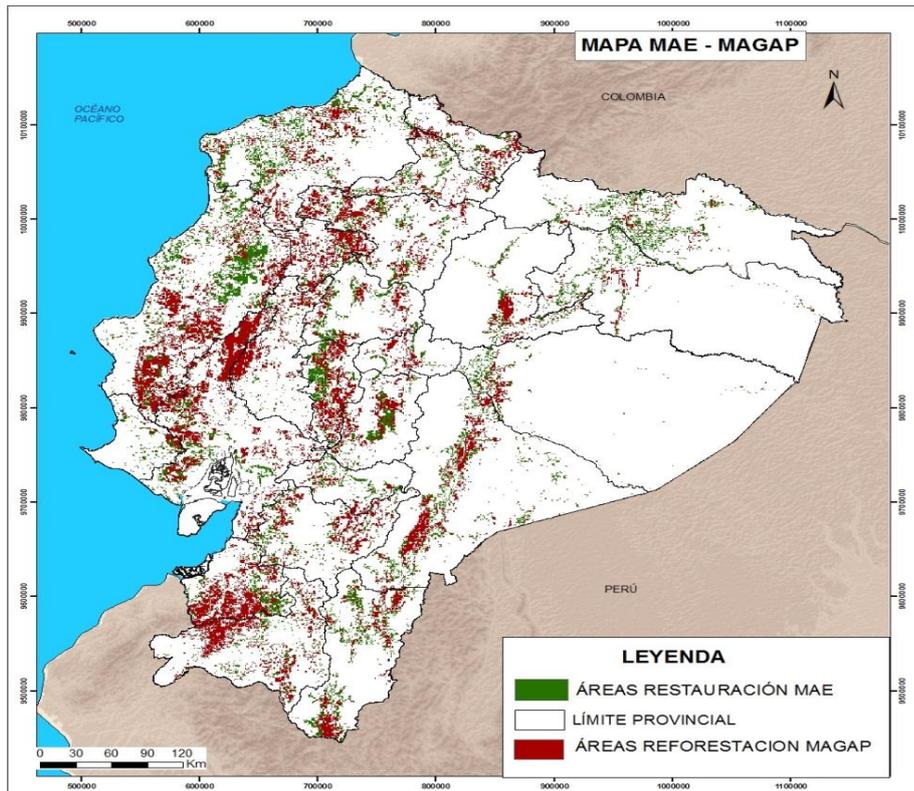


Gráfico N°. 3 Mapa De Áreas Propuestas Según Sea El Fin Para Restauración. Mae- Magap – 2014

3.4. Zonificación por Rangos Altitudinales

La zonificación por rangos altitudinales es el estudio, análisis y delimitación de zonas homogéneas en lo que se refiere a las variables físicas como: pendiente del terreno, tipo de suelo, precipitación, temperatura entre otras. Por medio de la zonificación por rango altitudinal para las 38 especies arbóreas se logra aplicando, el método de reagrupar en el espacio pequeñas unidades locales que presentan características parecidas, respecto a un atributo o conjunto de atributos analizados, en esta investigación, los cuales serán de gran utilidad para los procesos de recuperación y restauración ambiental en zonas degradadas en la provincia de Imbabura.

3.5. Factores Climáticos

Se entiende por clima al fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, la lluvia, el viento y otros. El clima es un fenómeno geográfico que existe a lo largo de todo el planeta pero que, de acuerdo a las condiciones

de cada lugar, varía y presenta notorias diferencias entre un lugar y otro; debido al alto impacto de la acción del hombre no sólo sobre la naturaleza sino también sobre la atmósfera, el clima ha cambiado profundamente en los últimos siglos, dando lugar a aquello que hoy en día se conoce como cambio climático y que supone severas alteraciones en todo el planeta (Fernández F; 1995).

3.6. Análisis Espacial

Citando a la Real Academia de la Lengua, el análisis se define como la “distinción y la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos”. En Geografía “el todo se debe asimilar al espacio geográfico en su conjunto y sus partes” (Gamir; 1995). Estas últimas incluyen las “variables territoriales (abióticas, bióticas, socioeconómicas, etc.) u objetos geográficos que sobre él confluyen”. A partir de ello podemos afirmar que el análisis espacial, se centra en el estudio, de manera separada, de los componentes del espacio, definiendo sus elementos constitutivos y la manera como estos se comportan bajo ciertas condiciones. Para esto, el análisis espacial se vale de un conjunto de herramientas técnicas que, de acuerdo con lo anterior, sólo pueden dar respuesta a una parte de la dinámica del espacio, mas no a su totalidad (Madrid & Ortiz; 2000).

3.7. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG). El término Sistema de Información Geográfica (SIG) tiene tres acepciones: el SIG como disciplina; el SIG como proyecto, cada una de las realizaciones prácticas, de las implementaciones existentes; el SIG como software, es decir los programas y aplicaciones de un proyecto SIG.

La acepción principal es la de SIG como proyecto, Sistema de Información que gestiona Información Geográfica, es decir información georreferenciada. La definición más extendida de SIG, con pequeñas variaciones, es la establecida por el Departamento de Medio Ambiente (DoE), Burrough, Goodchild, Rhin y otros. La cual podemos sintetizar diciendo que un SIG es un: «Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular,

recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.»

Sin embargo tal y como sostienen Burrough y Bouillé, un SIG debe verse también como un modelo del mundo real, por lo que se podría definir como: «Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer unas necesidades de información concretas». (Burrough & Bouillé 2010)

3.9.1. Imágenes Satelitales

Una imagen satelital es el producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial mediante la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste, producto que posteriormente se transmite a estaciones terrenas para su visualización, procesamiento y análisis.

Las imágenes de satélite empleadas para los estudios multitemporales son las del satélite Landsat sensores ETM y OLI, estas imágenes son multiespectrales con 6 bandas, resolución espacial de 30 m y resolución temporal de 16 días. Las imágenes son gratuitas y se las puede obtener de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS 2010)

3.9.2 Imágenes Landsat

Las imágenes LANDSAT están compuestas por 7 u 8 bandas espectrales, que al combinarse producen una gama de imágenes de color que incrementan notablemente sus aplicaciones. Dependiendo del satélite y el sensor se incluye un canal pancromático y/o uno térmico; asimismo las resoluciones espaciales varían de 15, 30, 60 y 120 m.

3.10. Análisis Multitemporal

Se realiza mediante la comparación de las coberturas vegetales interpretadas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y permite los cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas. Como los meses de

un año y los años entre sí difieren en sus características climáticas, un análisis multitemporal es mucho más eficiente que el análisis de una sola imagen.

Un claro ejemplo es el estudio realizado en el Ecuador continental, para conocer la tasa de deforestación, mantuvo la siguiente metodología, el primer paso utilizado fue el de segmentación, que establece regiones homogéneas (polígonos) dentro de la imagen. Cada segmento o polígono fue clasificado de acuerdo a un método no supervisado, el cual clasifica los segmentos basándose a sus atributos espectrales. Finalmente, los mapas se revisaron y editaron visualmente para resolver problemas de mezcla espectral o mezcla entre clases temáticas.

La incertidumbre asociada a los mapas de uso y cobertura de la tierra se cuantificó mediante la combinación de distintas estrategias que incluyeron trabajo de campo y uso de imágenes satelitales de referencia, de acuerdo al contexto de accesibilidad existente en distintas regiones del Ecuador (Ministerio Del Ambiente, 2012).

3.11. Representación de la Superposición de Coberturas

La superposición de un polígono en otro polígono (mapas temáticos) dan como resultante un mayor número de objetos. La superposición de polígonos se produce en dos fases, una geométrica, en la que se determinan los nuevos polígonos por intersección de los existentes en las capas fuente, se le asigna un identificador y se reconstruye la topología, y otra en la que se asocian los datos temáticos a los nuevos polígonos, datos que heredarán de los polígonos fuente (Puebla & Goul; 1994).

Basado en lo anteriormente señalado se puede desarrollar la correspondiente sobre posición de mapas obtenidos en la investigación de rangos altitudinales determinado el uso que el investigador de a los datos generados. Las tres operaciones que se pueden plantear son:

- a) Unión: El mapa resultado de rangos altitudinales contiene la unión de la extensión de los mapas a superponer.
- b) Intersección: Como resultado final se obtendrá un mapa que contiene únicamente el área común a los mapas originales según el rango altitudinal.

- c) **Identidad:** El mapa final es el resultado de recortar el mapa inicial con el límite exterior de los elementos del mapa que se le superpone. En este caso es importante el orden de los mapas iniciales, ya que el resultado final será diferente para su interpretación.

En todos los casos se realiza una unión de tablas, y por lo tanto las nuevas entidades heredarán los atributos de las que provienen. Se pueden producir variaciones en función a tipo de variable representada en ambos mapas a superponer. Las diferentes posibilidades de variables son las siguientes (Mora et al; 2003).

3.11.1. Variables de tipo nominal/ordinal

Los procedimientos que se pueden seguir para obtener el valor de la variable temática de los nuevos polígonos son:

Operaciones lógicas con dos variables booleanas (únicamente tienen valor 0 ó 1). Se emplean los operadores lógicos: Y (AND), O (OR), Ni (NOR), No (NOT), para calcular el valor. Intersección de variables nominales/ordinales. Las dos variables iniciales tienen un conjunto de modalidades A, B respectivamente pudiendo presentar una nueva variable con A*B modalidades, en cada nuevo polígono en función de las que existían en los polígonos fuente.

3.11.2. Elaboración de los Rangos Altitudinales a través del Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL)

El lenguaje de consulta estructurado o SQL (por sus siglas en inglés structured query language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas, se utiliza como acceso a bases de datos y lenguaje de control. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional que permiten efectuar consultas con el fin de recuperar de forma sencilla información de interés de bases de datos, así como hacer cambios en ella.

SQL está en el corazón de muchas operaciones de SIG. Es un gran ejemplo de un lenguaje que ha sobrevivido durante mucho tiempo. Esto en primer lugar, es un lenguaje de declaraciones en lugar de procedimientos, es decir, las sentencias SQL dicen lo que quieres que suceda, no cómo quieres que suceda. SQL es un lenguaje relativamente

sencillo, tiene pocas instrucciones y éstas funcionan con bastante lógica. Además muchas construcciones te sonarán ya, porque la mayor parte de las sentencias de selección en SIG son de tipo SQL. (Mora et al; 2003).

Los principales operadores lógicos SQL son:

- a) Or: Es incluyente, selecciona tanto uno como otro. Combina dos condiciones juntas y selecciona un registro si al menos una condición es verdadera.
- b) And: La aseveración tiene que ser cierta en ambos lados del operador. Combina dos condiciones juntas y selecciona un registro si las dos condiciones son verdaderas.
- c) Not: Selecciona un registro si no coincide con la expresión.

Como el modelo es una función matemática en el que, a partir del lenguaje estructurado de consulta a los atributos del mapa agroecológico, dentro de un SIG, se va generando las zonas aptas para cada especie arbórea de acuerdo a sus requerimientos que posean las mejores condiciones edafológicas y climáticas naturales para el desarrollo (Mora et al; 2003).

3.12. Uso y Cobertura del Suelo

La cobertura de vegetación y los usos del suelo constituyen la expresión conjunta de las plantas oriundas o introducidas y la utilización antrópica que se hace del medio biofísico de un área. Es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio (Lambin & Farina; 2001).

3.13. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito

El Gobierno del Ecuador en su impulso por fortalecer las actividades relacionadas a una mejor planificación, acceso y uso de los recursos naturales ha impulsado una serie de políticas, programas y proyectos que el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), ha venido desarrollando. Entre los principales proyectos de inversión pública que el MAE

ejecuta, se encuentra el desarrollo del Mapa de Vegetación y Uso de la Tierra del Ecuador Continental desde inicios del año 2010.

Este objetivo está orientado a la generación de información espacial actualizada de los ecosistemas, para que contribuya a la formulación de políticas, estrategias y proyectos ambientales coherentes con los procesos de planificación y ordenamiento territorial, en el marco del mantenimiento de áreas prioritarias para conservación y restauración, y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Adicionalmente, este Proyecto contribuirá a la estructuración de un sistema de monitoreo ambiental que permita identificar trayectorias de cambio en la biodiversidad eco sistémica del país, permitiendo analizar el impacto de las políticas nacionales de ordenamiento del territorio sobre el capital natural (Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012).

3.13.1. Criterios para la Clasificación y Definición de la Leyenda de Ecosistemas Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador

Macroclima, Bioclima los pisos altitudinales de vegetación, en vista que la temperatura y la precipitación juegan un papel preponderante en el establecimiento de comunidades de plantas, la variación altitudinal está asociada con la distribución de formaciones vegetales discontinuas (e.g., bosque nublado, páramo). Por esta razón, la elevación del terreno se utiliza como un referente de la distribución altitudinal de los tipos de vegetación.

Nomenclatura de los ecosistemas.

Un ecosistema, entendido de forma simple como un grupo de organismos que interactúan entre sí, y con su entorno físico (Sierra 1999), engloba características fisonómicas y taxonómicas de la vegetación las cuales dictan en gran medida la composición faunística. Adicionalmente, este concepto incluye aspectos relacionados con la interacción entre los organismos y los factores abióticos como ciclos de materia y nutrientes, y dinámicas sucesionales.

3.13.2. El Ecosistema o Sistema Ecológico como Unidad de Representación

El término ecosistema puede ser conceptualizado desde diferentes visiones o dimensiones y por lo tanto puede tratarse subjetivamente de acuerdo a la premisa de la que se parte para la definición. Esto ha determinado que este concepto no se reduzca y exista una amplia gama de definiciones que reflejan a su vez un amplio rango de perspectivas que incluyen desde las netamente ecológicas, de biodiversidad, económicas, sociales o una mezcla de dos o más perspectivas (Pickett y Cadenasso 2002).

La presente propuesta está enfocada hacia la clasificación de ecosistemas bajo la premisa de que este puede ser definido como el conjunto de comunidades de especies e individuos tróficamente similares que interaccionan entre sí y se ven influenciados por factores abióticos y biogeográficos similares a diferentes escalas temporales y espaciales (Hubbell 2001).

En la última década se han realizado varios estudios de clasificación de vegetación o ecosistemas a escala de país. El primer esfuerzo de este tipo fue la Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental (Sierra 1999).

Este estudio se realizó con cartografía a escala 1:1.000.000. Para la clasificación de vegetación se utilizó un sistema jerárquico de tres niveles que resulta en 32 tipos de vegetación: (I) Formación tipo (e.g., bosque, arbustal, herbazal), (II) Formación vegetal (e.g., ambiental: húmedo, seco; biótico: siempre verde, deciduo;), y (III) Tipo de vegetación (e.g., pie montano, montano). Adicionalmente, se aplicaron criterios de distribución geográfica para distinguir 67 y 70 tipos de vegetación, de manera cartográfica y conceptual, respectivamente.

Posteriormente Josse et al. 2003 desarrollo una propuesta conceptual para un sistema unificado de clasificación de sistemas ecológicos para América Latina y el Caribe que permita realizar ejercicios de planificación para conservación de la biodiversidad.

Este sistema de clasificación modular distingue 62 ecosistemas para el Ecuador continental, utiliza criterios fisonómicos, ecológicos y florísticos en combinación con variables biogeográficas y bioclimáticas para definir ecosistemas. Un esfuerzo adicional de mapeo de los ecosistemas de los Andes utilizó modelamientos de grupos de especies indicadoras en los Andes (DiGregorio. 2009).

3.14. Empleo de Orto fotos e Imágenes Satelitales en Trabajos Investigativos

Si bien es cierto que la presente investigación es el primer estudio que trata de establecer los pisos altitudinales y áreas de dispersión y distribución potencial de 38 especies arbóreas, utilizadas para el programa de restauración ambiental que desarrolla el Ministerio del Ambiente (MAE) en la provincia de Imbabura, no es menos cierto que el uso de orto fotos e imágenes satelitales, es una metodología ya ampliamente usada en el mundo, así por nombrar unos pocos ejemplos podemos citar:

3.15. Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del Río Molola, Nayarit

En el trabajo de investigación se analiza los cambios de cobertura y uso del suelo en la cuenca del Río Molola entre 1995 y 2005, los cambios de cobertura y uso del terreno de la cuenca se analizaron a partir de la interpretación de orto fotos digitales de los años 1995 y 2005; la interpretación se realizó en pantalla en forma visual y con apoyo de cartografía, fotografías aéreas y trabajo de campo (Najera, Bojórquez y Cifuentes, 2010, p. 19 - 21).

3.15.1. Detección de Cambios en El Uso del Suelo en el Sector Agropecuario Mediante Análisis Temporal

Esta investigación que tiene como objetivo evaluar la potencialidad del uso de fotografías aéreas en conjunto con imágenes satelitales, como herramienta en la detección del uso del suelo, en el sector agropecuario y basándose en el supuesto de que dicha información podrá entregar antecedentes más completos del uso del suelo a través del tiempo; para el análisis se consideraron tres períodos, los años 1961, 1992-93 y 2002 (Menéndez, 2006, p. 57).

3.15.2. Programa de Restauración Forestal MAE

La restauración ambiental es un proceso de recuperación de paisajes, de funcionalidad ecológica, de restauración de servicios ambientales; Conectividad ecológica, diversidad de especies, funcionalidad de los ecosistemas, microclimas, flujos de especies.

3.15.3. Área de Estudio.

El área de estudio comprendió la Provincia de Imbabura, en la cual se están desarrollando proyectos de Restauración ambiental en cuatro cantones y trece parroquias rurales y una propuesta por parte de un GAD Municipal, las cuales se detallan a continuación: **Cantón Ibarra**, Parroquias la Carolina, Angochagua, Lita, Salinas; **Cantón Urcuqui**, Gad Municipal urcuqui, Parroquias, Tumbabiro y Pablo Arenas, **Cantón Cotacachi**, Seis de Julio Cuellaje, Peñaherrera, García Moreno, Imantag.; **Cantón Otavalo**, Parroquias San pablo del Lago, San Rafael, Gonzales Suarez, estos proyectos fueron seleccionados acorde a los siguientes criterios: vacíos de conservación, zona de conectividad ecológica, áreas protegidas, zonas propensas a deslaves y protección de cuencas hídricas, como se describe en el gráfico N°4.



Gráfico N° 4 Criterios De Selección Proceso De Restauración (Mae-2014)

3.16. Ubicación Geográfica

El Área de estudio está localizada en la provincia de Imbabura, esta provincia se encuentra localizada en las estribaciones externas de la cordillera Occidental de los Andes, en la Sierra norte del callejón Interandino y toma su nombre con referencia al volcán, que se encuentra en medio de la jurisdicción territorial y en base del cual se desarrolló toda una concepción histórico-cultural que persiste hasta nuestros días. La provincia está ubicada en el norte del país aproximadamente a unos 60 kilómetros de la

ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, localizada entre las coordenadas geográficas 00° 07' y 00° 52' Latitud Norte, y 77° 48' y 79° 12' Longitud Oeste, como se puede apreciar en el (Gráfico 5).

Esta provincia cuenta con una superficie aproximada de 4.609 Km², lo cual representa el 1.63% respecto a la superficie nacional, y su altitud oscila entre los 200 msnm en la parte baja del río Guayllabamba, sector de las Golondrinas; y los 4.939 m.s.n.m en las cimas de los volcanes Cotacachi e Imbabura. La población total según el último censo del INEC 2010, es de 398.244 habitantes, y representa el 2.75 % respecto a la población nacional (14`483.499 habitantes).

Limita al norte con la provincia del Carchi, al sur con la provincia de Pichincha, ambas situadas en la región central Andina; al este con la provincia de Sucumbíos en la Amazonía y al oeste con la provincia de Esmeraldas en la Costa del Pacífico, (ver tabla N° 2 sobre características de la provincia). (PDOT GPI-2016).

TABLA N°. 2 Características Principales de la Provincia (PDOT GPI-2016)

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA	
PAÍS	Ecuador
PROVINCIA	Imbabura
UBICACIÓN	Norte del país
SUPERFICIE	4.608.68 Km ²
POBLACIÓN	398.244 habitantes (Censo 2010)
ORG. TERRITORIAL	6 cantones, 6 parroquias urbanas y 36 parroquias rurales
CANTONES	Ibarra, Antonio Ante, Cotacachi, Otavalo, Pimampiro y Urcuquí
IDIOMAS	Español y Kichua
ETNIAS	Indígenas, Afro ecuatorianos, mestizos y blancos
COORDENADAS	Latitud 00° 07' y 00° 52' Norte

	Longitud	77° 48' y 79° 12' Oeste
	Altitud	200 – 4.939 m.s.n.m
LÍMITES	Norte	El Carchi
	Sur	Pichincha
	Este	Sucumbíos
	Oeste	Esmeraldas

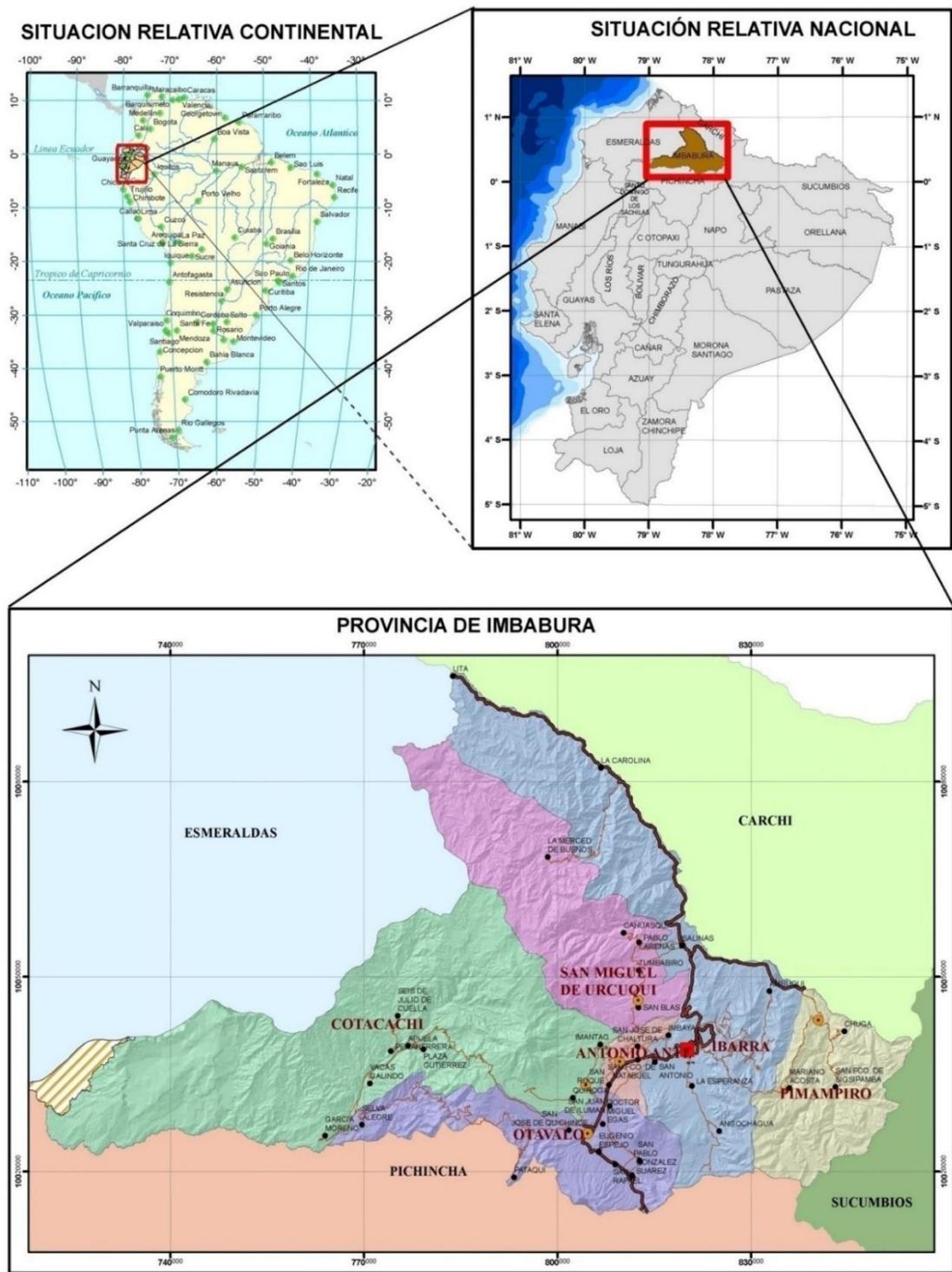


Gráfico N°. 5 Ubicación De La Provincia En El Contexto Regional (PDOT Gpi-2016)

3.17. Método de Investigación

El método es el instrumento que sirve para el enlace con el sujeto y el objeto de la investigación que se pretende, sin la metodología es casi imposible llegar a la lógica del conocimiento científico.

3.17.1. Recopilación y Análisis de Información Existente

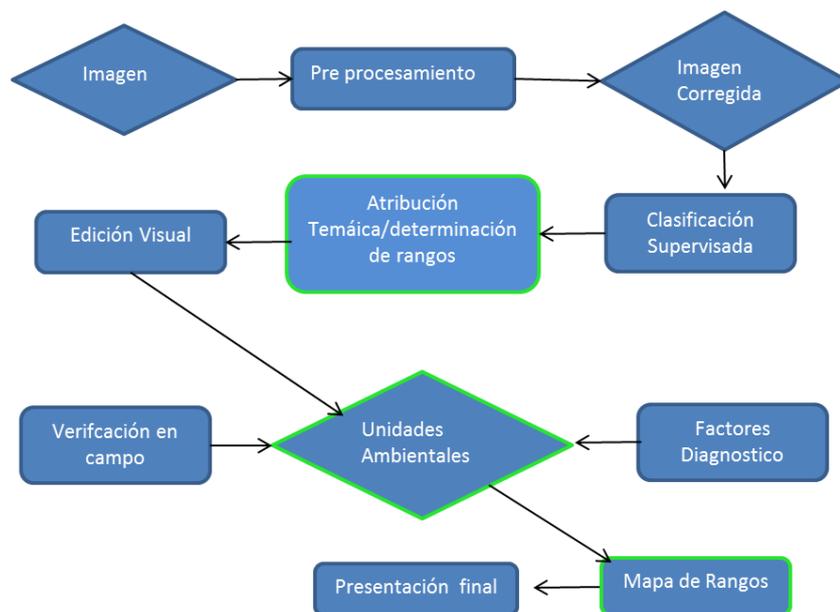
La metodología que fue utilizada para el tema de estudio, partió con la recopilación de la información bibliográfica y cartográfica y el posterior tratamiento, edición y análisis de la misma. Esta información secundaria fue obtenida en el GEOPORTAL Y SIGAGRO (Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria), INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), instituciones pertenecientes al ESTADO ECUATORIANO ; la información climática fue recopilada del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y del Gobierno Provincial de Imbabura (PDOT); además información complementaria recopilada de bibliotecas de universidades e institutos de investigación especializados (hidrometeorológicos, cartográficos, ambientales, etc.), y organismos no gubernamentales.

En la elaboración de la cartografía se obtuvieron las cartas topográficas a escala 1:50.000 provenientes del Instituto Geográfico Militar (IGM) que incluyen información básica sobre: curvas de nivel, red hidrográfica, sistema vial, centros poblados y cotas altitudinales. Estas coberturas fueron editadas tanto gráficamente como en su tabla de atributos, y fueron proyectadas con el Dátum WGS84 17 Sur. Para esta labor se utilizó el software ArcGis 10.2 que es muy versátil y útil para realizar este tipo de investigaciones. La información que no existía se la generó a escala 1:25.000, como por ejemplo de cobertura vegetal, climática, entre otros; su elaboración se describe en los capítulos siguientes.

3.17.2. Metodología Propuesta para Determinación de Rangos

El proceso de mapeo de Rangos de la provincia de Imbabura se ha enfocado únicamente en las áreas potenciales para desarrollo de 38 especies arbóreas destinadas a la conservación ambiental, acorde a su crecimiento y rango de desarrollo para poder establecer los sitios más apropiados para su crecimiento y posterior plantación, en vista

que esto tiene relación directa con su ecosistema, que pueden ser identificadas y mapeadas a partir de una imagen, esto debido a que poseen firmas espectrales específicas que se diferencian de otros tipos de especies arbóreas o coberturas de vegetación natural (moretales, manglares, bosques pantanosos) La integración de la información de cobertura dentro del proceso metodológico para la generación del mapa de rangos se describe más adelante. A continuación se presentan los principales procedimientos de la metodología aplicada y que se usa ver gráfico número 6.



Elaborado por: El Autor.

GRÁFICO N°. 6 Flujo de trabajo para determinación de rangos altitudinales en el micro cuencas de Imbabura

3.17.3. Reclasificación (Muy Apto -2; Apto- 1; No Apto -0)

Para dar cumplimiento a lo planteado en el objetivo general se procedió en primer lugar a obtener la información correspondiente a la provincia de Imbabura desde el Geo portal del Instituto Geográfico Militar, para establecer el área de trabajo, luego se procedió con la obtención de la imagen SRTM desde el servidor de la NASA. Tomando en cuenta la información y la metodología propuesta por parte del Instituto geográfico Militar IGM, mediante el proyecto nacional de toma de fotografía aérea, elaboración de modelos digitales del terreno y orto fotos que tiene a cargo el programa “Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales- SIGTIERRAS-”, así como el IGM en zonas específicas, se obtienen los insumos necesarios para la generación de la cartografía y

determinación de la zonificación territorial y definición de rangos de plantación de las especies propuestas, como se describe a continuación en el gráfico número 6 de forma rápida la metodología aplicada para realización y obtención de información cartográfica utilizada en la obtención de rangos altitudinales donde la forma gráfica es un ejemplo como se ha desarrollado la presente investigación utilizando información libre, para generar nueva información que puede ser de gran utilidad para proyectos ambientales como se describe a continuación en la tabla N° 3.

TABLA N°. 3 Procedimiento Metodológico

PASO	OPERACIÓN	COMANDO	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES BÁSICAS
1	Generación del modelo de elevación (MDE), a partir de las curvas de nivel o descarga de un MDT del terreno	Topo Raster	Definir la escala de trabajo y resolución del MDE, o definir el área de descarga del MDT
2	Realizar la reclasificación del MDE, para obtener los rangos altimétricos de relieve	Reclassify (3D Analyst)	En el caso del Method, se recomienda seleccionar la opción Standart desviation que brinda la posibilidad de obtener una clasificación del relieve más acorde con la manifestación del mismo en el área y en función de esta definir los rangos altimétricos de relieve.
3	Generalización espacial con filtros de mayoría	Majority Filter (Spacial Analyst Tools)	En el caso del Number of neighbors la opción Eight, por brindar un mejor resultado, en Replacement threshold, los mejores resultados se obtienen con la opción Majority. Este filtro se aplicara tantas veces como sea necesario hasta obtener el resultado que más se adecue a nuestras necesidades de generalización observando no se pierdan unidades que por sus características puedan ser de interés.
4	Transformación de formatos	Raster to Polygon (Conversión Tools)	Se convierten las capas raster obtenidas en los pasos 2 y 3. Se activa la opción Simplify Polygons, para evitar bordes demasiado angulosos en los polígonos resultantes.
5	Vinculación de Datos	Unión (Geoprossesing Tools)	Luego de convertir los datos en polígonos es necesario realizar una unión para determinar las áreas
6	Análisis de Datos	Layout view	Mapa de salida con interpretación de tabla de atributos generada en la Unión espacial y determinación de polígonos.
7	Impresión	Export map	Exportar el mapa acorde a la necesidad sea el formato Jpg, PDF, etc.

Elaborado por: El Autor

3.17.4. Metodología Visual

En esta metodología se describe paso a paso lo desarrollado en la presente investigación como se puede apreciar en el gráfico N° 7.

Paso 1



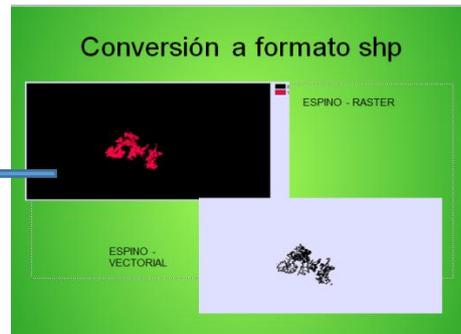
Paso 2



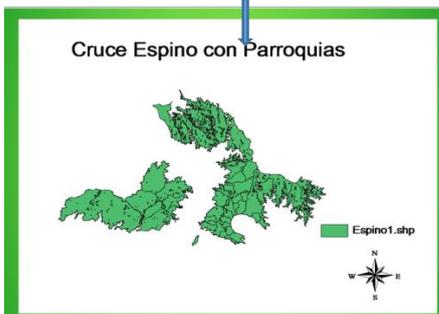
Paso 4



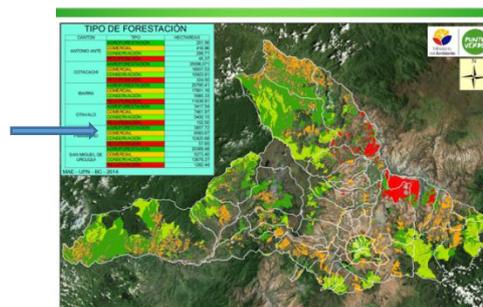
Paso 3



Paso 5



Paso 6



Elaborado por: El Autor.

GRÁFICO N° 7 Descripción gráfica de la generación de Rangos Altitudinales

3.18. Restitución Fotogramétrica

La restitución fotogramétrica permitió la vectorización de la información captada mediante la Digitalización sobre la ortofoto precisa generada y el MDT y MDS. Las escalas cartográficas generadas habitualmente en los proyectos son escalas 1:1000, 1:2000 y 1:5000 a partir de vuelos fotogramétricos o vuelos combinados con sensor LIDAR y cámara digital. Utilizando imágenes satelitales generamos cartografías a escalas mayores 1:10000 y 1:25000. El producto cartográfico cuando se requiere cartografía en 3D puede obtenerse por restitución fotogramétrica convencional o utilizando los Modelos de Elevaciones Lidar (MDT y MDS) para obtener la tercera dimensión a partir de la cartografía planimétrica. (<http://www.sigla-sas.com/restitucion-fotogrametrica-y-cartografia.html>).

3.19. Especies Prioritarias en el Estudio

La base fundamental para realizar una zonificación por rangos altitudinales es la identificación de las especies arbóreas con las que se va a trabajar, en este caso con la implementación de proyectos de restauración ambiental propuestos por el Ministerio del Ambiente se determinan las especies que se distribuyen dentro de las Áreas Elegibles. En la implementación se propuso algunas especies arbóreas que consideran que pueden tener una o más funciones que las haga prioritarias para la restauración ecológica.

3.20. Generación del MDE

Para la generación del modelo digital de elevación se empleó como insumos las curvas de nivel de 40 m de distancia altitudinal obtenidas a partir de la cartografía del SRTM; La generación del MDE se realizó empleando el interpolador TIN (Red Irregular de Triangulación) empleando el Programa ArcGis 10.2 (ESRI) con su visualizador especializado en 3D denominado ARCSCE, utilizando el menú 3D ANALYST.

En este procedimiento propuesto se pretende dar énfasis a la caracterización de los Rangos Altitudinales para las especies arbóreas analizadas y a su evaluación con respecto a los requerimientos de crecimiento vegetativo en la provincia de Imbabura y su importancia en el proceso de restauración forestal en las cuencas hídricas.

3.21. Modelación de la Distribución Potencial de una Especie

Los datos requeridos para identificar estas áreas de distribución potencial incluyeron los puntos de presencia de especies así como Raster de variables ambientales de toda el área de estudio.

Después de definir el nicho de las especies con base en los valores ambientales para cada celda del raster en el área de estudio, se calculan las similitudes entre los valores ambientales en una celda específica y los valores del nicho de la especie modelada. Con esta información, el modelo calcula la probabilidad de la presencia de una especie en cada celda del raster (Scheldeman & van Zonneveld 2011, Gamez Pastrana 2011, Hijmans et al. 2012).

Distribución Potencial Actual (IDRISI) / Distribución potencial mediante la Adecuación del Hábitat y Distribución de las Especies Este panel brinda un juego de herramientas para desarrollar mapas de la adecuación del hábitat y la distribución de las especies, para así desarrollar mapas de la adecuación del hábitat y la distribución de las 38 especies vegetales para restauración ambiental en la provincia de Imbabura.

Para este análisis se utilizó el de presencia, especificando un grupo de variables ambientales del bioclim que definen el hábitat (Eastman 2009).

3.22. Recolección de Datos

La recolección de datos se la realizó manejando técnicas de campo, Objetos Discretos y Continuos y están representados en formato Raster y Vectorial, estos instrumentos se aplicaron en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que fue útil para esta investigación en común.

Los datos SIG representan los objetos del mundo real (carreteras, el uso del suelo, altitudes). Los objetos del mundo real se pueden dividir en dos abstracciones: objetos discretos (una casa) y continuos (cantidad de lluvia caída, una elevación). Existen dos formas de almacenar los datos en un SIG: raster y vectorial.

En la presente investigación se realizó puntos de control para proceder a la recolección de datos de las especies vegetales seleccionadas y se tomó en cuenta los proyectos en ejecución dentro del proyecto de restauración con especies nativas en la

provincia de Imbabura (Proyecto de restauración forestal con fines de conservación), y su posterior análisis dentro de los sistemas de información Geográfica, luego se realizó el análisis entre los métodos empleados y análisis espacial, lo que permitió generar alternativas de análisis geográfico como herramientas para la conservación y restauración ambiental

3.23. Especies a Trabajar con Rangos para Restauración Ambiental con Fines De Conservación

En la tabla número 4 se describe las especies y sus rangos de desarrollo y crecimiento a nivel de la Zona uno de planificación según SENPLADES.

TABLA N°. 4 Especies arbóreas en estudio

Especie	Nombre Común	Rango Altitudinal msnm	Distribución
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	300-1000	Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Prosopis juliflora</i> .	Algarrobo	0- 2000	Imbabura, Esmeraldas
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	2300-3200	Carchi, Imbabura
<i>Aliso Nepalensis</i>	Aliso	700-2500	Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Jacarnda copaia</i>	Arabisco	100-600	Sucumbíos
<i>Myrcianthes sp.</i>	Arrayan	1500-3200	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Cinchona officinalis</i>	Cascarillo	1400- 3000	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1800-3200	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo	0-1500	Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Escallonia myrtilloides</i>	Chachacomo, Cucharó	1600-3200	Carchi, Imbabura, Sucumbíos

<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya, Chirimoyo	0-2300	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	1600-3000	Carchi, Imbabura
<i>Acacia macracantha</i>	Espino	1200-2800	Carchi, Imbabura, Esmeraldas
<i>Artocarpus altitis</i>	Fruta De Pan	0 - 800	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Inga sp.</i>	Guaba	1900-2900	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Rolinia spp.</i>	Guanábana	0-1700	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	1500-3000	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Ficus cuatrecasana</i> <i>Dugand</i>	Higueron	0 – 2000	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	0 -800	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Myrica pubescens</i> Humb & Bonpl	Laurel De Cera	1000-3200	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i>	Leucaena	0 – 800	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Cytisus</i> <i>monspersulanus</i>	Lupino	1600 - 3000	Carchi, Imbabura, Esmeraldas
<i>Caryodendron</i> <i>orinocense</i>	Maní De Árbol	0-800	Sucumbíos
<i>Schinus molle</i>	Molle	1600-2600	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Hyeronima cf.</i> <i>Macrocarpa</i>	Motilón	1600-3200	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Styloceras laurifolium</i>	Naranjillo, Platuquero	1600-3000	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Juglands neotropica</i>	Nogal	1500-3000	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Piptocoma discolor</i>	Pigue	400-1800	Sucumbíos
<i>Erithrina edulis</i>	Poroton	800-2800	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos

<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	2200-3400	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Budleja incana</i>	Quishuar	1600-3400	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Retama sphaerocarpa.</i>	Retama	2200-2900	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Podocarpus glomeratus</i>	Romerillo	1500-3000	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Vallea stipularis</i>	Sacha Capulí	2500-3200	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Croton lechleri M</i>	Sangre De Drago	400-3000	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Salix sp.</i>	Sauce	1500-2700	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	2000-3000	Carchi, Imbabura, Sucumbíos
<i>Polylepis sp.</i>	Yagual	3100-4000	Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Sucumbíos

Elaborado por: El Autor

3.24. Procesamiento de la Información

Para poder realizar el procesamiento y análisis de la información, fue necesario contar con un equipo con suficiente memoria ram y espacio en el disco duro, así como de un software adecuado, el cual debe ser un SIG que tenga herramientas de análisis espacial; lo descrito anteriormente es necesario en vista que se trabaja con bases de datos muy grandes y los procesos llevan mucho tiempo y mucha memoria para realizar el procesamiento; por ejemplo: una computadora de 8 GB en ram y un terabyte de memoria en disco duro; y un SIG como el ARCGIS versión 10.2.

Para la zonificación por rangos altitudinales de especies arbóreas prioritarias se utilizó una unidad básica de trabajo que se denomina: zona o área será la resultante de un procesamiento cartográfico considerando los requerimientos ecológicos de las especies arbóreas priorizadas en la investigación.

Estas zonas son el resultado de un proceso de intersección de capas temáticas a utilizar como variables ecológicas necesarias para el establecimiento de los rangos

altitudinales de las especies arbóreas, de las cuales son obligatorias las capas de uso de suelo y vegetación, clima, suelos, precipitación anual y temperatura media anual.

Al final del procesamiento y las intersecciones, se tienen muchas unidades grandes y pequeñas con una serie de características particulares que han sido seleccionadas con respecto a las especies a zonificar y determinar sus rangos altitudinales.

Por lo que se debe realizar una depuración de las unidades resultantes, con base en los criterios cartográficos establecidos para las unidades mínimas cartográficas.

Cálculo para determinar las áreas mínimas cartográficas escala 1: 250 000

$$1 \text{ cm} = 250\,000 \text{ cm} = 2500 \text{ m}$$

$$1 \text{ cm}^2 = 2,500 \text{ m} \times 2500 \text{ m} = 6\,250\,000 \text{ m}^2 = 625 \text{ ha.}$$

Por lo anterior, se puede decir que si la mayoría de la información que ha generado se encuentra a una escala de 1: 250 000, estaríamos hablando de unidades de trabajo de superficies mínimas de 625 ha. Con la ayuda de un SIG (Sistema de Información Geográfica), se reagrupan las pequeñas unidades que se obtuvieron reduciendo así la cantidad de unidades finales y que además cumplan con esa superficie mínima cartografiable.

Cada unidad de trabajo depurada se clasifica conforme al tipo de aptitud que representa, de acuerdo con los requerimientos ecológicos definidos para la especie en cuestión y de características contenidas de cada unidad.

3.25. Superposición de Mapas

La superposición de mapas es un procedimiento simple donde dos o más coberturas temáticas (por ejemplo tipo de suelo, pendiente) son combinadas y el resultado es una nueva cobertura temática (o mapa) compuesta (Mora; 2003).

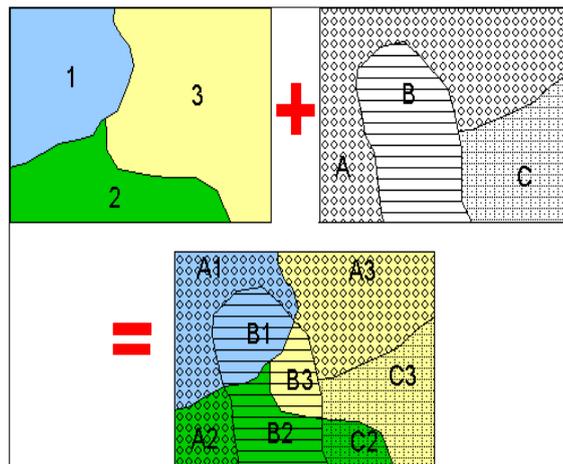


GRÁFICO N°. 8 Superposición de Mapas (Mora; 2003)

Basado en la revisión de metodologías y con la información de las diferentes instituciones públicas entre ellas el Ministerio del Ambiente (MAE) , Instituto Geográfico Militar (IGM), Ministerio de Agricultura Acuicultura y Pesca (MAGAP), entre otros, se procedió a generar los rangos altitudinales para 38 especies arbóreas que se encuentran consideradas dentro del programa de restauración ambiental emprendido por parte de las instituciones públicas y privadas.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y Discusión

Una vez concluida la investigación, a continuación se describen los resultados obtenidos mediante la metodología expuesta en el capítulo anterior.

4.1. Determinación de Área de Estudio

Como se mencionó en capítulos anteriores el área de estudio comprende la Provincia de Imbabura, sus datos generales, geográficos, etc. Fueron ya mencionados con anterioridad, y a continuación se detallan los resultados de la información generada.

4.1.1. Descripción

A partir de la cartografía generada en la presente investigación se puede observar que el cantón con mayor extensión territorial y zonas aptas para plantación es el cantón Cotacachi el cual presenta las mayores condiciones para estas 38 especies arbóreas como se puede notar en cada uno de los análisis generados a continuación por especie y graficados en los mapas anexos.

Se debe tomar muy en cuenta cada uno de los análisis realizados por efecto de espacio territorial en cada una de las micro cuencas que posee la provincia de Imbabura, serán apoyo para generar nuevas propuestas dentro del programa de restauración forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador de la Zona uno del MAE, en vista que la información generada sirva como insumo en la ejecución de diferentes proyectos, sean estos dentro del proceso de: agroforestería (84259,781 ha) , comercial (56474,69 ha),

Conservación o Recuperación (67161,52 ha) de las cuales se pueden utilizar los rangos altitudinales para la plantación en las micro cuencas que correspondan a la jurisdicción y crecimiento de las especies analizadas en la investigación.

Basado en el análisis de la información cartográfica generado para las especies para plantación se determina que el cantón Cotacachi es el mejor para el desarrollo de las especies propuestas en el programa de restauración forestal, del ministerio del ambiente,

principalmente en las parroquias: Seis de Julio (Cuellaje), Apuela, Peñaherrera y García Moreno, dando como principal sitio para este proceso las micro cuencas hídricas de Naranjal , Chontal, Chalguyaco, Aguas Negras, Irubí, Nangulví, San Pedro, Magdalena, El Quinde.

Otro de los cantones que presenta una gran importancia para el desarrollo de las especies propuestas es el cantón Urcuquí, principalmente en la parroquia de Buenos Aires.

Se debe considerar que de acuerdo al análisis existen tres parroquias del cantón Cotacachi con mayor coincidencia de áreas según rango altitudinal, estas son: Seis de julio, García Moreno, Peñaherrera, que presentan un alto porcentaje de similitud de las especies propuestas y que podrían tener un mejor desarrollo y menos mortalidad, por efectos de adaptación según su rango altitudinal y su zonificación.

4.1.2. Análisis Efectuado

A grandes rasgos se puede manifestar que el uso de orto fotos e imágenes satelitales y el empleo de las técnicas de interpretación visual de imágenes y clasificación supervisada colmaron las expectativas trazadas al principio de la investigación por las siguientes razones:

4.1.3. Calidad de Insumos

Fue el punto clave en el éxito de la investigación, ya que en el momento preciso se fusionaron dos factores como: calidad de las imágenes y las orto fotos y experiencia al digitalizar que permitieron en el momento mismo del análisis distinguir con relativa facilidad los diferentes rangos de desarrollo de las especies propuestas, y tomando en cuenta que este tipo de especies ya fueron plantadas en varios proyectos aprobados por el Ministerio del Ambiente dentro del programa de Restauración Forestal en muchos de los sitios se determinaron varias coincidencias con los sitios seleccionados y los sitios resultantes de la investigación.

Es decir que con estos proyectos se ha realizado la validación en campo y se puede estimar que un análisis de este tipo es viable para determinar nuevas áreas de plantación no solo para las especies propuestas sino para otras que se podrían ampliar de acuerdo al

requerimiento investigativo y el requerimiento institucional de cada uno de los Gobiernos Autónomos descentralizados, GAD's según sea su competencia.

4.1.4. Época de Generación de Insumos

La procedencia de los insumos analizados en la investigación data del (2014-2016), es decir un lapso de tiempo relativamente reciente, y con la restitución y verificación realizada a los proyectos que se están ejecutando en la provincia de Imbabura, se determinan grandes similitudes en vista que el cantón que cuenta con mayor extensión aprobada para proyectos de restauración forestal es el cantón Cotacachi, Urcuquí, Ibarra, Otavalo, los cuales cuentan con proyectos aprobados, y los otros cantones cuentan con propuestas presentadas las cuales también presentan similitudes en las áreas analizadas, es decir que los datos generados mediante los sistemas de información geográfica son de vital importancia para tener muy en claro donde se deben plantear proyectos de este tipo, y de esta forma abaratar costos en la identificación de sitios potenciales para recuperación de micro cuencas degradadas por efectos de la pérdida de cobertura vegetal.

En el anexo N° 39, se realiza el análisis por especies arbórea propuesta para determinar el porcentaje a nivel provincial, las cuencas y micro cuencas donde se deberían desarrollar de mejor manera de acuerdo a su rango altitudinal, en ella se describe la distribución de las especies analizadas a nivel cantonal y el porcentaje en el cual se podría sembrar en los diferentes sectores de la provincia.

4.1.5. Descripción de Especies y Resultados por Rango a Nivel Provincial.

De lo que se desprende de la tabla anterior es que del total de especies analizadas, siete (7) de ellas se encuentran en un rango (10-14) del porcentaje a nivel territorial, 17 de ellas presentan rangos menores (5 - 9), 14 tienen rangos menores (0 - 4), es decir que las primeras especies tienen mayor extensión territorial para procesos de Plantación según la determinación de los rangos altitudinales.

En segundo lugar se debe considerar que existe un gran potencial en extensión territorial a 17 especies analizadas para los procesos de plantación de especies arbóreas con fines de conservación de cuencas hídricas, acorde a los programas efectuados por de los entes gubernamentales tanto públicos como privados.

4.1.5.1. Zonas Aptas para la Plantación de Achiote (*Bixa orellana*)

Al establecer la generación de los rangos altitudinales y la zonificación la especie ACHIOTE (*Bixa Orellana*), se logró como resultado que en la provincia de Imbabura 105,411 ha aptas para la plantación de esta especie , de las cuales 69,19 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Cajones, Naranjal) , seguidamente del cantón Ibarra, con 36,22 ha en la Parroquia Lita, en la Cuenca del Mira , micro cuenca del río cachaco, además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área.

Donde se obtiene que 0,22% del total de la provincia es apta para este tipo de plantación con fines de conservación ambiental y recuperación de cuencas hídricas (Anexo1, Mapa 01).

4.1.5.2. Zonas Aptas Para la Plantación de Algarrobo (*Prosopis juliflora*.)

Al determinar los rangos para ALGARROBO (*Prosopis juliflora*) se tiene como resultado que existen en la provincia de Imbabura 1085,02 ha aptas para la siembra , de las cuales 424,50 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias Peñaherrera, García Moreno y selva alegre en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Nangulví, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Cajones, Naranjal), y 322,267 ha en el cantón Urcuqui , Parroquia Buenos aires ,en la Cuenca del Mira , micro cuenca del río San Vicente y San Francisco y en el cantón Ibarra con 262,55 ha en la Cuenca del Mira, en las micro cuencas (Cachaco , San Gerónimo, Salado, San Pedro, Guallupe, además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área.

Se aprecia que 2,34% del total territorial de la provincia es apta para la siembra de la especie anteriormente mencionada con fines de conservación ambiental y recuperación de cuencas hídricas (Anexo 2, Mapa 02).

4.1.5.3. Zonas Aptas para la Plantación de Aliso (*Alnus acuminata* Kunth)

Con establecimiento de los rangos altitudinales y la zonificación para ALISO (*Alnus acuminata* Kunth), se tiene como resultado que 4131,33 ha son aptas para la

Plantación de esta especie , de las cuales 2713,87 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Seis de Julio, Apuela, Peñaherrera, García Moreno, Selva Alegre, Plaza Gutiérrez, ubicadas en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Meridiano Irubí, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Naranjal), Cantón Urcuqui , con 639,62 ha en la Parroquia Buenos Aires ,en la Cuenca del Mira , micro cuenca del (Río San Vicente y San Francisco, Tupizo), además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área, el 8,9% de la extensión territorial de la provincial es apta para la plantación de esta especie con fines de conservación ambiental (Anexo3, Mapa 03).

4.1.5.4. Zonas Aptas para la Plantación de Aliso (*Aliso nepalensis*)

Al realizar este trabajo se determinó que 2749,04 ha, son aptas para la Plantación de esta especie , de las cuales 1530,33 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias Seis de Julio, Apuela, Imantag, Peñaherrera, Quiroga, que pueden ser plantadas en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Irubí, San Pedro, Meridiano, Nangulví), en el cantón Urcuqui , existe una área de 654,34 ha, para plantación de esta especie en la jurisdicción territorial de las Parroquias, Cahuasqui y San Blas. , en la Cuenca del Mira, micro cuenca del (Cachiyacu, Palacara, Pigunchuela), además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área, es decir que del total de extensión territorial de la provincial se tiene un el 5,9 %, para la plantación de esta especie con fines de conservación ambiental y recuperación de cuencas hídricas (Anexo 4, Mapa 04).

4.1.5.5. Zonas Aptas para la Plantación de Arabisco (*Jacaranda copaia*)

Con la determinación de los rangos altitudinales para ARABISCO (*Jacaranda copaia*), se tiene como resultado que existen en la provincia de Imbabura 30,26 ha aptas para la Plantación las cuales se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, micro cuencas (Naranjal, Cajones) , el 0,66 % de la extensión territorial de la provincia es apta para la plantación con fines de conservación ambiental y recuperación de cuencas hídricas (Anexo 5, Mapa 05).

4.1.5.6. Zonas Aptas para la Plantación de Arrayan (*Myrcianthes Sp.*)

En la provincia de Imbabura se pueden plantar 5524,25 ha de ARRAYAN (*Myrcianthes sp.*), de las cuales 3350,21 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Seis de julio, Apuela, Plaza Gutiérrez, García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Naranjal, Meridiano, Irubí, Nalgunvi, Cajones) y 1090,29 ha en el cantón Urcuqui, Parroquia , Cahuasqui, San Blas, Buenos Aires, la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara), además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área; Es decir que del total de extensión territorial de la provincial se tiene un el 11,96 %, para la plantación de esta especie con fines de conservación ambiental y recuperación de cuencas hídricas (Anexo 6, Mapa 06).

4.1.5.7. Zonas Aptas para la Plantación de Cascarillo (*Cinchona officinalis*).

Con el establecimiento de los rangos altitudinales para CASCARILLO (*Cinchona officinalis*), se tiene como resultado que existen en la provincia de Imbabura 4470,77 ha aptas para la Plantación de esta especie , de las cuales 2789,94 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias Seis de julio, Apuela, Plaza Gutiérrez, García Moreno, de la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Naranjal, Meridiano, Irubí, Nangulví) y 871,91 ha, en el cantón Urcuqui, Parroquia , Cahuasqui, San Blas, Buenos Aires, la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara), además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área, es decir que 9,67 % de extensión territorial es apta para la plantación de cascarillo (Anexo 7, Mapa 07).

4.1.5.8. Zonas Aptas para la Plantación de Cedro (*Cedrela odorata*)

El CEDRO (*Cedrela odorata*), en Imbabura luego de realizar la determinación de rangos altitudinales tiene un área de 5100,57 ha aptas para la Plantación, de las cuales 3243,07 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias, Seis de julio, Apuela, Plaza Gutiérrez, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Meridiano, Irubí, Nangulví) y 893,17 ha en el cantón Urcuqui, Parroquia , Buenos Aires, Urcuqui, la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara),

además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área, esta especie posee el 1,10% de extensión territorial para plantación a nivel provincial (Anexo 8, Mapa 08).

4.1.5.9. Zonas Aptas para la Plantación de Ceibo (*Ceiba pentandra*.)

El CEIBO (*Ceiba pentandra*.), luego de la determinación de los rangos altitudinales tiene un 0,92% (426,14 Ha) de extensión territorial para ser plantado en la provincia donde 176,67 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia, García Moreno en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Chontal, Magdalena Chalguayaco) y 129,23 ha se encuentran en el cantón Ibarra Parroquia, Lita, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (Cachaco, Parambas, Guallupe), y el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 9, Mapa 09).

4.1.5.10. Zonas Aptas para la Plantación de Chachacomo, Cucharó (*Escallonia myrtilloides*.)

En la provincia de Imbabura 11,5 % (5338,59) ha aptas para la Plantación chachacomo, cucharó (*Escallonia myrtilloides* .), de las cuales 3325,68 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias, Apuela y Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Meridiano, Irubí) en el Cantón Urququí 971,69 ha, Parroquias Buenos Aires, Cahuasqui, la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Francisco, San Vicente, Palacara), y el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 10, Mapa 10).

4.1.5.11. Zonas Aptas Para La Plantación De Chirimoya, Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.)

En la provincia tiene 0,15% 70,83 ha, aptas para plantación de Annona de las cuales 69,19 ha se encuentran en el cantón Cotacachi de las Parroquias Apuela, Seis de Julio, Peñaherrera, García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Magdalena, Chalguayaco, Nangulví, Meridiano, Irubí) y Ibarra 1,63 ha en las Parroquias, Lita y la Carolina en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (Cachaco, Guallupe, Parambas, Salado, San Gerónimo), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 11, Mapa 11).

4.1.5.12. Zonas Aptas para la Plantación de Cholán (*Tecoma stans*)

El CHOLÁN (*Tecoma stans*), dentro de la provincia ocupa un 8,89% (4108,69 ha) aptas para la Plantación, de las cuales 2716,93 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Apuela, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Pilchiguayco, Nangulví, Meridiano, Irubí) y Urcuqui 697,785 ha en la Parroquia, Buenos aires, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Vicente, San Francisco), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 12, Mapa 12).

4.1.5.13. Zonas Aptas para la Plantación de Espino (*Acacia macracantha*)

Al establecer la zonificación para ESPINO (*Acacia macracantha*), se tiene como resultado que en la provincia de Imbabura 3805,06 ha (8,23%) aptas para la Plantación, de las cuales 2484,65 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias Apuela, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Pilchiguayco, Nangulví, meridiano, Irubí) y Urcuqui 714,728 ha en la Parroquia, Buenos aires, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Vicente, San Francisco), el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área (Anexo 13, Mapa 13).

4.1.5.14. Zonas Aptas para la Plantación de Fruta de Pan (*Artocarpus altitis*)

En la provincia de Imbabura se pueden plantar 54,98 ha (0,11%), de las cuales 40,03 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Naranjal y Cajones) y Ibarra 14,95 ha en la Parroquia, Lita, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (Cachaco y San Vicente), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 14, Mapa 14).

4.1.5.15. Zonas Aptas para la Plantación de Guaba (*Inga Sp.*)

En la provincia existen 3398,16 ha (7,35%) aptas para la Plantación, de las cuales 2363,53 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia Apuela, seis de julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Meridiano, Irubí) y Urcuqui 546,74 ha en la Parroquia, Buenos Aires, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San

francisco, Tupizo), además el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 15, Mapa 15).

4.1.5.16. Zonas Aptas para la Plantación de Guanábana (*Rolinia Sp.*)

En la provincia se pueden plantar 1,4% (677,78 ha), de las cuales 240,93 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia, García Moreno, Seis de julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Chalguayaco, Magdalena, Chontal, Irubí) y cantón Urcuqui 211,61 ha en la Parroquia, Buenos Aires, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Francisco, San Vicente), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 16, Mapa 16).

4.1.5.17. Zonas Aptas Para la Plantación de Guarango (*Caesalpinia spinosa*)

En la provincia existen 4240,04 ha (9,18%) aptas para la Plantación , las cuales 2750,47 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia seis de julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Meridiano, San Pedro ,Aguagram, Irubí) y cantón Urcuqui 770,60 ha en la Parroquia , Buenos Aires , en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San francisco, san Vicente Tupizo, Palacara), además el resto de área se encuentra en otros (Anexo 17, Mapa 17).

4.1.5.18. Zonas Aptas para la Plantación de Higuera (*Ficus cuatrecasana* Dugand)

De la especie *Ficus sp* se pueden plantar 976,90 ha (2,11%), las cuales 411,06 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Magdalena, Chontal, Chalguayaco) y cantón Urcuqui 265,33 ha en la Parroquia , Buenos Aires , en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (San Francisco, san Vicente Tupizo, Palacara), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 18, Mapa 18).

4.1.5.19. Zonas Aptas para la Plantación de Laurel (*Cordia alliodora*)

Del total de la extensión territorial se pueden plantar 54,98 ha (0,11%), las cuales 40,03 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias, García Moreno, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Naranjal Chontal) y cantón Ibarra 14,95 ha en la Parroquia , Lita , en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (Cachaco), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 19, Mapa 19).

4.1.5.20. Zonas Aptas para la Plantación de Laurel de Cera (*Myrica Pubescens Humb & Bonpl*)

En la provincia se pueden plantar 5562,92 ha(12,0%), las cuales 3358,68 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuencas (Naranjal Chontal) y cantón Urcuqui 1085,90 ha en la Parroquia, Lita, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuencas (Cachaco), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo20, Mapa 20).

4.1.5.21. Zonas Aptas para la Plantación de Leucaena (*Leucaena leucocephala*)

En provincia se tiene 54,98 ha (0,11%) aptas para la Plantación las cuales 40,03 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Naranjal) y cantón Ibarra 14,95 ha en la Parroquia, Lita, en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (Cachaco), además el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo21, Mapa 21).

4.1.5.22. Zonas Aptas para la Plantación de Lupino (*Cytisus monspersulanus*)

En la zonificación realizada 4108,69 ha (8,89%) aptas para la Plantación , de las cuales 2716,93 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia Seis de Julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Nangulví, Irubí) y cantón Urcuqui 697,78 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Vicente, San Francisco, Tupiza, Salado), además el resto de área se encuentra en otros cantones. (Anexo 22, Mapa 22)

4.1.5.23. Zonas Aptas para la Plantación de Maní de Árbol (*Caryodendron orinocense*)

Para la plantación de esta especie existen 54,98 ha (0,11%), de las cuales 40,03 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Naranjal) y cantón Ibarra 14,95 ha en la Parroquia, Lita en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (Cachaco), además el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 23, Mapa 23).

4.1.5.24. Zonas Aptas Para La Plantación De Molle (*Schinus molle*)

En la provincia 2624,1 ha (6,68%), aptas para la Plantación , de las cuales 1754,8 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia Seis de Julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Irubí, Nangulví, San Pedro) y cantón Urcuqui 478,0 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Tupizo), además el resto de área se encuentra en otros cantones de la provincia (Anexo 24, Mapa 24).

4.1.5.25. Zonas Aptas para la Plantación de Motilón (*Hyeronima Cf. macrocarpa*)

En la provincia el 11,11 % (5136,15 ha) son aptas para plantación de esta especie, ubicadas en el cantón Cotacachi con 3222,99 ha, Parroquia Seis de Julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Irubí, Nangulví, San Pedro) y cantón Urcuqui 929,16 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Tupiza), además el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 25, Mapa 25).

4.1.5.26. Zonas Aptas Para La Plantación De Naranjillo, Platuquero (*Styloceras laurifolium*)

En extensión territorial el 8,89% (4108,69 ha), son aptas para la plantación de esta especie, de las cuales 2716,93 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia Seis de julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Irubí, Nangulví, San Pedro) y cantón Urcuqui 697,78 ha en la Parroquia ,

Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Tupizo), además el resto de área se encuentra en otros cantones. (Anexo 26, Mapa 26).

4.1.5.27. Zonas Aptas para la Plantación de Nogal (*Juglands neotropica*)

En la investigación se determinó que 4240,04 ha (9,18%) aptas para la Plantación , de las cuales 2750,47 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia Seis de julio, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Irubí, Nangulví, San Pedro) y cantón Urcuqui 770,60 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Tupizo), además el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 27, Mapa 27).

4.1.5.28. Zonas Aptas para la Plantación de Pigue (*Piptocoma discolor*).

En la provincia de Imbabura 743,48 ha (1,61%) aptas para la Plantación , de las cuales 275,64 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, Apuela, Peñaherrera, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulví, San Pedro) y cantón Urcuqui 226,59 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente), además el resto de área se encuentra en otros cantones. (Anexo 28, Mapa 28)

4.1.5.29 Zonas Aptas para la Plantación de Poroton (*erithrina edulis*)

En la provincia existe un 8,8% (3919,29) ha, del territorio en el cual se puede plantar esta especie ,de las cuales 2541,17 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquia García Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagram) y cantón Urcuqui 717,18 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del río Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas), además el resto de área se encuentra en otros cantones.(Anexo 29, Mapa 29)

4.1.5.30 Zonas Aptas para la Plantación de Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*.)

En la provincia de Imbabura 5330,40 ha (11,5%), son aptas para la Plantación , de las cuales 3370,72 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia García Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, chontal, san Andrés, Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagrum) y cantón Urcuqui 998,38 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 30, Mapa 30)

4.1.5.31 Zonas Aptas para la Plantación de Quishuar (*Budleja incana*.)

En la provincia de Imbabura 6099,30 ha(13,2%) son aptas para la Plantación de esta especie , de las cuales 3700,42 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia García Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagrum) y cantón Urcuqui 1239,15 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 31, Mapa 31).

4.1.5.32 Zonas Aptas para la Plantación de Retama (*Retama phaeocarpa*.)

El 6,41% (2962,26 ha) del territorio de la provincia es apto para la plantación de esta especie de las cuales 2184,33 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquia Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagrum) y cantón Urcuqui 387,27 ha en la Parroquia , Buenos Aires en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas), el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 32, Mapa 32).

4.1.5.33 Zonas Aptas para la Plantación de Romerillo (*Podocarpus glomeratus*.)

En la provincia el 9,8 % (4240,04 ha) es apto para la Plantación de esta especie, de las cuales 2750,47 ha se encuentran en el cantón Cotacachi, Parroquias, García Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las microcuenca (Chalguyaco, Magdalena, Irubí, Nangulví, san Pedro, Aguagram) y cantón Urcuqui 770,60 ha en las Parroquias, Buenos Aires, San Blas en la Cuenca del río Mira, y las microcuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara) (Anexo 33, Mapa 33).

4.1.5.34 Zonas Aptas para la Plantación de Sacha Capulí (*Vallea stipularis*)

En la provincia de Imbabura el 6,51% (3008,75 ha) son aptos para la Plantación, de las cuales 1861,82 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las microcuenca (Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagram) y cantón Urcuqui 492,09 ha en las Parroquias, Buenos Aires, San Blas, Pablo Arenas, en la Cuenca del río Mira, y las microcuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara), el resto de área se encuentra en otros cantones de la provincia (Anexo 34, Mapa 34).

4.1.5.35 Zonas Aptas para la Plantación de Sangre de Drago (*Croton lechlerim*)

En la provincia de Imbabura el 10% (4628,20 h), son aptas para la Plantación, de las cuales 2909,15 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, García Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las microcuenca (Irubí, Nangulví, san Pedro, Aguagram) y cantón Urcuqui 854,53 ha en las Parroquias, Buenos Aires, San Blas, Pablo Arenas, en la Cuenca del río Mira, y las microcuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara), el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área (Anexo 35, Mapa 35).

4.1.5.36 Zonas Aptas para la Plantación de Sauce (*Salix sp.*)

En la provincia de Imbabura (6,89%) 3184,62 ha, son aptas para la Plantación, de las cuales 2138,05 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, García

Moreno, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Magdalena, Irubí, Nangulví, San Pedro, Aguagram) y cantón Urcuqui 582,92 ha en las Parroquias , Buenos Aires, san Blas, Pablo Arenas, Urcuqui en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu),el resto de área se encuentra en otros cantones (Anexo 36, Mapa 36).

4.1.5.37 Zonas Aptas para la Plantación de Tilo (*Sambucus nigra*.)

El 7,92 % (3660,75 ha) de extensión territorial es apto para la siembra de los cuales 2505,91 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Apuela, Peñaherrera, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Meridiano, Pilchiguayco, Irubí, Nangulví, Aguagram) y cantón Urcuqui 590,84 ha en las Parroquias , Buenos Aires, San Blas, Pablo Arenas, Urcuqui, en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu), el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área (Anexo 37, Mapa 37).

4.1.5.38 Zonas Aptas para la Plantación de Yagual (*Polylepis sp.*)

En la provincia de Imbabura 2024,24 ha (4,38%), son aptas para la Plantación, de las cuales 913,51 ha se encuentran en el cantón Cotacachi Parroquias, Quiroga, Seis de Julio, en la cuenca del Guayllabamba, en las micro cuenca (Rio Blanco, Irubí) y cantón Urcuqui 690,95 ha en las Parroquias, Buenos Aires, San Blas, Pablo Arenas, Urcuqui, en la Cuenca del rio Mira, y las micro cuenca (San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu), además el resto de área se encuentra en otros cantones con menor área (Anexo 38, Mapa 38).

4.1.5.39 Discusión

En la actualidad la generación de infraestructuras espaciales es el elemento básico para el aprovechamiento de los datos generados por los Sistemas de Información Geográfica, desde su aparición la generación de datos espaciales ha modificado la forma de realizar e interpretar los cambios en los ecosistemas y su degradación, por lo cual es necesario aprovechar este tipo de insumos de vital importancia para generar alternativas de cambio en el contexto de desarrollo.

Se puede notar que existen muchas similitudes en la generación de rangos y procesos de zonificación territorial, para especies vegetales con fines de conservación ambiental, la diferencia que se tiene con el estudio realizado, es que se consideran los rangos de crecimiento de las 38 especies arbóreas, para procesos de restauración ambiental con fines de recuperación de cuencas hídricas, y basado en la investigación en campo en todas las propuestas aprobadas por parte del Ministerio del Ambiente Zona Uno, se encuentra una gran similitud con el desarrollo y crecimiento de las especies analizadas en la investigación, de los proyectos aprobados se puede determinar que los que se encuentra en el cantón Cotacachi y cantón Urcuqui tienen mayor similitud en la determinación de rangos y poseen mayor cantidad de área para procesos de recuperación de cuencas con este tipo de especies.

Al generar la alternativa de análisis geográfico se define la siguiente tabla N° 7 con las estrategias más recomendables a seguir para procesos de restauración según sea el caso de la especie seleccionada como se puede apreciar en el anexo N° 40

En el anexo N° 40 se puede observar las estrategias propuestas para cada especie analizada acorde a la micro cuenca donde esta se desarrolla donde se desprende como resultado del total de especies analizadas, siete (7) de ellas se encuentran en un rango (10-14) del porcentaje a nivel territorial, donde la estrategia propuesta es la conservación y recuperación del lugar, 17 de ellas presentan rangos menores (5 - 9), con una estrategia de recuperación y agroforestería y 14 tienen rangos menores (0 - 4), donde la estrategia propuesta es la conservación, recuperación y agroforestería, es decir que las primeras especies tienen mayor extensión territorial para procesos de Plantación según la determinación de los rangos altitudinales.

En segundo lugar se debe considerar que existe un gran potencial en extensión territorial a 17 especies analizadas para los procesos de plantación de especies arbóreas con fines de conservación de cuencas hídricas, acorde a los programas efectuados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Se describe la estructura de la base de datos realizada con sistemas de información Geográfica, la cual con los datos entregados en formato shp, servirán de insumos para posteriores propuestas de trabajo en torno a la conservación ambiental.

Es una estructura en forma de cuadrante donde se almacenan registros. Cada tabla creada debe tener un nombre único en la cada Base de datos, haciéndola accesible

mediante su nombre o su seudónimo (Alias). En términos simples puede imaginarse una tabla como formada por filas y columnas, las primeras son los registros, las segundas los campos, en la descripción siguiente se detalla la información existente en la base de datos que fue generada en la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo comprobar lo fundamental de los sistemas de información geográfica como apoyo al desarrollo humano.

- ✓ Para dar respuesta a lo planteado en el objetivo uno de la presente investigación se concluye que:
- ✓ El Área de estudio comprendió la determinación de rangos altitudinales para de 38 especies arbóreas con fines de conservación en las microcuencas de la provincia de Imbabura, por lo cual basado en el análisis realizado se determinó que los cantones de Cotacachi y Urcuqui presentan las mejores condiciones para el desarrollo de este tipo de especies propuestas en la investigación teniendo un alto porcentaje en relación a la totalidad del área provincial.
- ✓ El análisis efectuado permitió establecer ciertas falencias al momento de efectuar las mediciones y/o zonificaciones de los polígonos de las especies propuestas para los procesos de restauración ambiental.
- ✓ Del total de especies analizadas, siete (7) de ellas se encuentran en un rango (10-14) del porcentaje a nivel territorial, 17 de ellas presentan rangos menores (5 - 9), por ultimo 14 tienen rangos menores (0 - 4), es decir que las primeras especies tienen mayor extensión territorial para procesos de Plantación según la determinación de los rangos altitudinales.
- ✓ se concluye que el cantón Cotacachi es el más óptimo para el desarrollo de las especies propuestas en el programa de restauración forestal, del Ministerio del Ambiente, principalmente en las parroquias: seis de julio (Cuellaje), Apuela, Peñaherrera y García Moreno, Teniendo como microcuencas prioritarias ; Naranjal , Chontal, Chalguayaco, Aguas Negras, Irubí, Nangulví, San Pedro, Magdalena, El Quinde; Otro de los cantones que presenta una gran importancia para el desarrollo de las especies

propuestas es el cantón Urcuqui, principalmente en la parroquia de Buenos Aires, en las microcuencas de San Francisco, San Vicente, Tupizo, Palacara.

- ✓ Al realizar análisis por sistemas de información geográfica SIG, se concluye que son de una gran ayuda pero dependen mucho de la información generada en campo y su posterior integración en una base de datos en conjunto con la experticia de las personas que lo realizan, por efectos de interpretación de la información y su posterior validación la cual nos proporciona soluciones prácticas y rápidas en el momento de toma de decisiones, para la generación de la Planificación Territorial como política de zonificación y determinación de territorios con una buena calidad ambiental.
- ✓ Se concluyó que al generar los shapefile para la determinación de los rangos altitudinales de las especies analizadas, en la presente investigación en función de la micro cuenca y el territorio donde existe mayor probabilidad de crecimiento, se generó una alternativa de manejo de información espacial que posibilita a las organizaciones locales, la ubicación de nuevos programas y proyectos para la protección de fuentes hídricas y recuperación de espacios degradados.
- ✓ Como consecuencia del estudio en el sentido más estricto al haber generado la información base sobre las especies arbóreas analizadas a nivel geográfico, se generó una herramienta de análisis capaz de integrar, almacenar editar compartir y mostrar la información, actual sobre áreas potenciales para procesos de recuperación y restauración forestal en el marco de la protección ambiental lo cual permite presentar resultados de todas las acciones realizadas.
- ✓ Los mejores resultados, se obtuvieron envase a la verificación en campo y la utilización de las herramientas tecnológicas como son los SIG, y los visores cartográficos existentes, en el país, en el cual se puede encontrar información libre y fácil de ser generada y aprovechada para nuevas investigaciones.

RECOMENDACIONES

- ✓ La investigación efectuada demostró que existen ciertas similitudes con los proyectos planteados dentro del programa de restauración ambiental del Ministerio del Ambiente, en función de esta realidad y con el propósito de mejorar los respectivos procesos de incorporación de hectáreas, para restauración se debería tomar en cuenta las recomendaciones siguientes:
- ✓ Mejorar la divulgación de los conocimientos en lo que respecta a los sistemas de información geográfica para realizar una adecuada planificación territorial, en vista que por medio ellos se pueden determinar áreas potenciales para un manejo adecuado dentro de las cuencas hidrográficas.
- ✓ Realizar manuales sobre la utilidad y el manejo básico de la cartografía, y los diferentes instrumentos tecnológicos existentes actualmente como son: Geoportales, o visualizadores cartográficos.
- ✓ Al realizar reforestación con especies nativas dentro de las cuencas hidrográficas se debería basarse en investigaciones realizadas sobre las especies a ser utilizadas en los programas y proyectos de reforestación, los cuales podrían ahorrar gran cantidad de recursos económicos.
- ✓ Impulsar la implementación de los sistemas de información geográfica en todo ámbito de trabajo en vista que es una herramienta muy valiosa para la toma de decisiones y se puede visualizar de mejor manera las acciones que se pretenden ejecutar en el territorio.

- ✓ Apoyarse de forma conjunta las instituciones de estado y la academia con el fin de lograr una mejor información y ejecución de los diferentes programas y proyectos propuestos, con el fin de que las investigaciones realizadas sean divulgadas y aprovechadas de mejor manera por los ciudadanos.
- ✓ Seguir realizando este tipo de investigaciones, concretamente por parte de la Universidad Técnica del Norte, pudiese realizar este tipo de estudio aplicando la metodología planteada en las demás provincias con proyectos de restauración ambiental o programas o proyectos de producción forestal.

- ✓ Potencializar más dentro de la Gestión Integral de cuencas el enfoque de los Sistemas de Información Geográfica, su interpretación y análisis de resultados, en vista que si los técnicos que realizan el levantamiento e interpretación desconocen de la metodología de análisis se obtendrán datos dispersos y no datos reales.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Antonio Moreno. 2007. "Sistemas y análisis de la información geográfica". Ed. RA-MA. Madrid.

ANTONI PÉREZ NAVARRO; Introducción a los sistemas de información geográfica y geo telemática.

ANTHONY, H. E. 1921. Preliminary report on Ecuadorean mammals No. 1. Am. Mus. Novitates 20: 6 pp.

ANTÚNEZ, A. & MENDOZA, M . 1992. Factores que determinan el área de distribución geográfica de las especies: conceptos, modelos y métodos de análisis. Mon. Herpetol. 2: 51- 72.

ARAÚJO, MB, PEARSON, RG, THUILLER, W. & ERHARD, M. 2005. Validation of species–climate impact models under climate change. Global Change Biology 11: 1504 – 1513.

BARNETT, A. A. 1997. The ecology and nature history of a fishing mouse *Chinbchanomys spec. Nov.* (Ichthymyni: Muridae) from the Andes of southern Ecuador. Zeitschrift Für Säugetierkunde 62: 43 -52.

BARNETT, A. A.1999.Small Mammals of the Cajas Plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. Bulletin of the Florida Museum of Natural History 42: 161-217.

BARRERA-MORENO, O.; ESCALANTE, T. & RODRÍGUEZ, G. 2011. Panbiogeografía y modelos digitales de elevación: un caso de estudio con roedores en la Faja Volcánica Transmexicana Revista de Geografía Norte Grande, núm. 48. Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, Chile. pp. 11-25.

Bocco, G., M. Mendoza, A. Velázquez y A. Torres (1999), "La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 40, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 7–21. [Links]

Buzai Gustavo. 2005. "Sistemas de Información geográfica". Ed. Universidad autónoma metropolitana de Iztapalapa. México.

CONTRERAS MEDINA, R. 2006. Los métodos de análisis biogeográfico y su aplicación a la distribución de las gimnospermas en México. Red de revistas científicas de América latina y el Caribe, España y Portugal. Interciencia, marzo, año/vol. 31, número 003. Caracas, Venezuela. Pp. 176-182.

CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos); PRONAREG (Programa Nacional de Regularización); INERHI (Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos); DINAC (Dirección Nacional de Avalúos y Catastros); SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo); Universidad Central del Ecuador. 1990. Manual para estudios de suelos. Quito, EC. p. 36-44

Díaz Delgado, Carlos, Mamadou Bâ, Khalidou, Iturbe Posadas, Antonio, Esteller, Ma. Vicenta, Reyna Sáenz, Francisco, Estimación de las características fisiográficas de una cuenca con la ayuda de SIG y MEDT: caso del curso alto del río Lerma, Estado de México Ciencia Ergo Sum [en línea] 1999, 6 (julio).

EASTMAN, J. R. 2009. The IDRISI Taiga Tutorial, IDRISI Production, 1987 - 2009, Clark University.

EASTMAN J. R. & SANGERMANO F. 2012. Re-defining species range polygons using a gis.

Clark University, Graduate School of Geography. Clark Labs, Clark University. http://tryps.rockefeller.edu/DocumentsGlobal/1973_cross_manning.pdf.

ESRI. 1999. Arc View GIS 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc.

ESRI. 2006. Arc Map 9.2, Arc GIS 9. Nueva York: Environmental Systems Research Institute, Inc.

Geoinstitutos. (s.f.). Artículos. La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá. Recuperado de http://www.geoinstitutos.com/art_03_cober2.asp

GeoSoluciones. (s.f.). Imágenes Satelitales. Recuperado de <http://www.geosoluciones.cl/documentos/imagenes.pdf>

Guercio, R. and F. M. Soccodato (1996), "GIS Procedures for automatic extraction of Geomorphological Attributes from TIN–DTM", HydroGIS 96: Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Watershed Resources Management (Proceedings of the Vienna Conference, April 1996), IAHS Publ. no. 235, pp. 175–182. [Links]

Jenson, S. K. and J. O. Domingue (1988), "Extracting topographic structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System analysis", Photo–gramm. Eng. Rem. S. 54, pp. 1593–1600. [Links]

Morillo, J., J. Pozo, F. Pérez, M. C. Rodríguez, F. Gordillo y J. Rebollo (2002), "Análisis de calidad de un modelo digital de elevaciones generado con distintas técnicas de interpolación", XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España, 5–7 junio de 2002 (<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/11.pdf>: 14 de enero de 2008). [Links]

Parrot, J. F. y V. Ochoa–Tejeda (2005), Generación de Modelos Digitales de Terreno Raster, Método de Digitalización, Geografía para el Siglo XXI, Serie Textos Universitarios, núm. 2, Instituto de Geografía, UNAM, (http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/libros/manual_mde/index.html: 10 de octubre de 2007). [Links]

Ministerio del ambiente del Ecuador (2003). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS).

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2014. Experiencias de manejo y gestión de cuencas en el ecuador: indicadores para una evaluación rápida. Quito. 49p

.NIEVES LANDATA ZARZOSA M & AMPARO NÚÑEZ ANDRÉS; Sistemas de información geográfica. Prácticas con Arc View.

Orotofoto. 2013. "Imbabura". SIGTIERRAS. Ecuador.

Santiago Ivan. 2007. "Fundamentos de ArcGis". OGP. Tor Bernhardsen. 1992. "Geographic Information Systems". Ed. Viaj IT. Norway.

SENPLADES. Plan Nacional de Desarrollo Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural ISBN: 978-9978-92-794-6 Quito, Ecuador (primera edición, 5.000 ejemplares).

Scan Terra. (2006). Consultora. Nociones introductoras: Fundamentos físicos de la teledetección. Recuperado de http://www.scanterra.com.ar/conozca_mas.html

Thompson, J. A., J. C. Bell and C. A. Butler (2001), "Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil–landscape modeling", *Geoderma*, no. 100, pp. 67–89. [Links]

Taylor J, F Jacob, M Galleguillos, L Prévot, N Guix, P Lagacherie. 2013. The utility of remotely-sensed vegetative and terrain covariates at different spatial resolutions in modelling soil and watertable depth (for digital soil mapping). *Geoderma* 193-194: 83-93. [Links]

Teng L, J Vaze, NK Tuteja, JC Gallant. 2005. CLASS Spatial Analyst: A GIS based tool for distributed hydrological modelling. In Zerger A, RM Argent eds. International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand. p. 1485-1491. [Links]

VILLACREZ, VICTORr Coordinador. Bioactividad de las plantas amazónicas. *Hombre y ambiente*. 33-34. ej.1. CEDA-IDEA; luz marina. ECU. SPA. Quito, ABYA-YALA, 1995. vi, 378 p. Reforestación - Ecuador; Plantas medicinales - Ecuador; Biodiversidad - Ecuador; Etnografía - Ecuador; Plantas promisorias - Ecuador; Fitoquímica.

Weibel, R. and M. Branli (1995), "Adaptive methods for the refinement of digital terrain models for geomor–phometric applications", *Zeitschrift and Geomorpho–logie*, no. 11, pp. 13–30. [Links]

Weibel, R. and M. Heller (1991), "Digital terrain modeling", in Maguire, D. J., M. E Goodchild and D. W. Rhind (eds.), *Geographic Information Systems*, vol. 1: Principles. Harlow: Longmanv, London, UK, pp. 269–97. [Links]

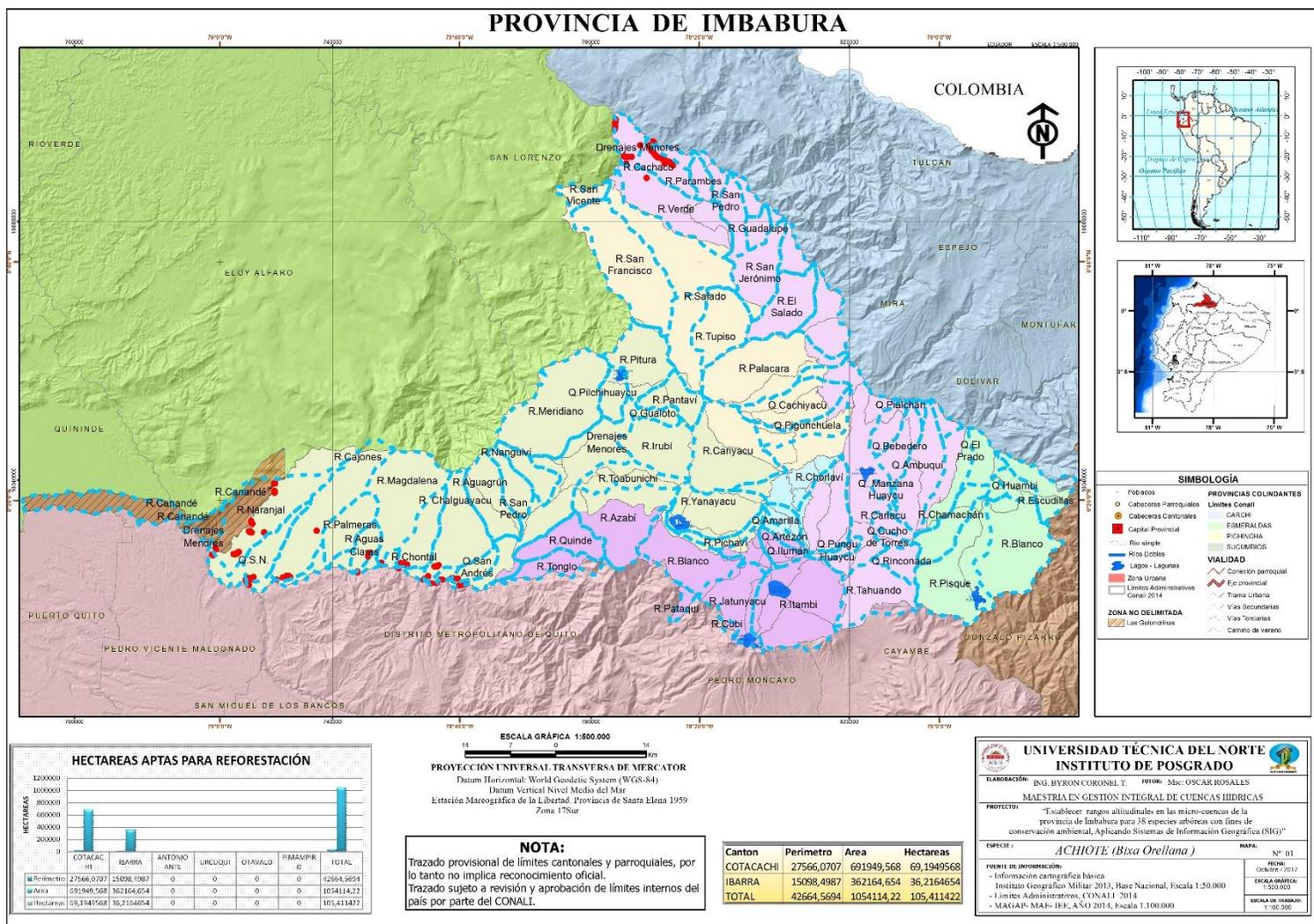
Wilson, J. P. and J. C. Gallant (2000), *Digital Terrain Analysis. Terrain Analysis. Principles and Applications*, Ed. Wilson y Gallant, John Wiley & Sons, New York, USA. [Links]

Wood, J. D. (1994), "Visualising contour interpolation accuracy in digital elevation models", in Herarnshaw, H. M. and D. J. Unwin (eds.), Visualization in Geographical Information Systems, John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 168–180. [Links]

Zuri Ocampo William ,”Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y micro cuencas”. Edición 2004, FAO pág. , 12,47,60,65.

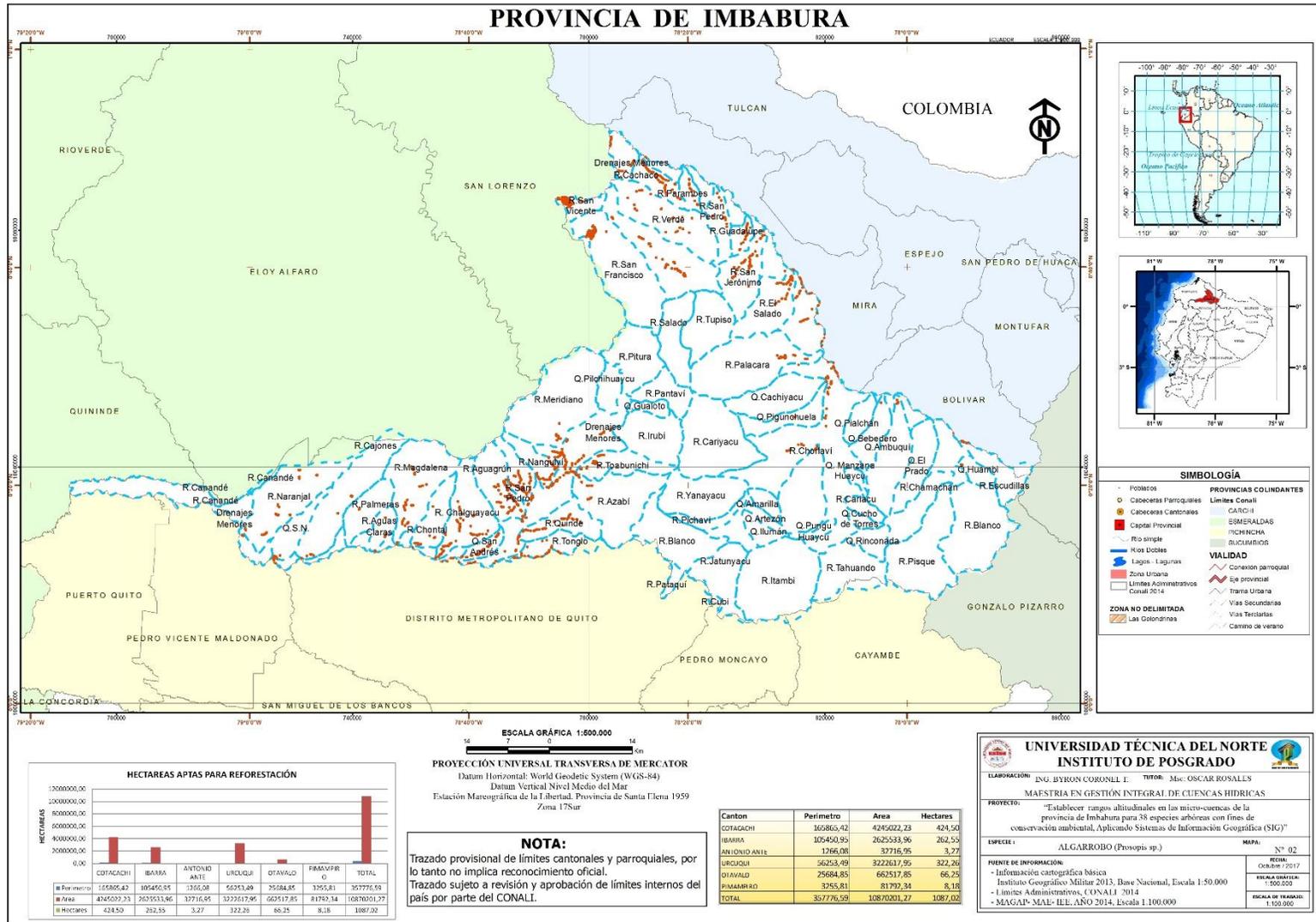
ANEXOS

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ACHIOTE (*Bixa Orellana*)



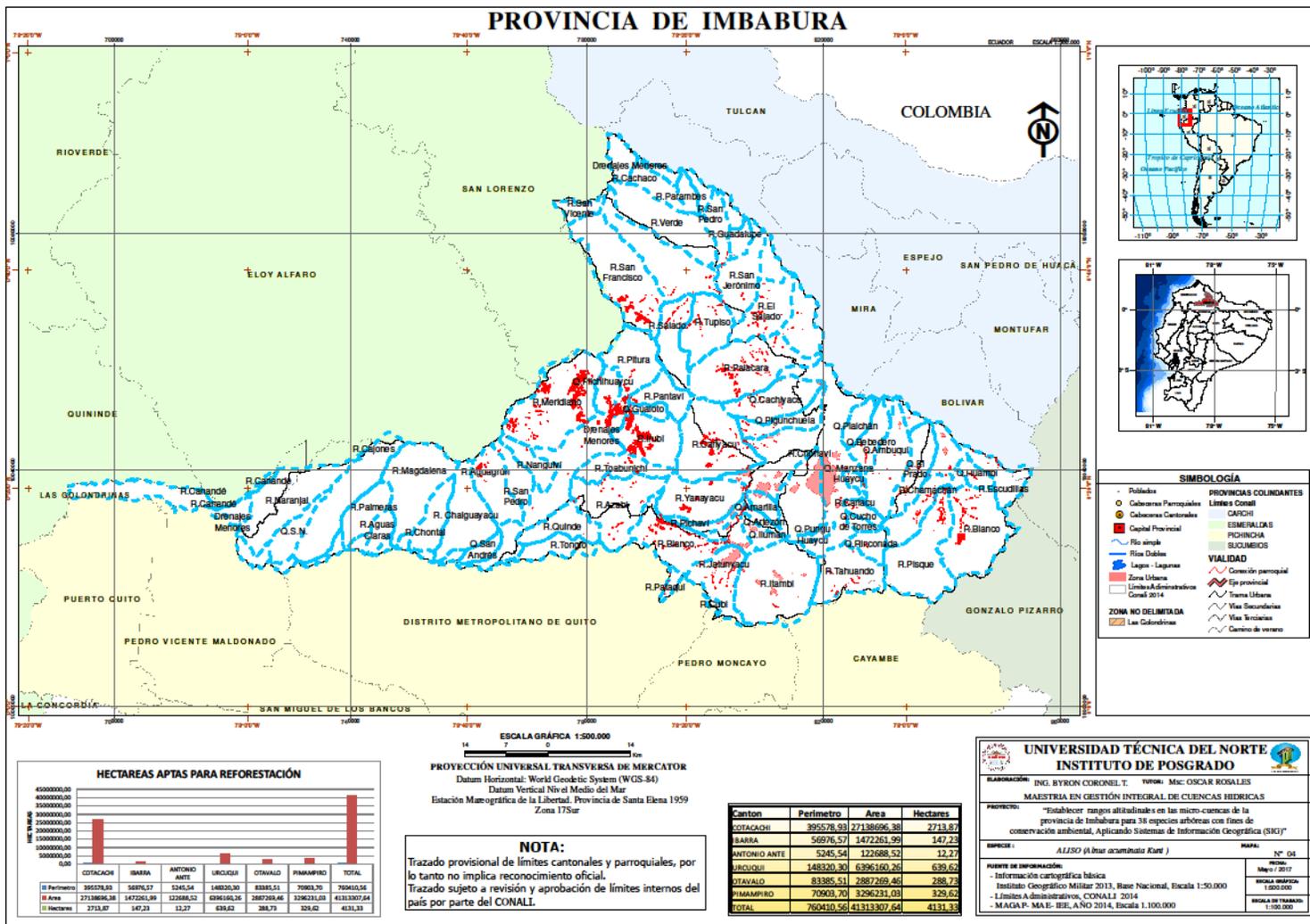
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALGARROBO (*Prosopis juliflora.*)



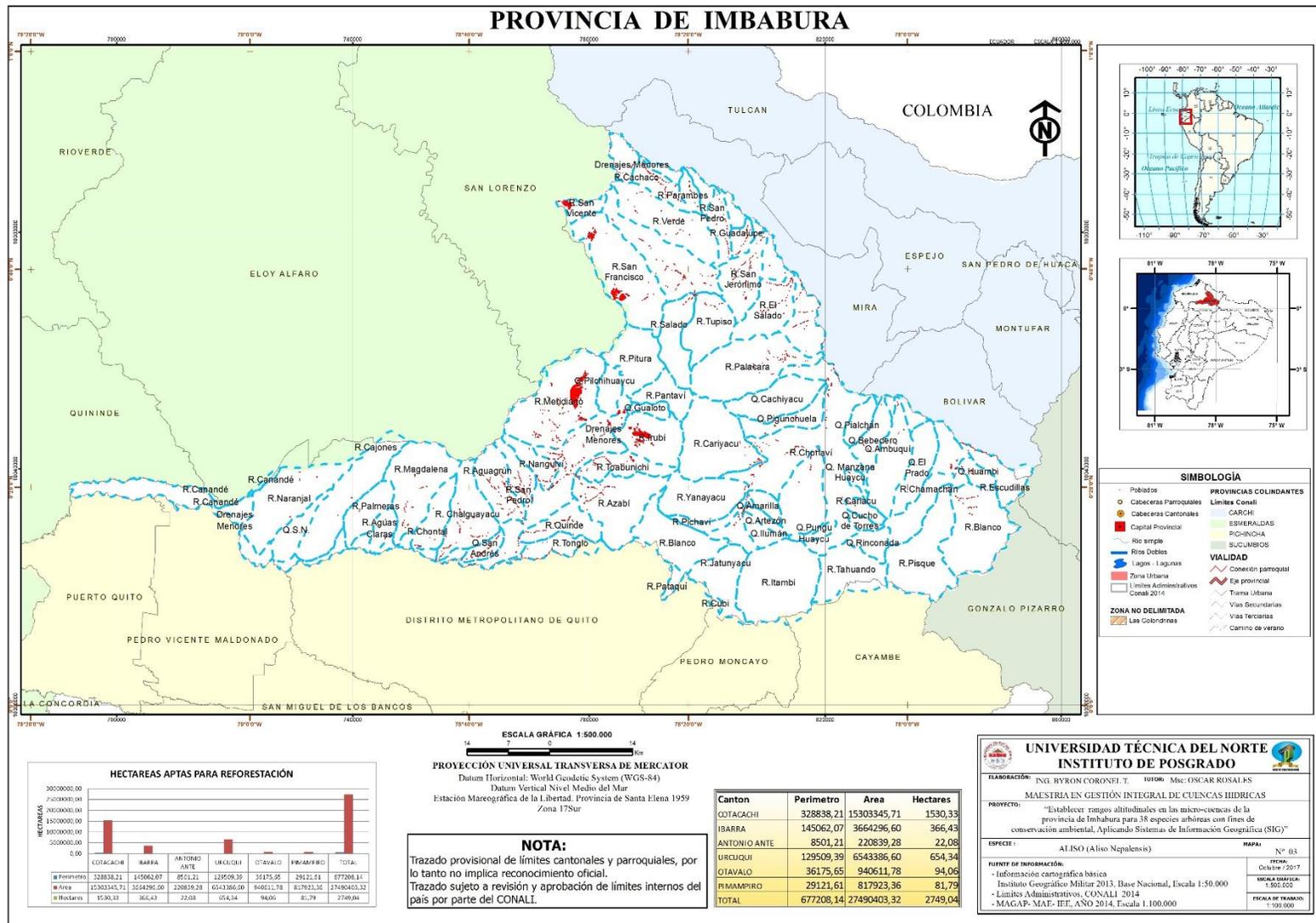
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALISO (*Alnus acuminata* Kunth)



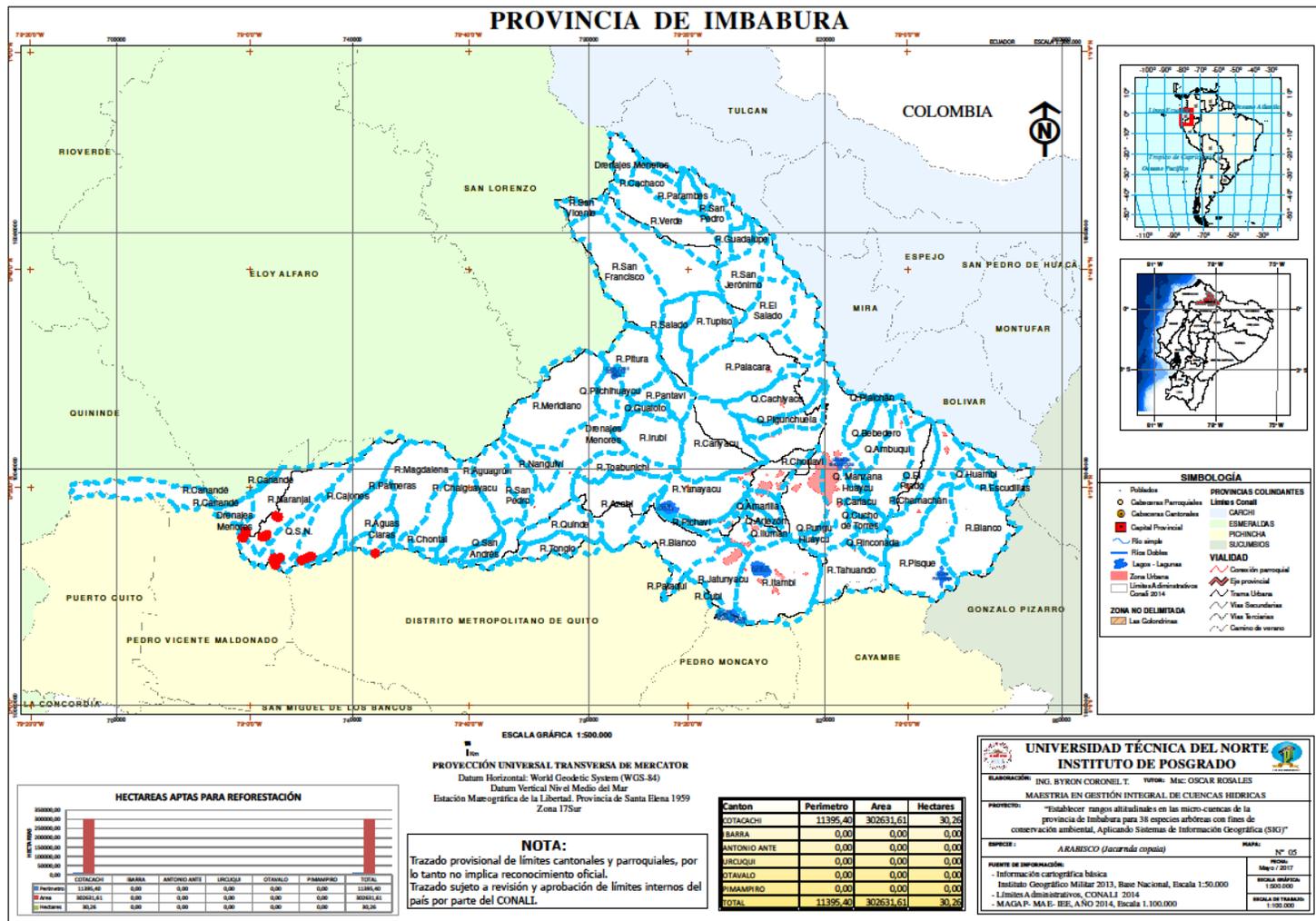
Elaboración el Autor 2017- BC..

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ALISO (*Aliso Nepalensis*)



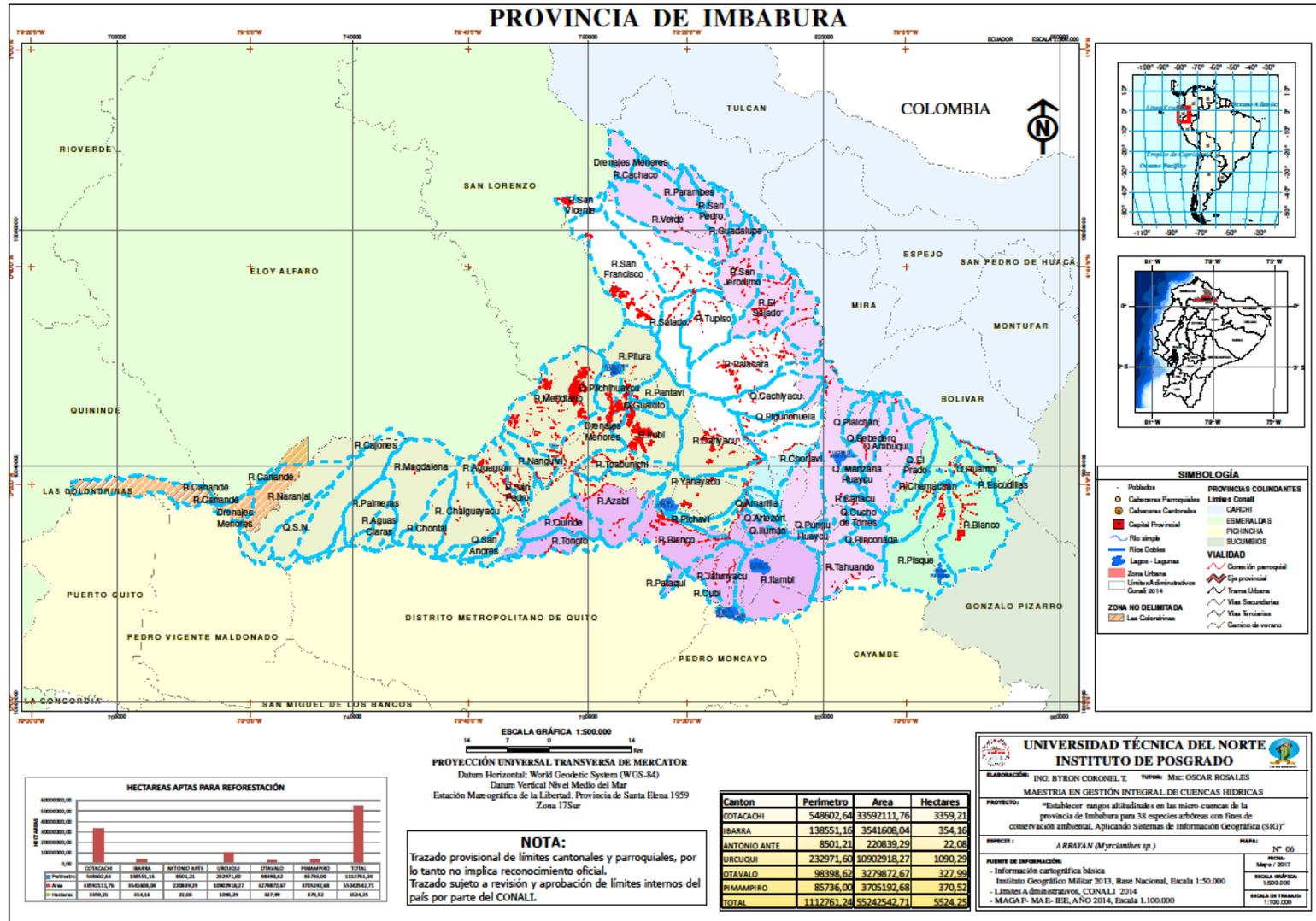
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ARABISCO (*Jacarnda copaia*)



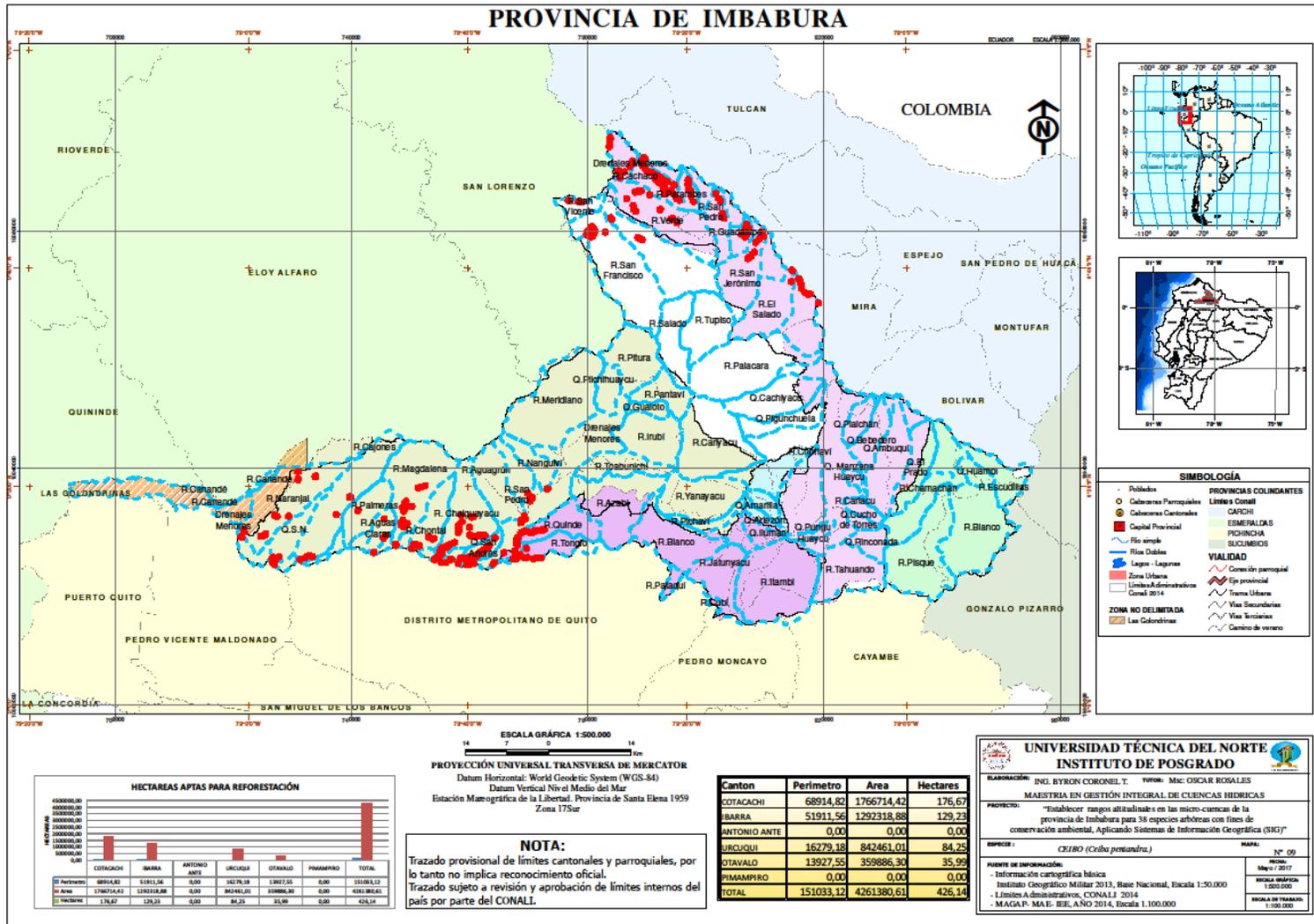
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ARRAYAN (*Myrcianthes* sp.)



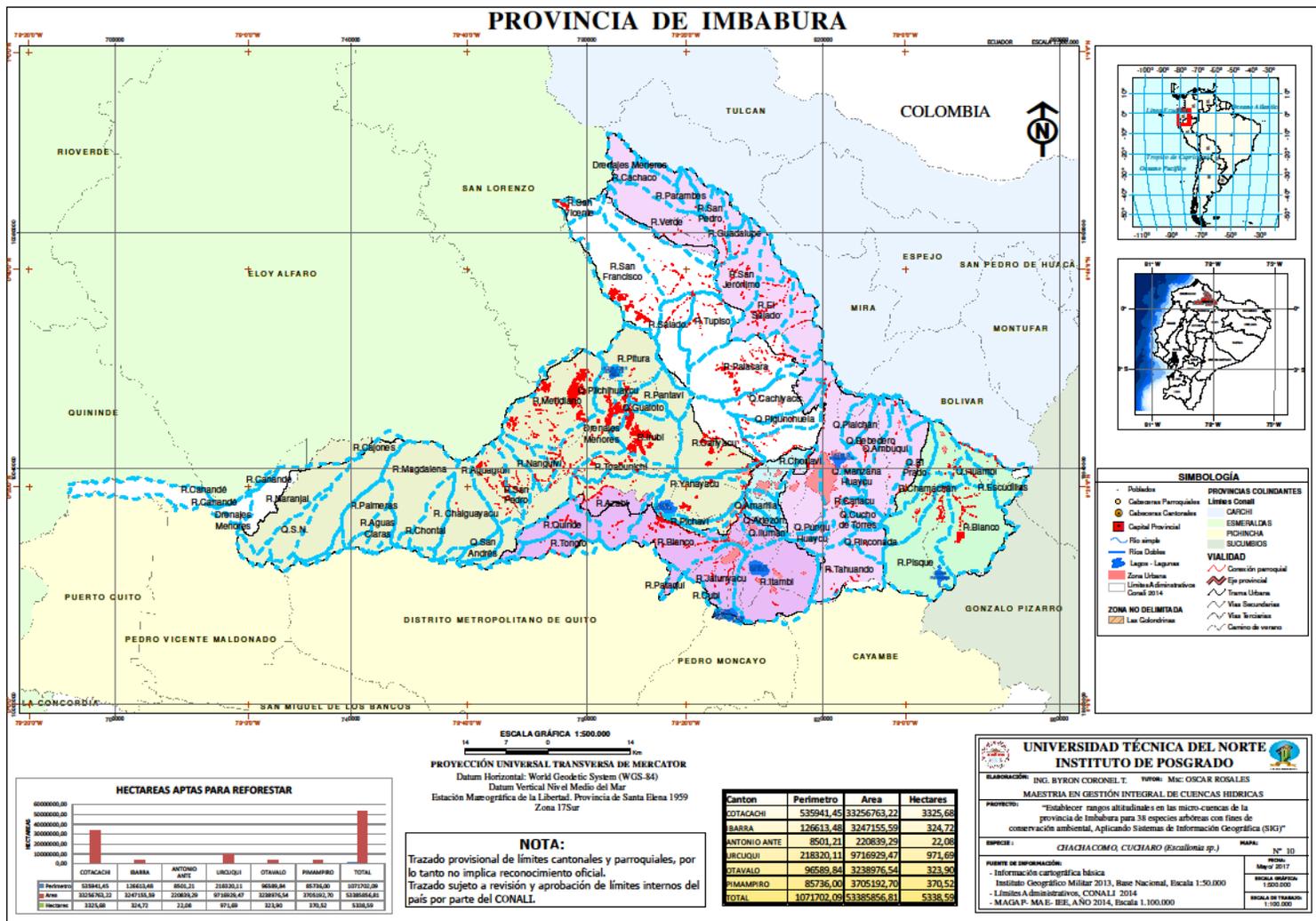
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CEIBO (*Ceiba pentandra*.)



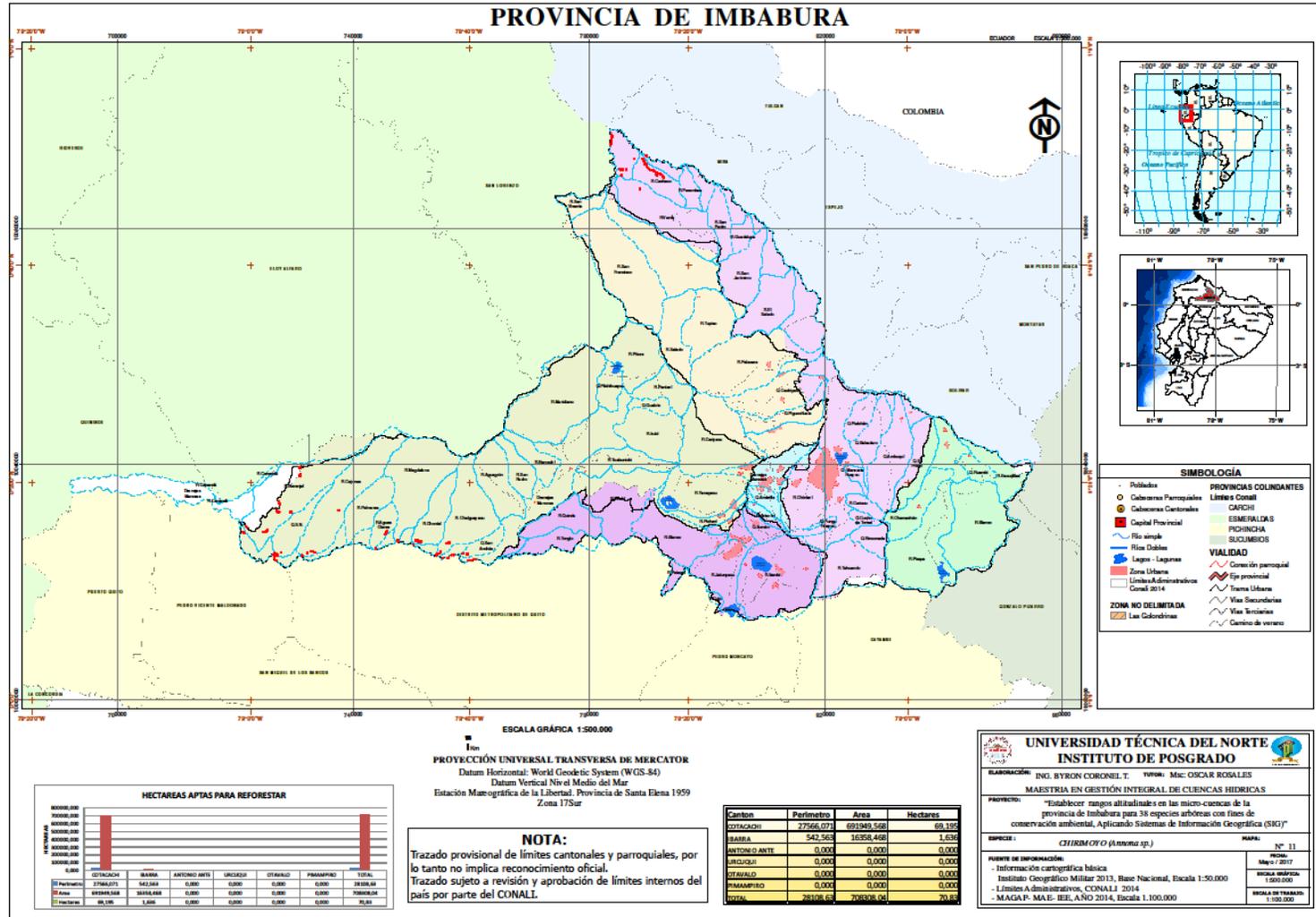
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHACHACOMO, CUCHARO (*Escallonia myrtilloides*.)



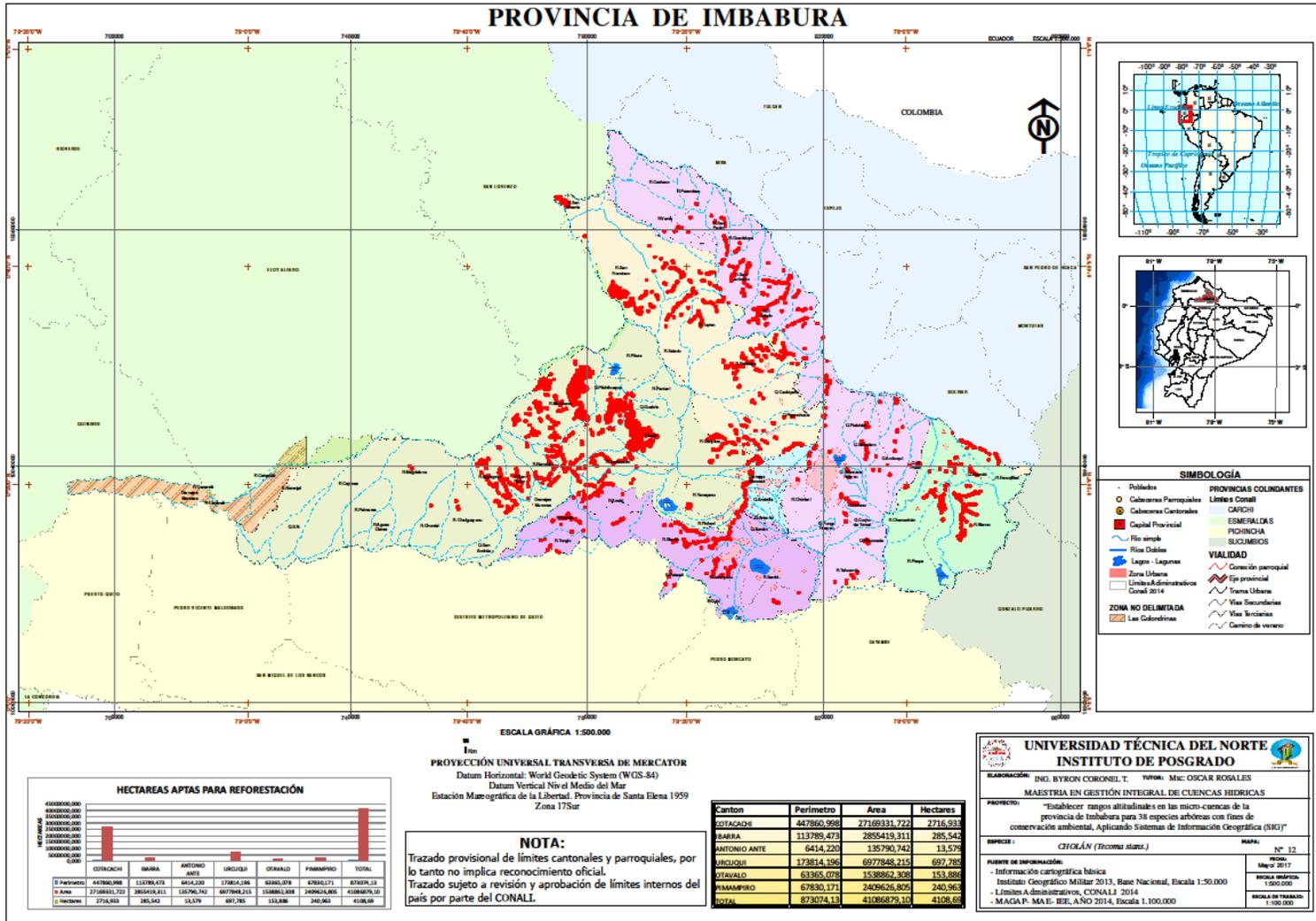
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHIRIMOYA, CHIRIMOYO (*Annona cherimola* Mil.)



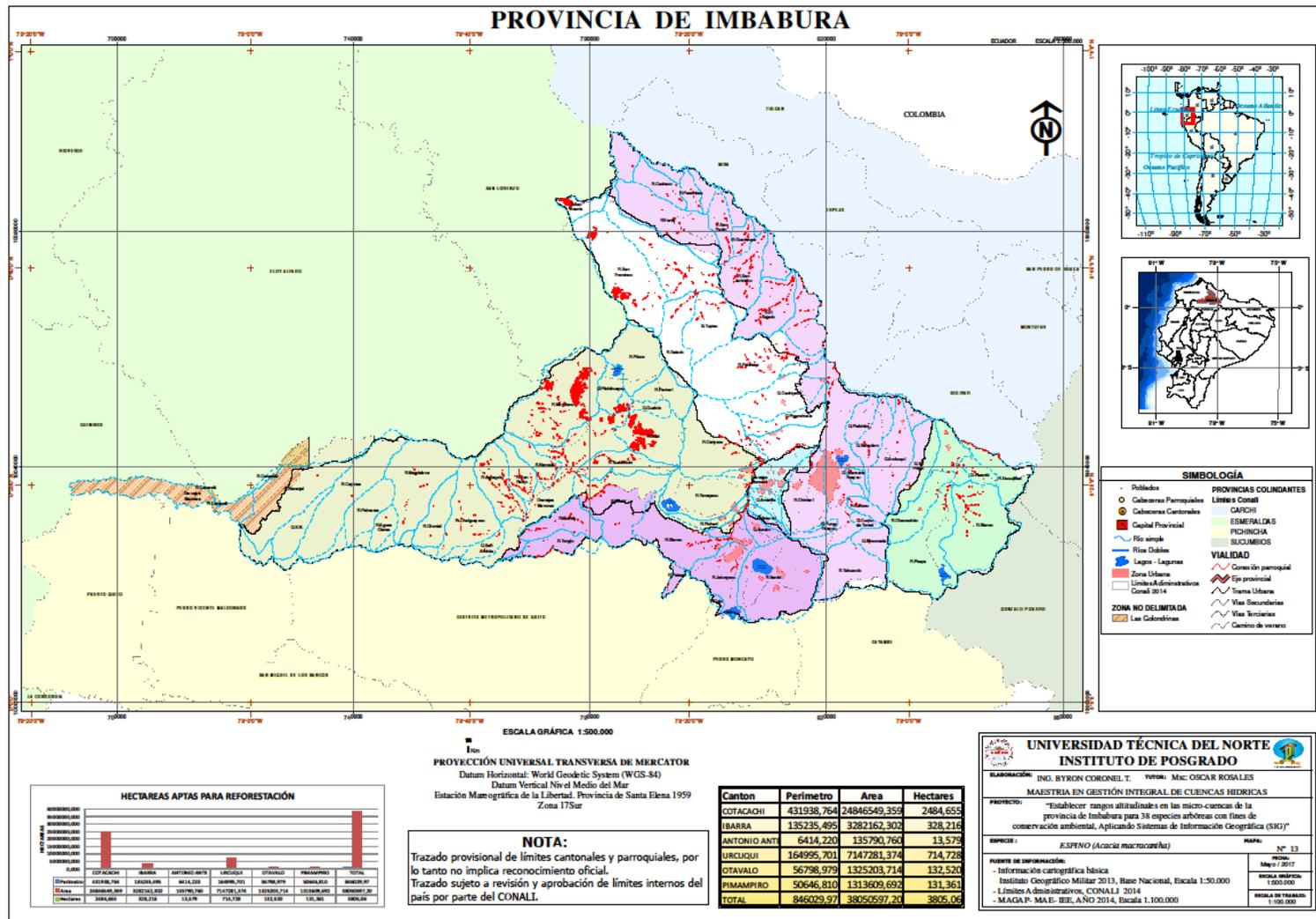
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE CHOLÁN (*Tecoma stans*)



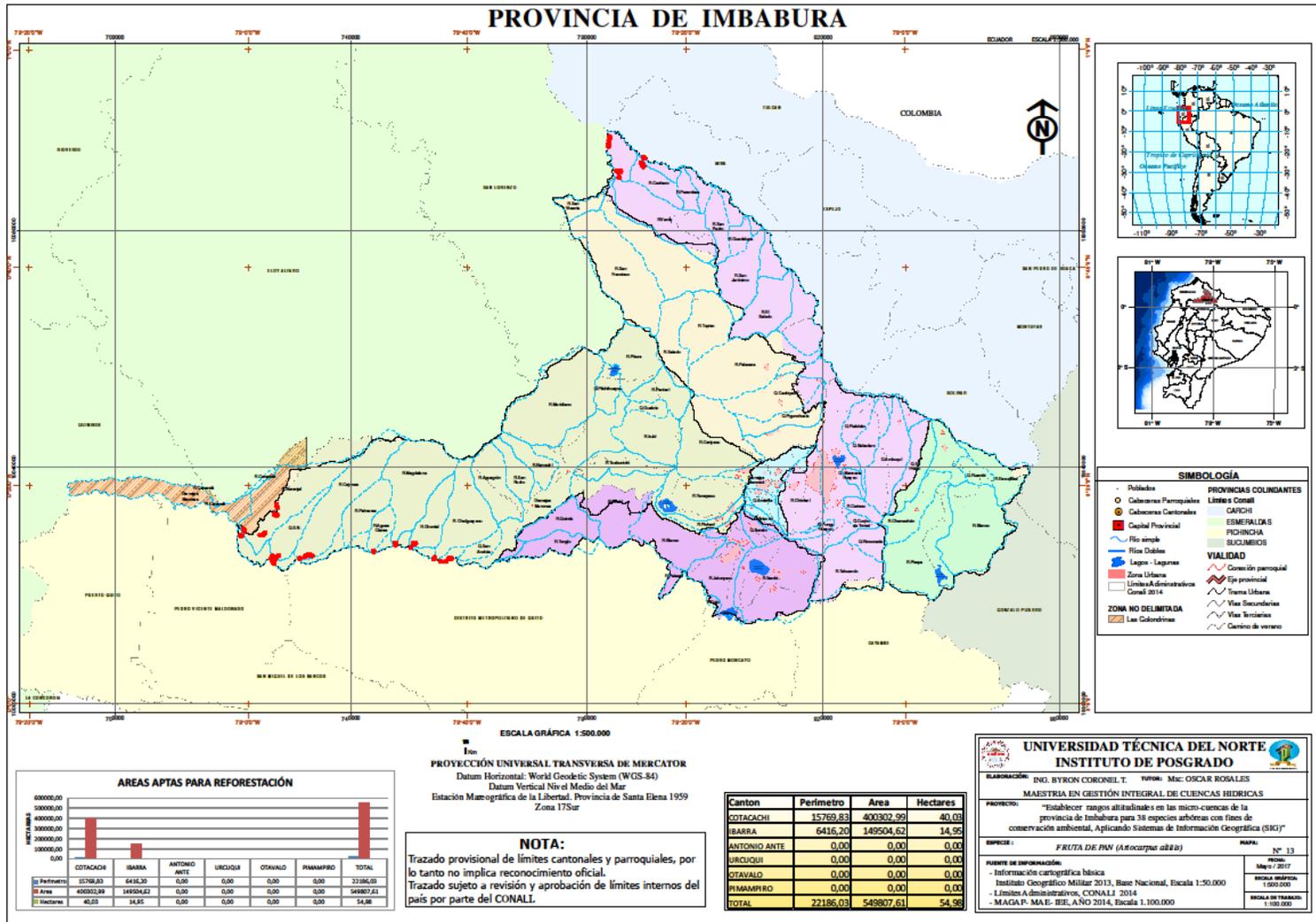
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ESPINO (*Acacia macracantha*)



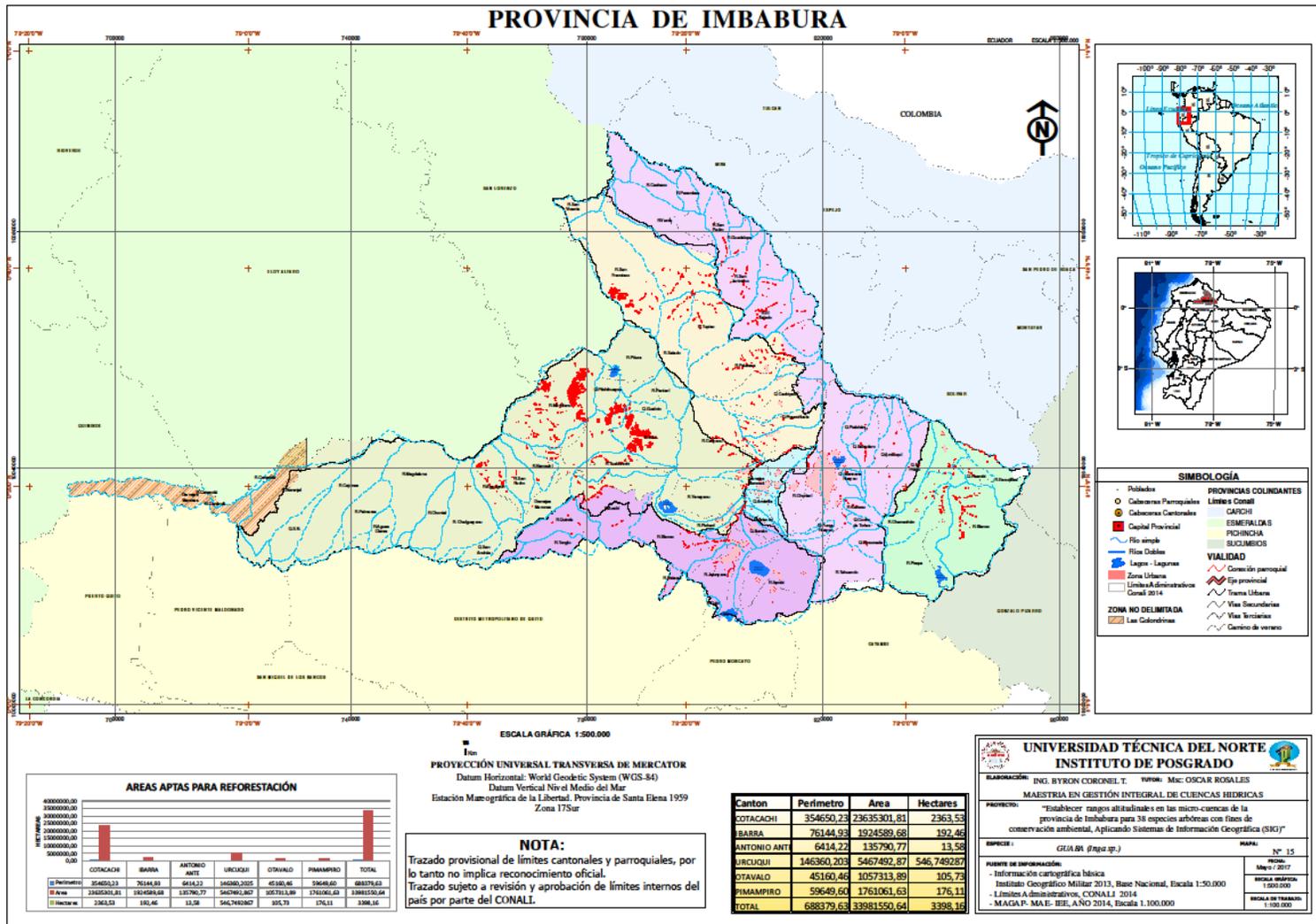
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE FRUTA DE PAN (*Artocarpus altitis*)



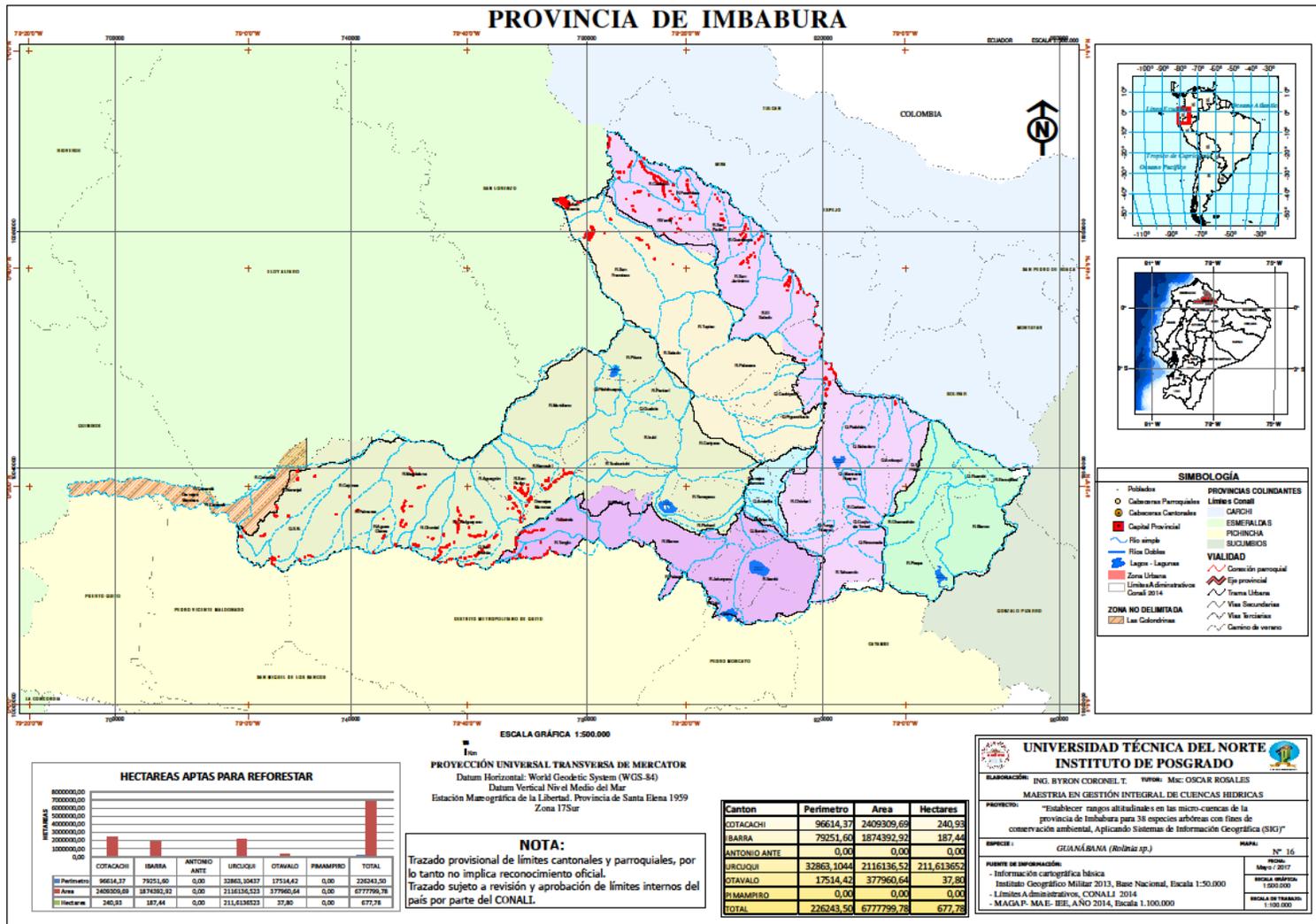
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUABA (*Inga sp.*)



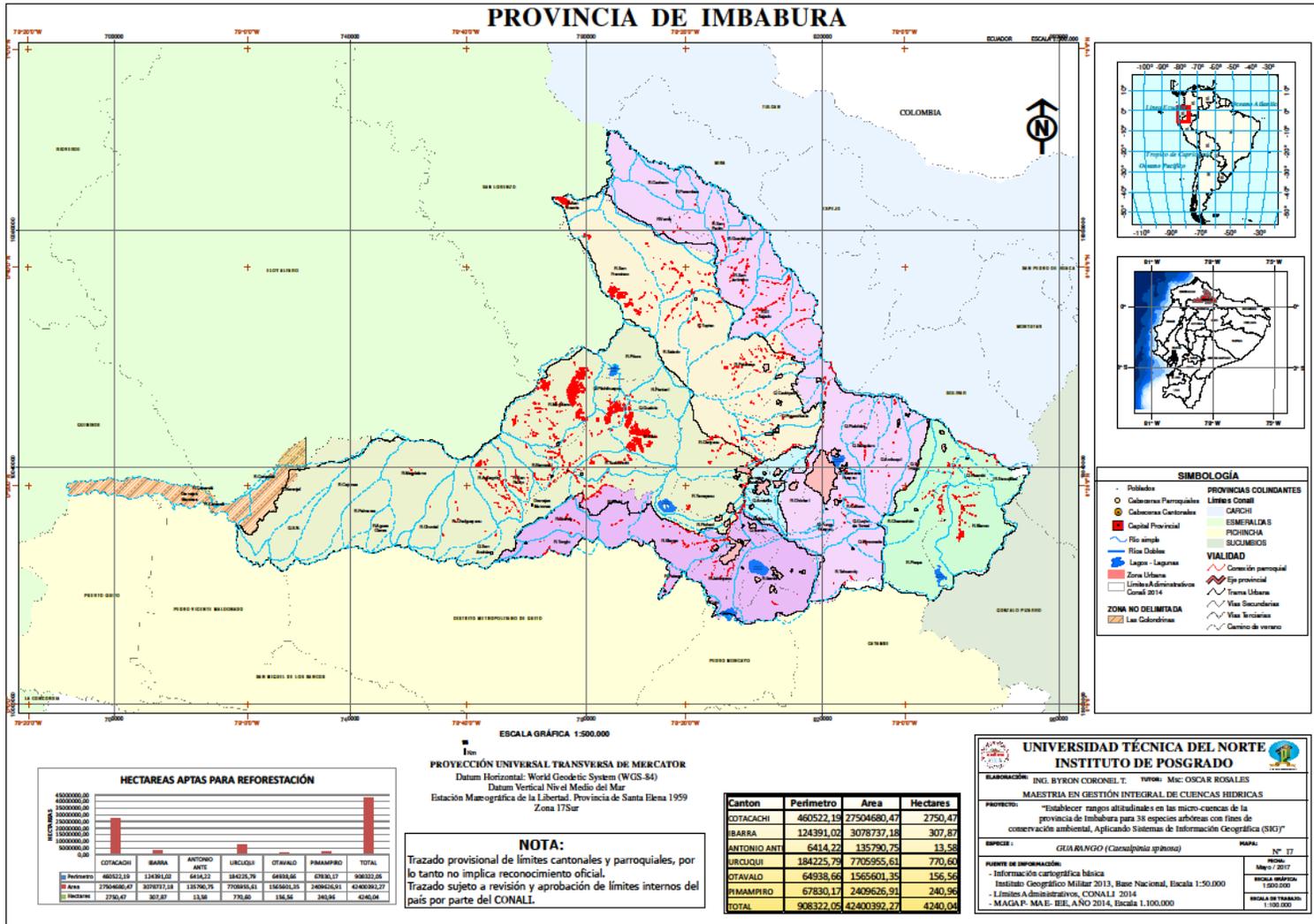
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUANÁBANA (*Rolinia sp.*)



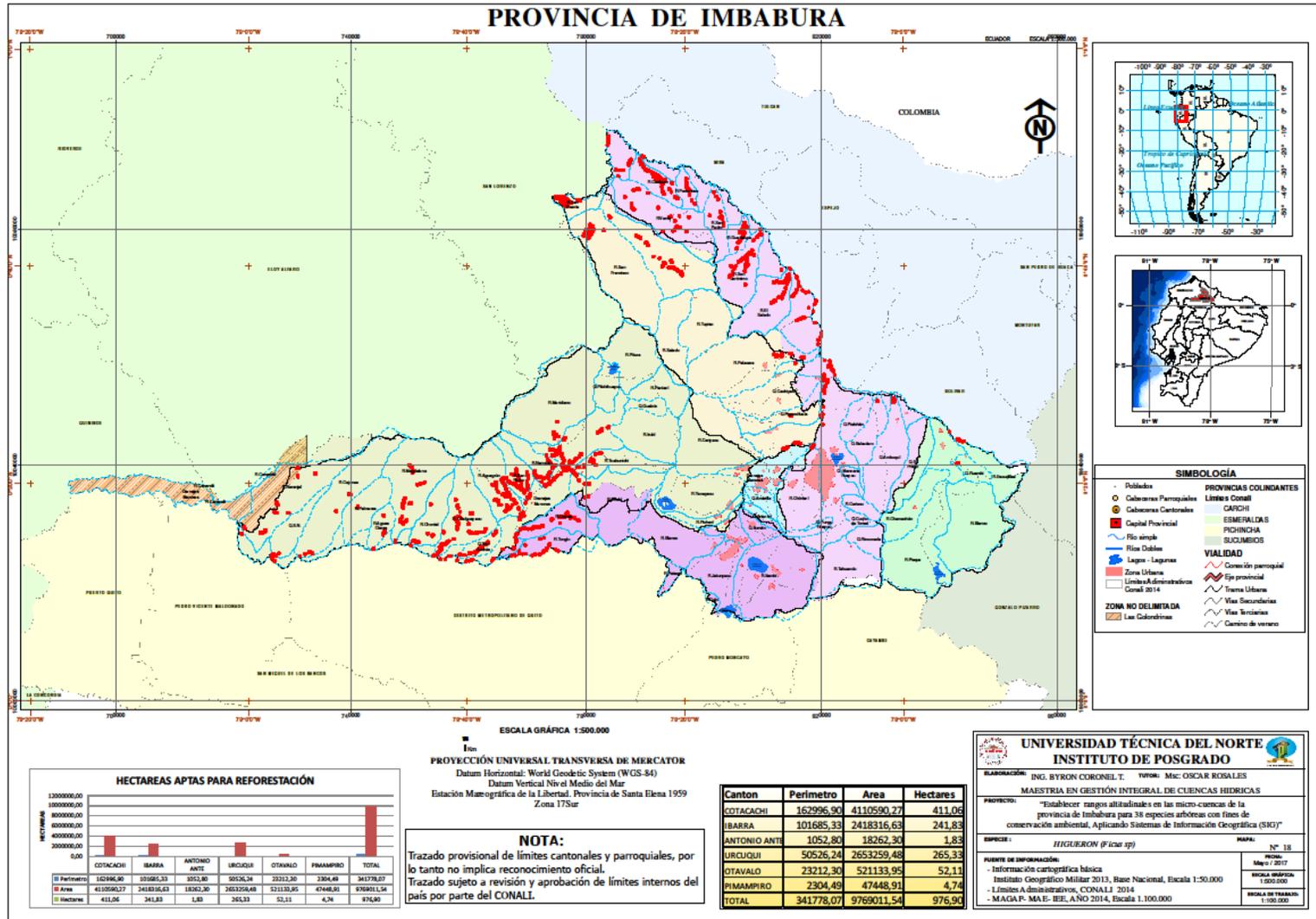
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*)



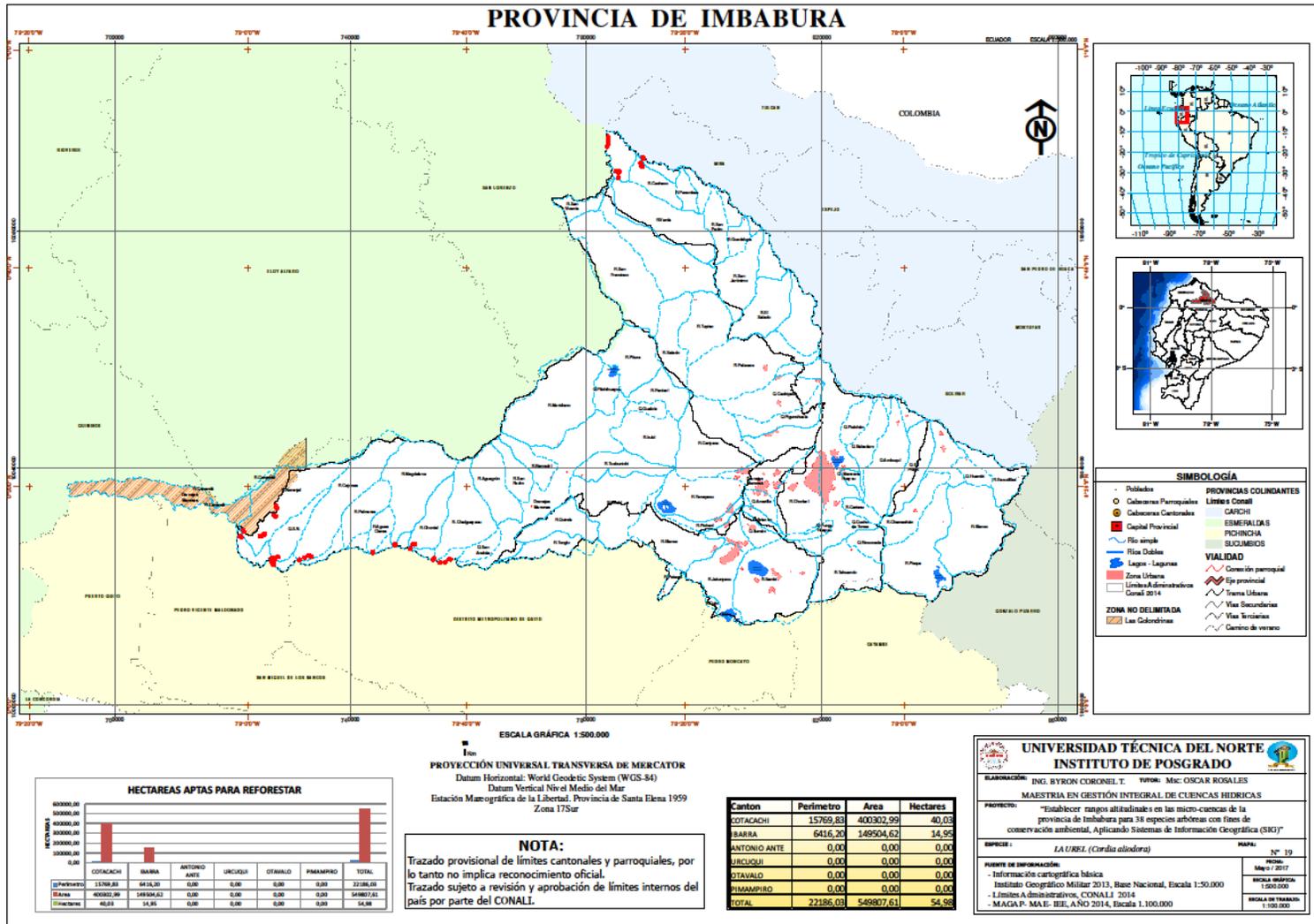
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE HIGUERON (*Ficus cuatrecasana* Dugand)



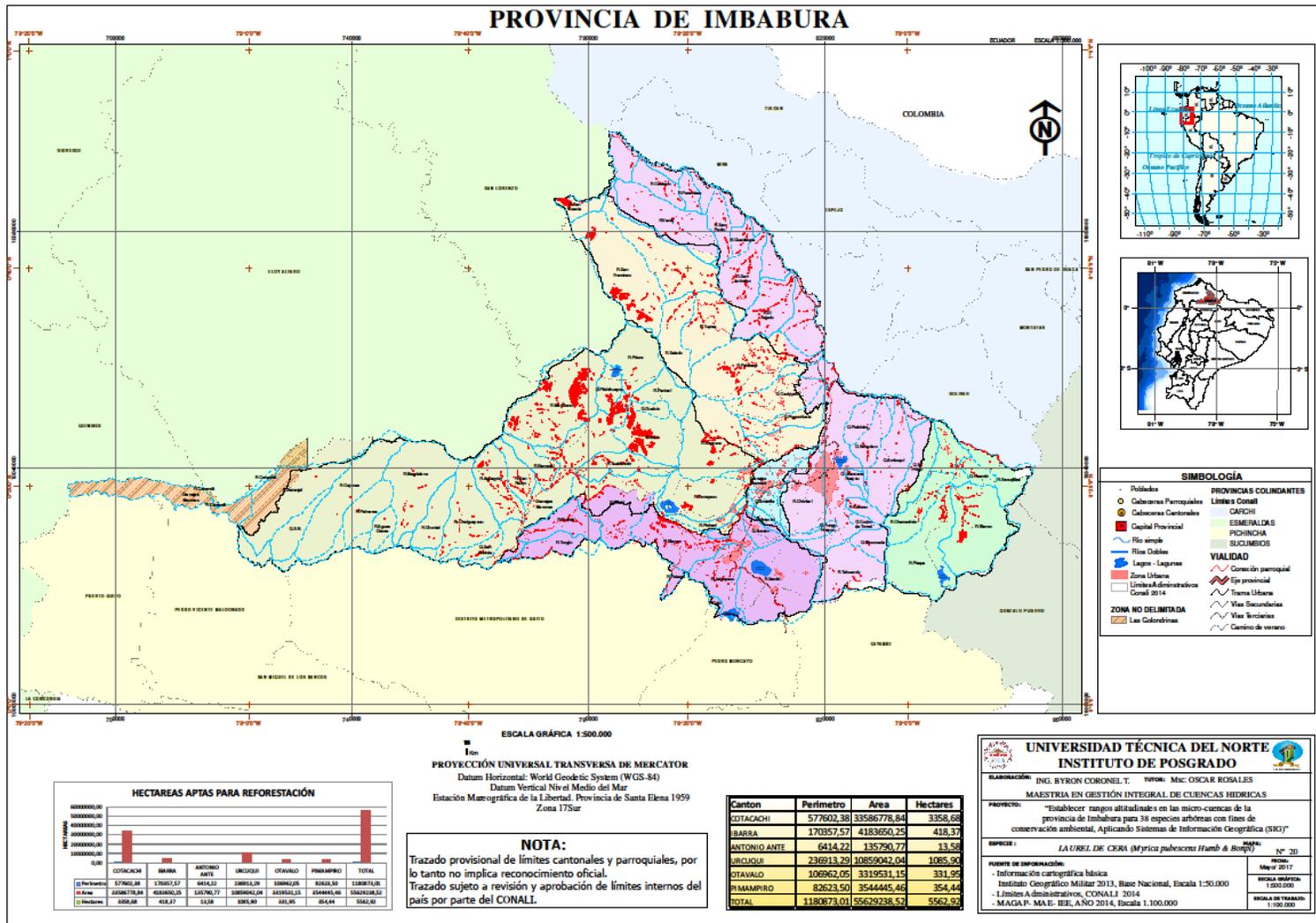
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LAUREL (*Cordia alliodora*)



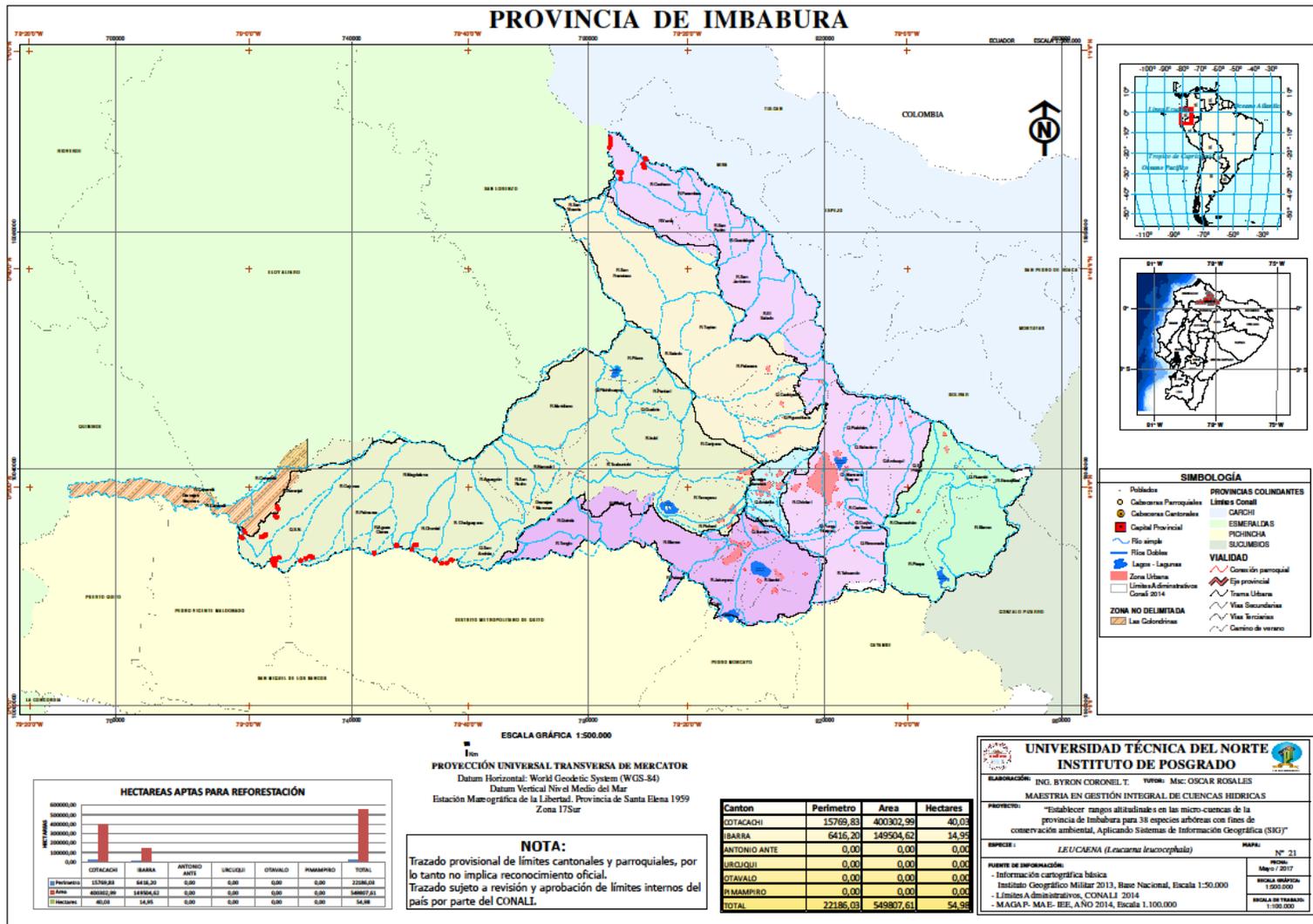
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LAUREL DE CERA (*Myrica pubescens* Humb & Bonpl)



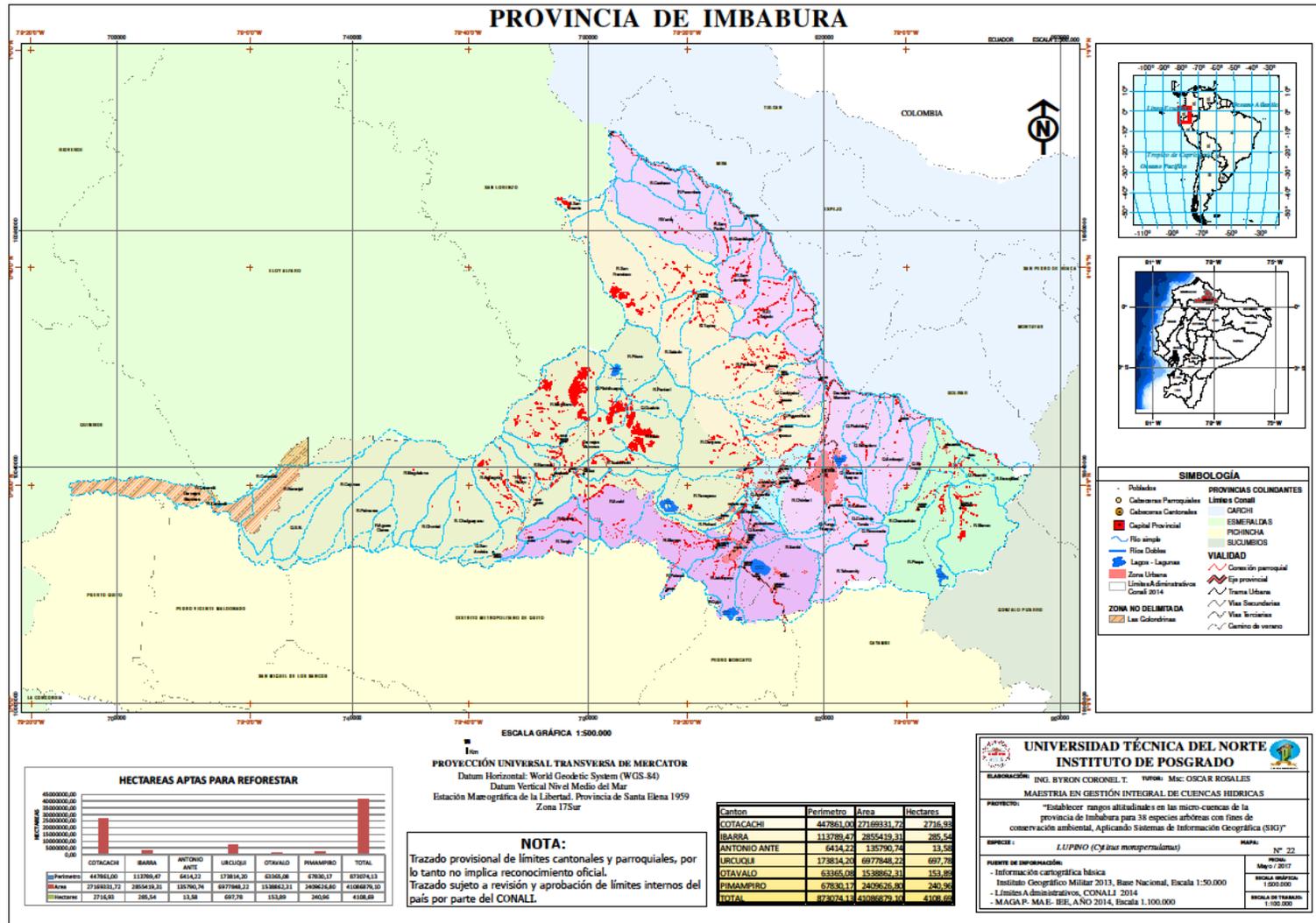
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*)



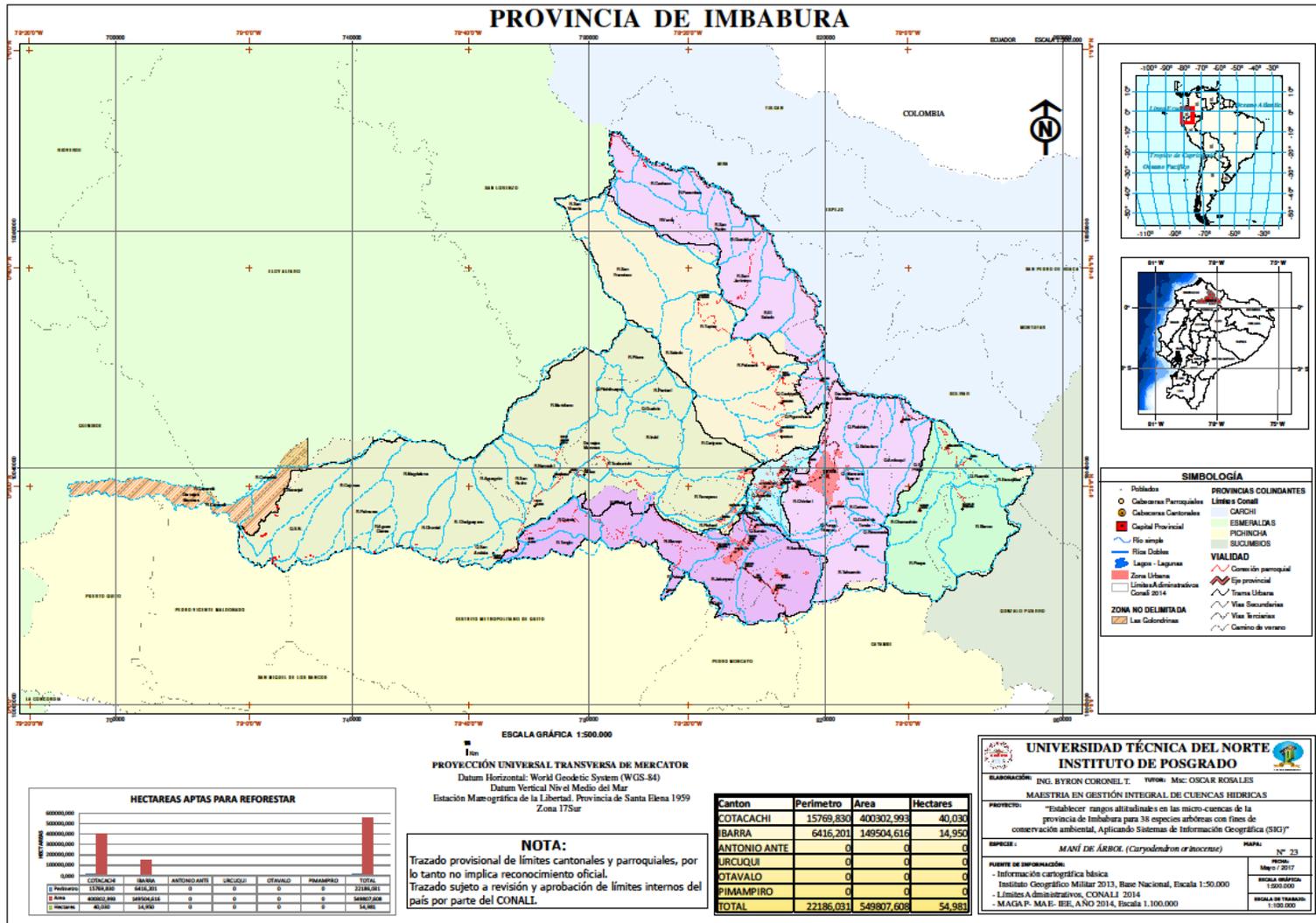
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE LUPINO (*Cytisus monspersulanus*)



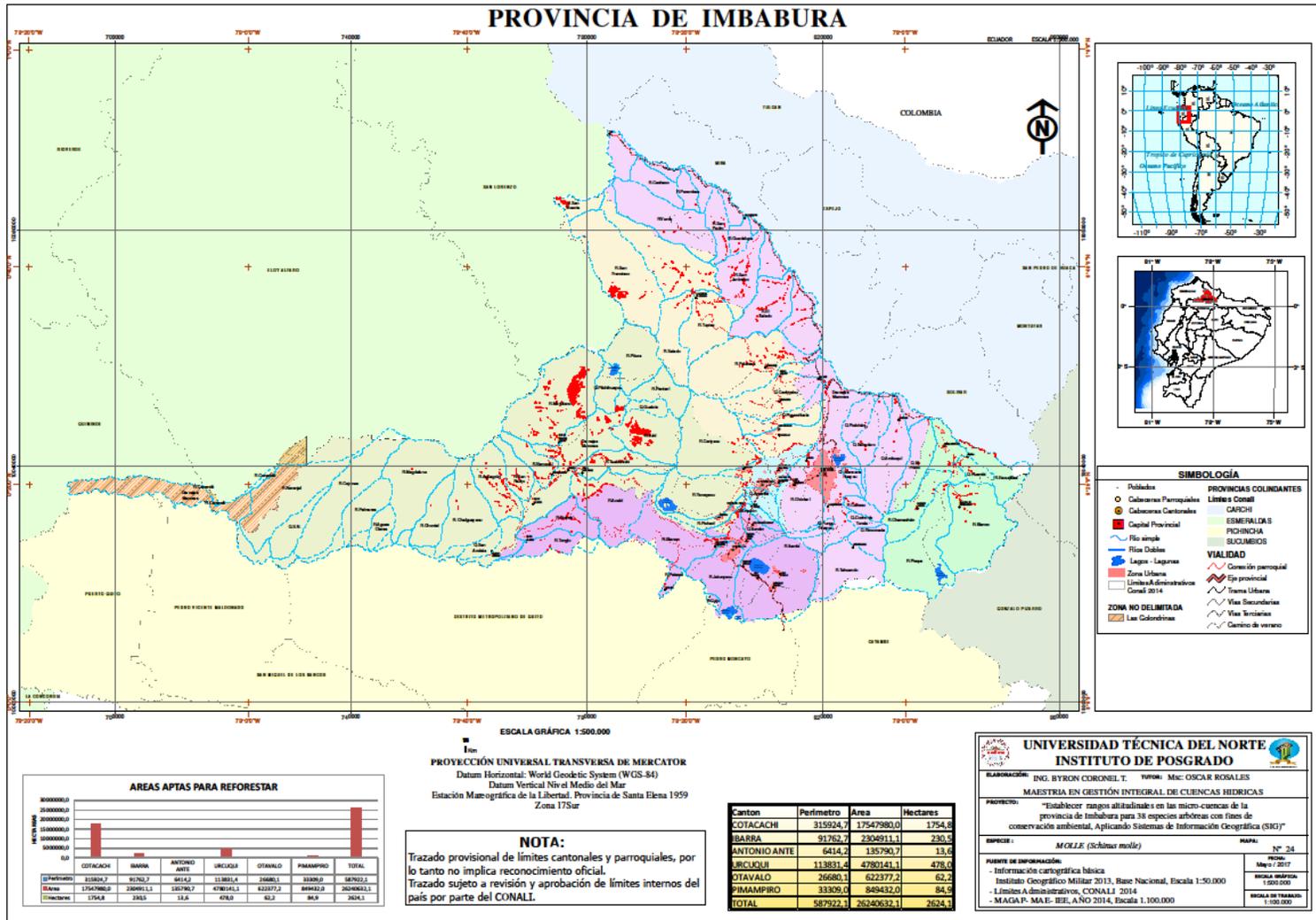
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MANÍ DE ÁRBOL (*Caryodendron orinocense*)



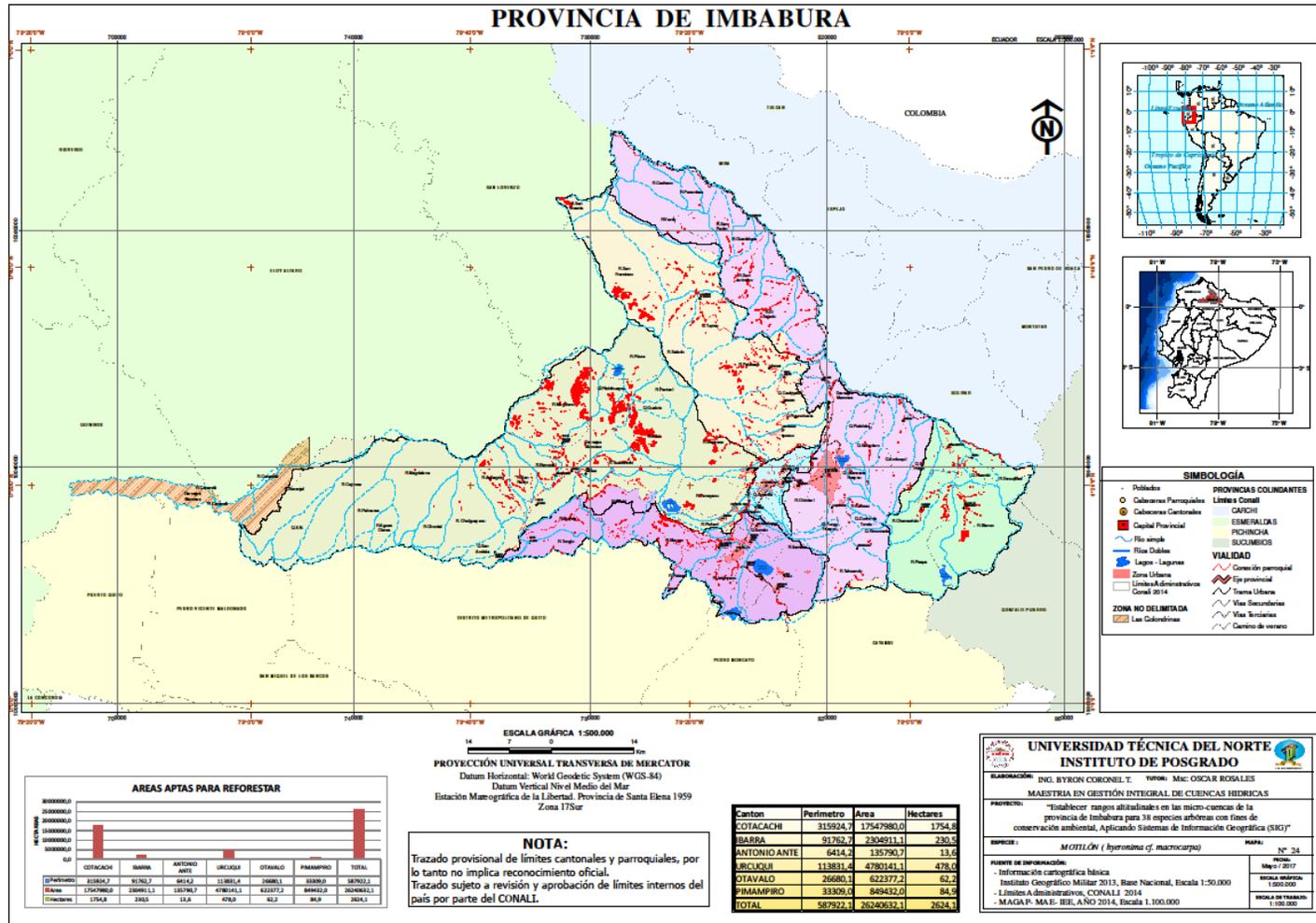
Elaboración el Autor 2017- BC..

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MOLLE (*Schinus molle*)



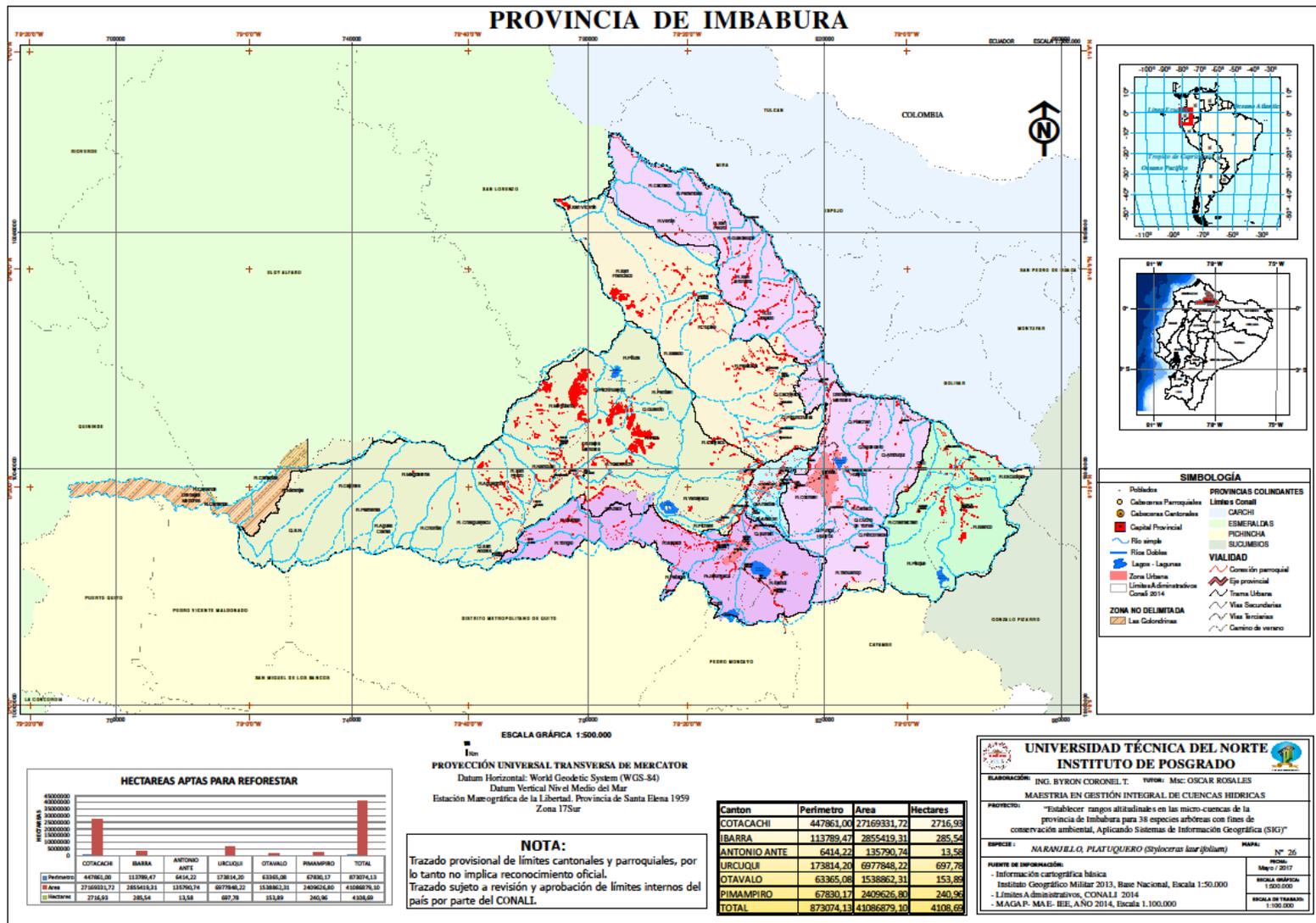
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE MOTILÓN (*Hyeronima cf. macrocarpa*)



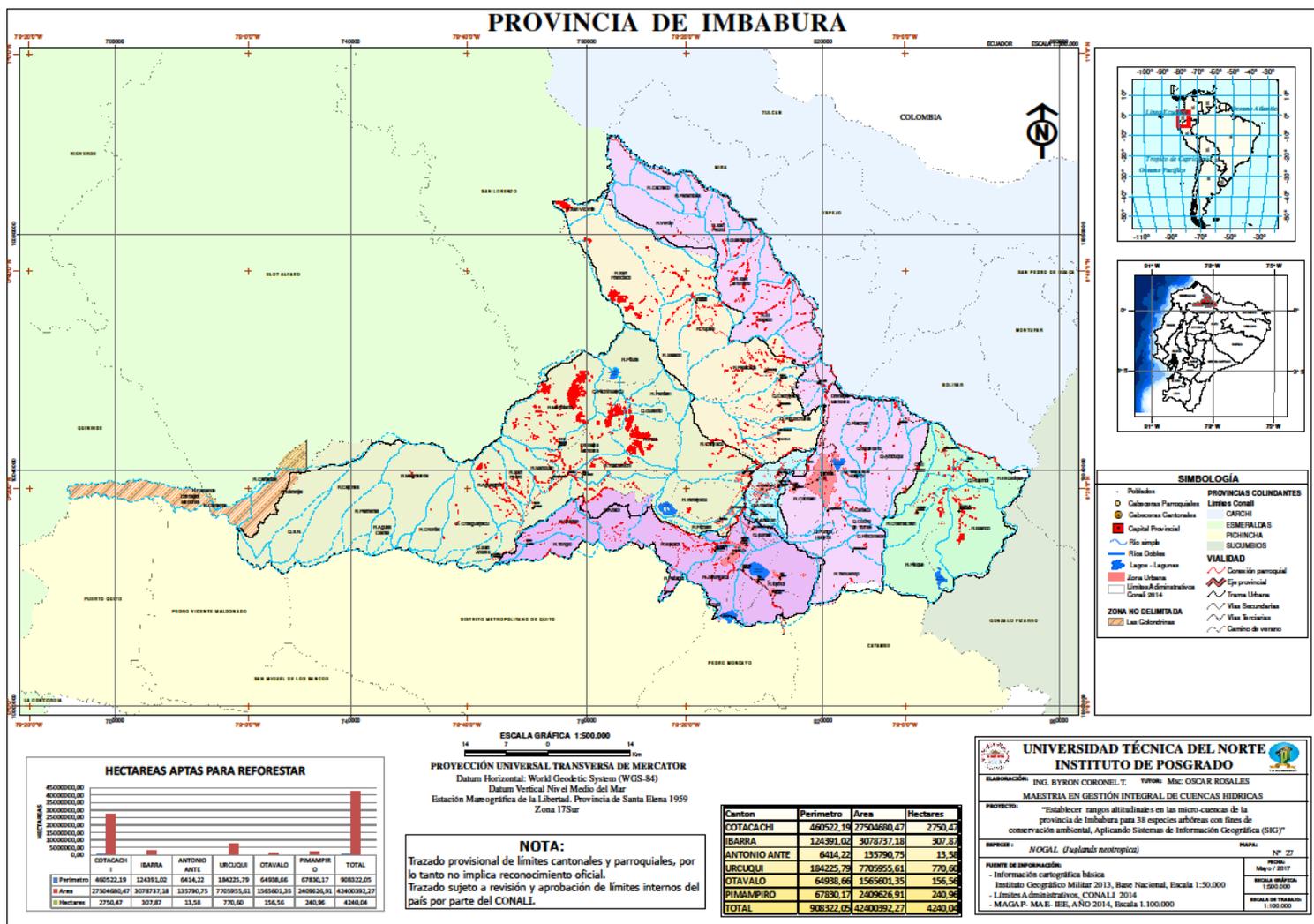
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE NARANJILLO, PLATUQUERO (*Styloceras laurifolium*)



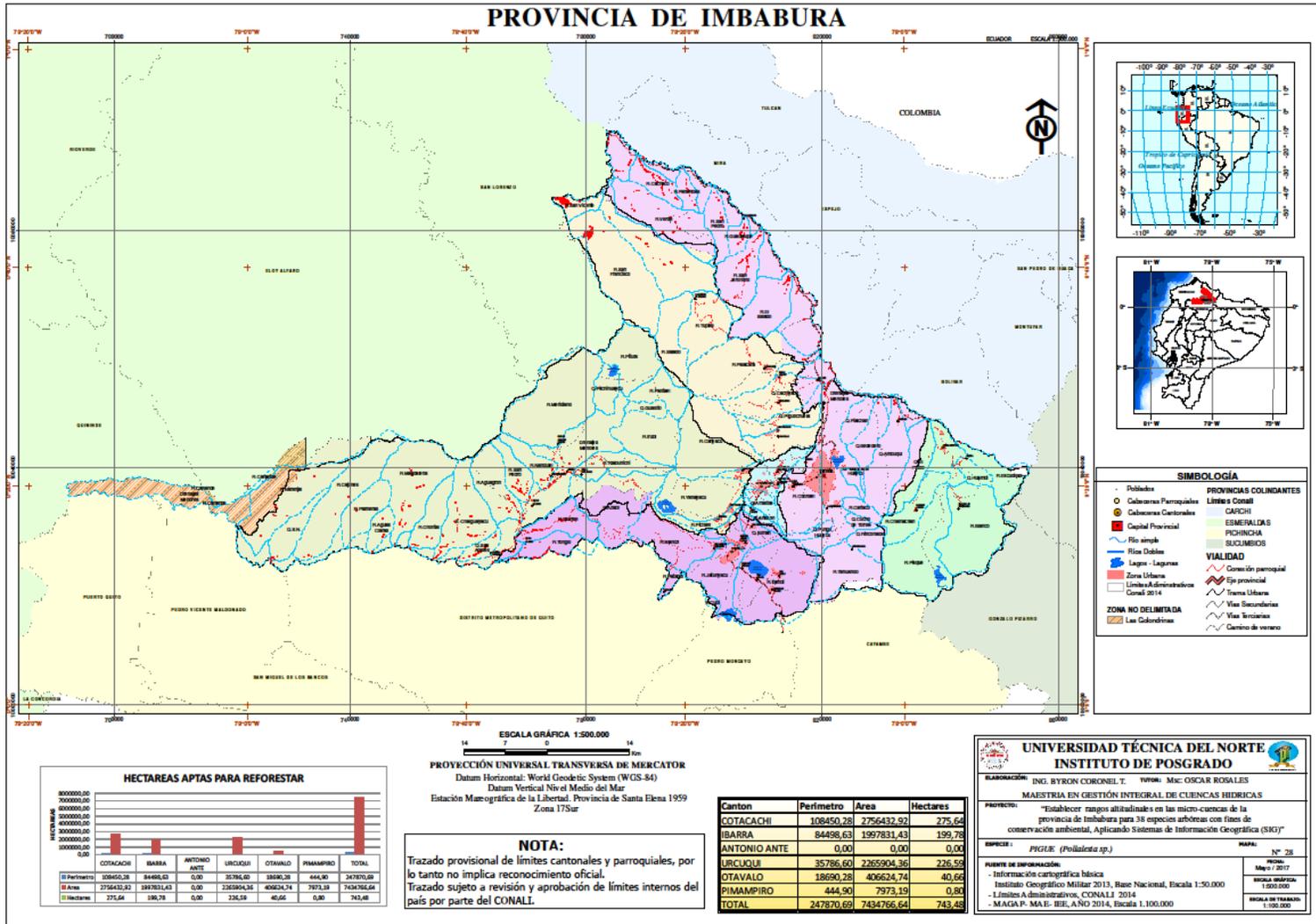
Elaboración el Autor 2017- BC..

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE NOGAL (*Juglans neotropica*)



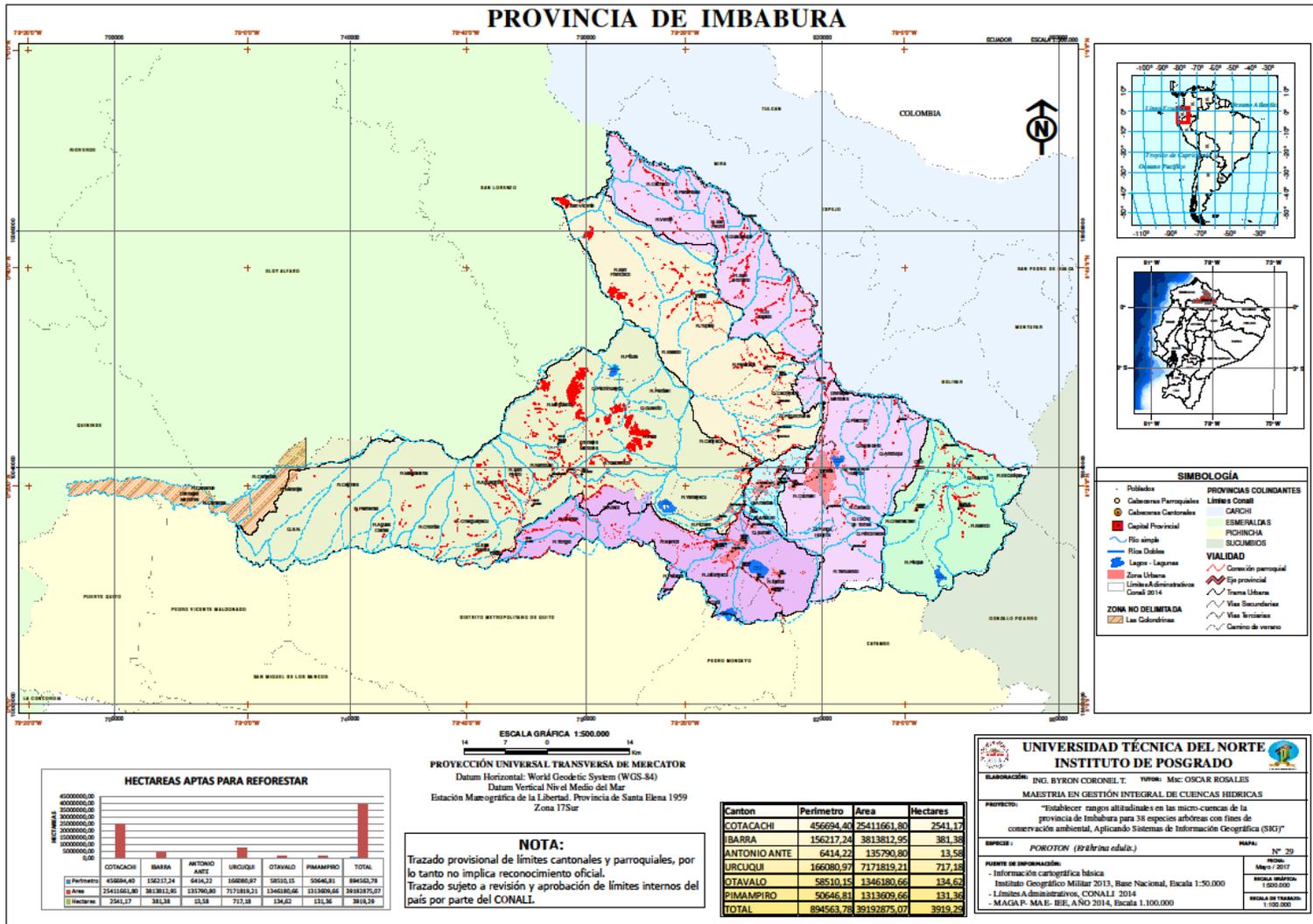
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE PIGUE (*Piptocoma discolor.*)



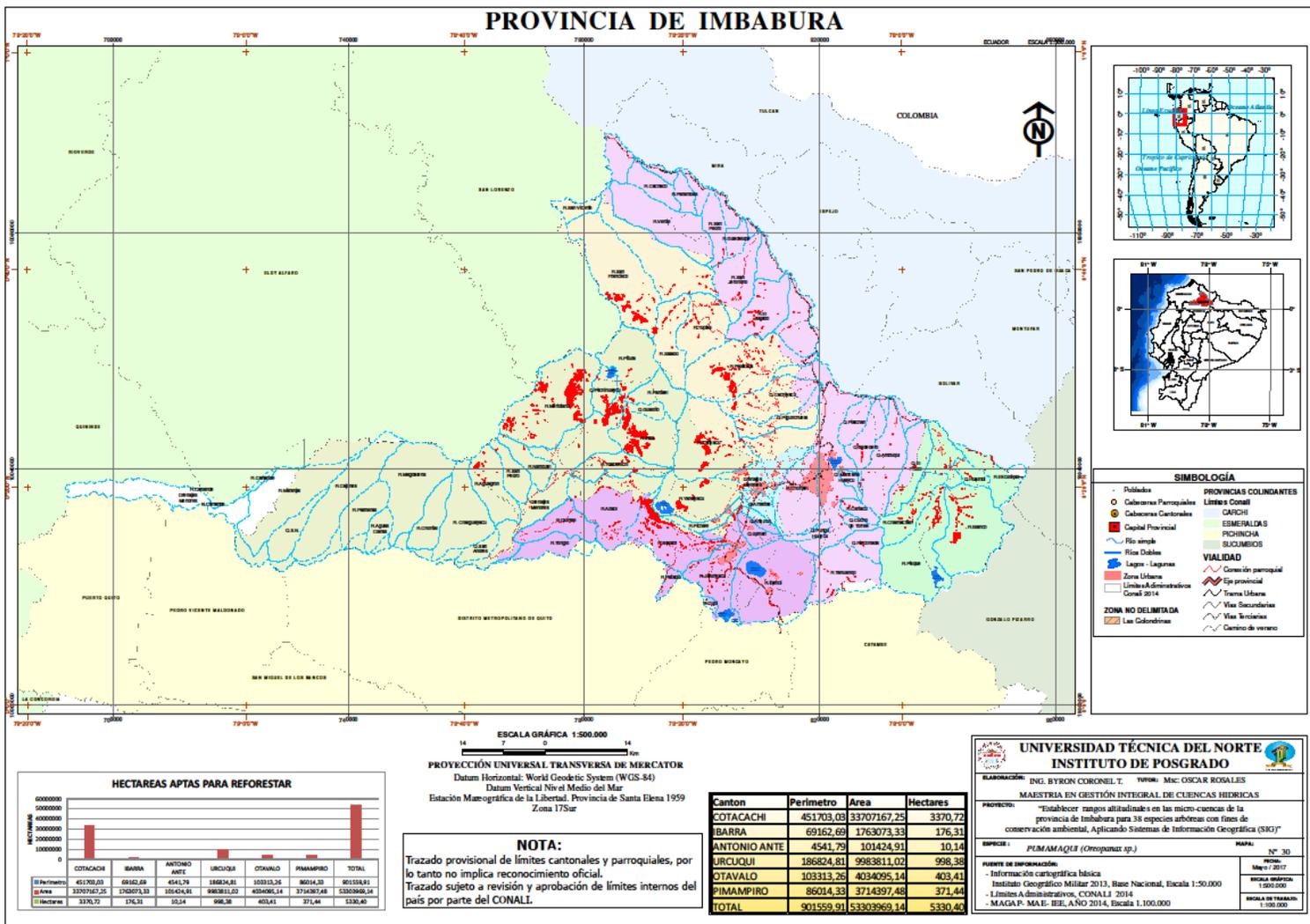
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE POROTON (*Erithrina edulis*)



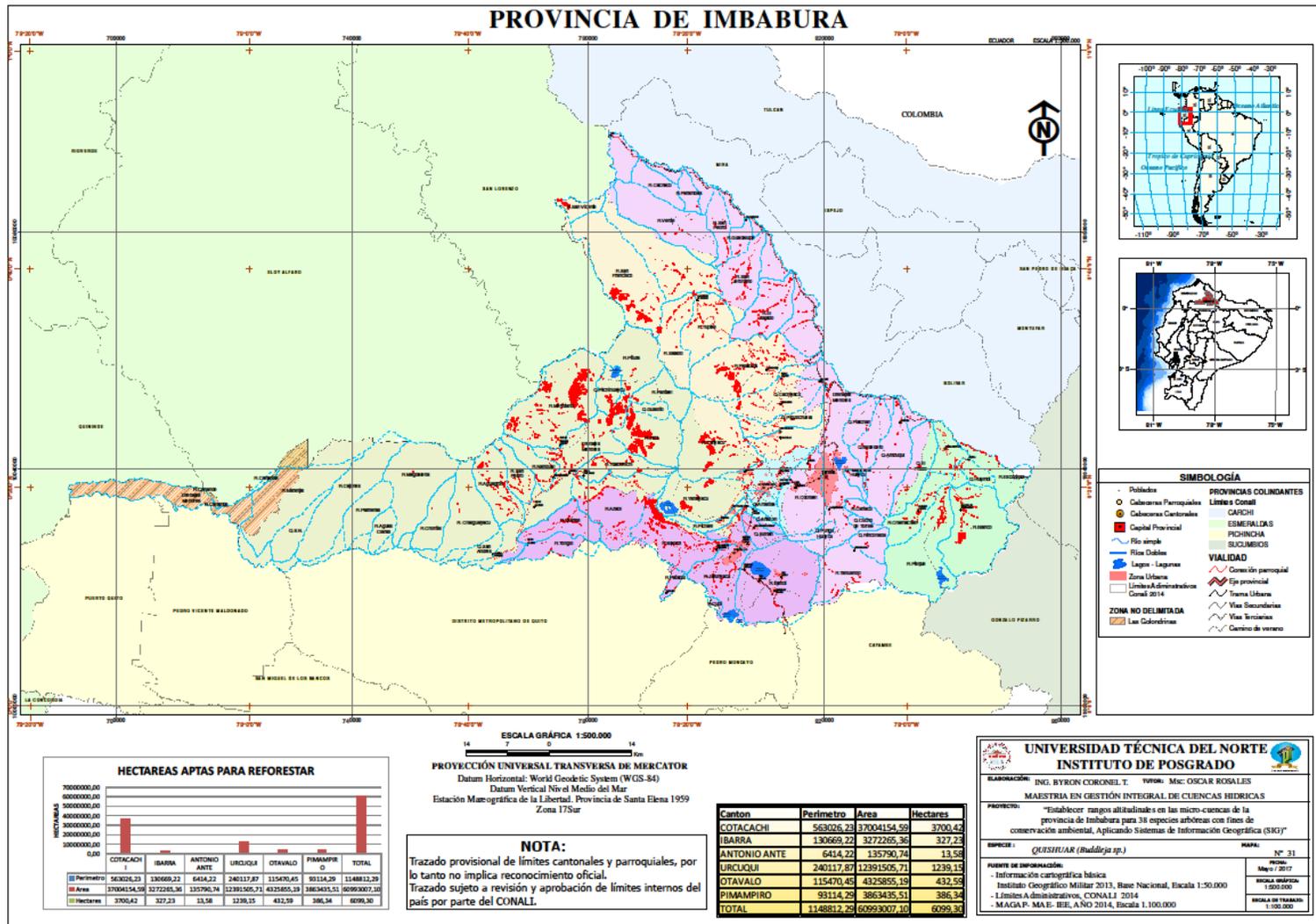
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE PUMAMAQUI (*Oreopanax ecuadorensis*.)



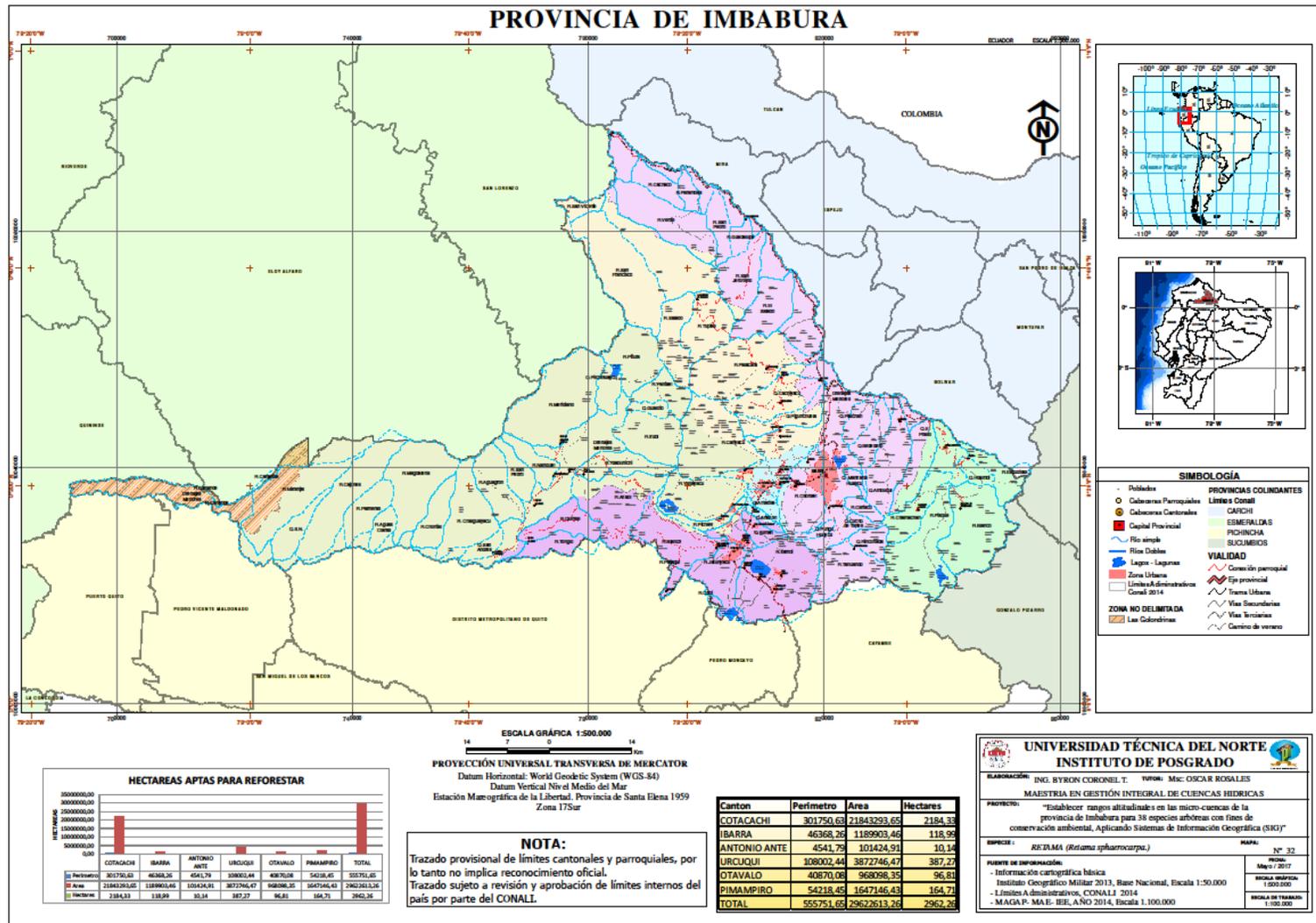
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE QUISHUAR (*Budleja incana*.)



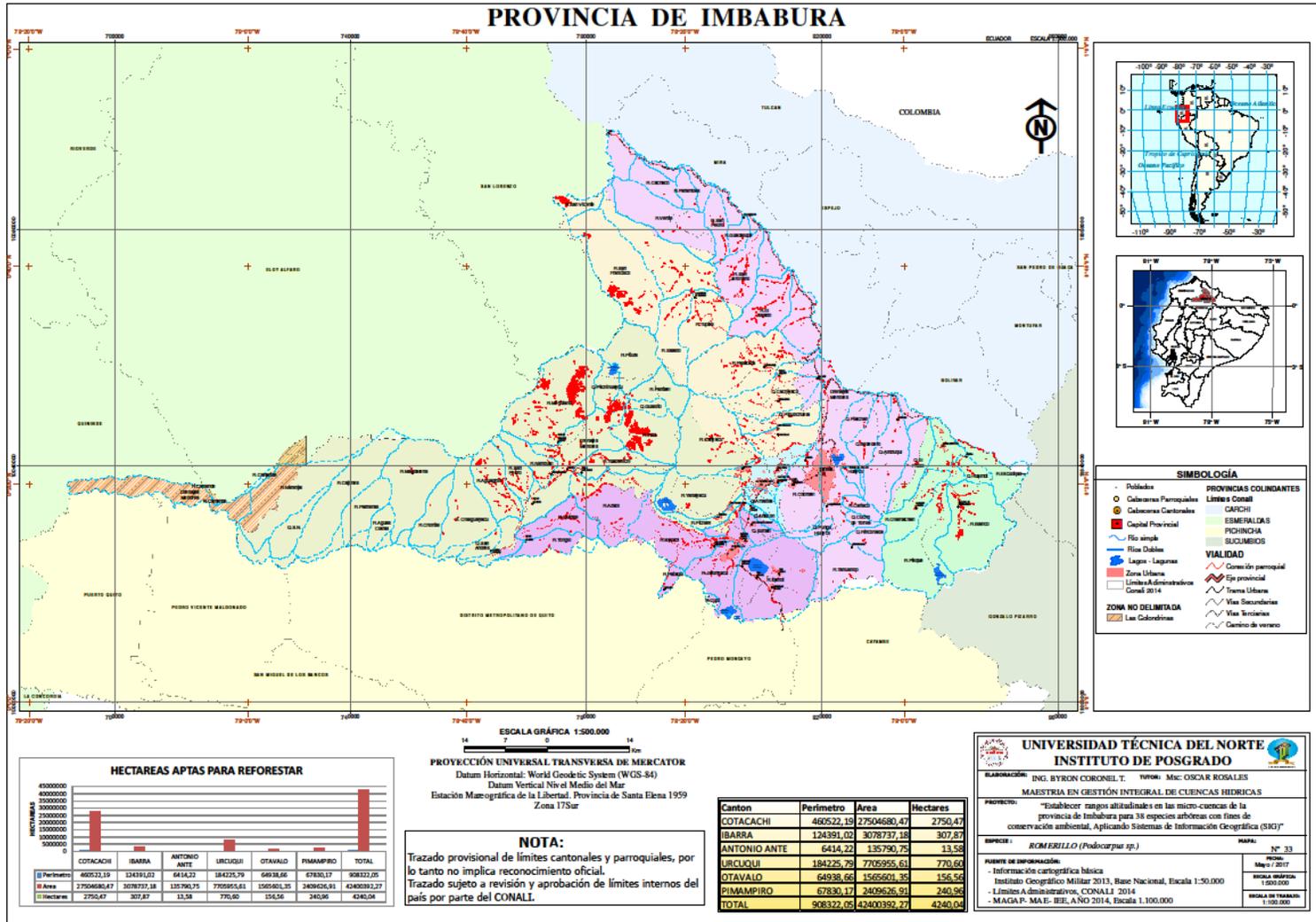
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE RETAMA (*Retama sphaerocarpa*.)



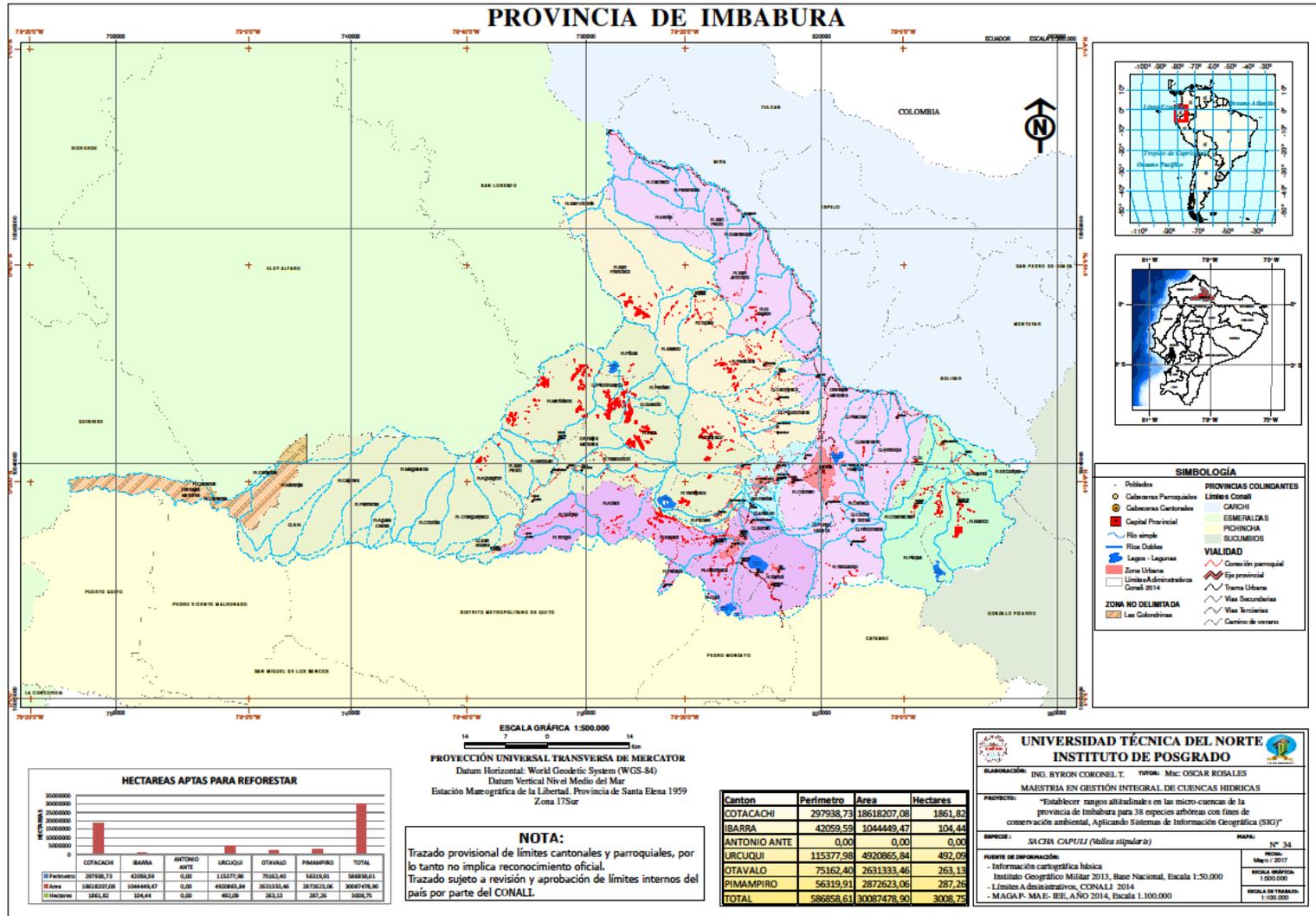
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE ROMERILLO (*Podocarpus sp.*)



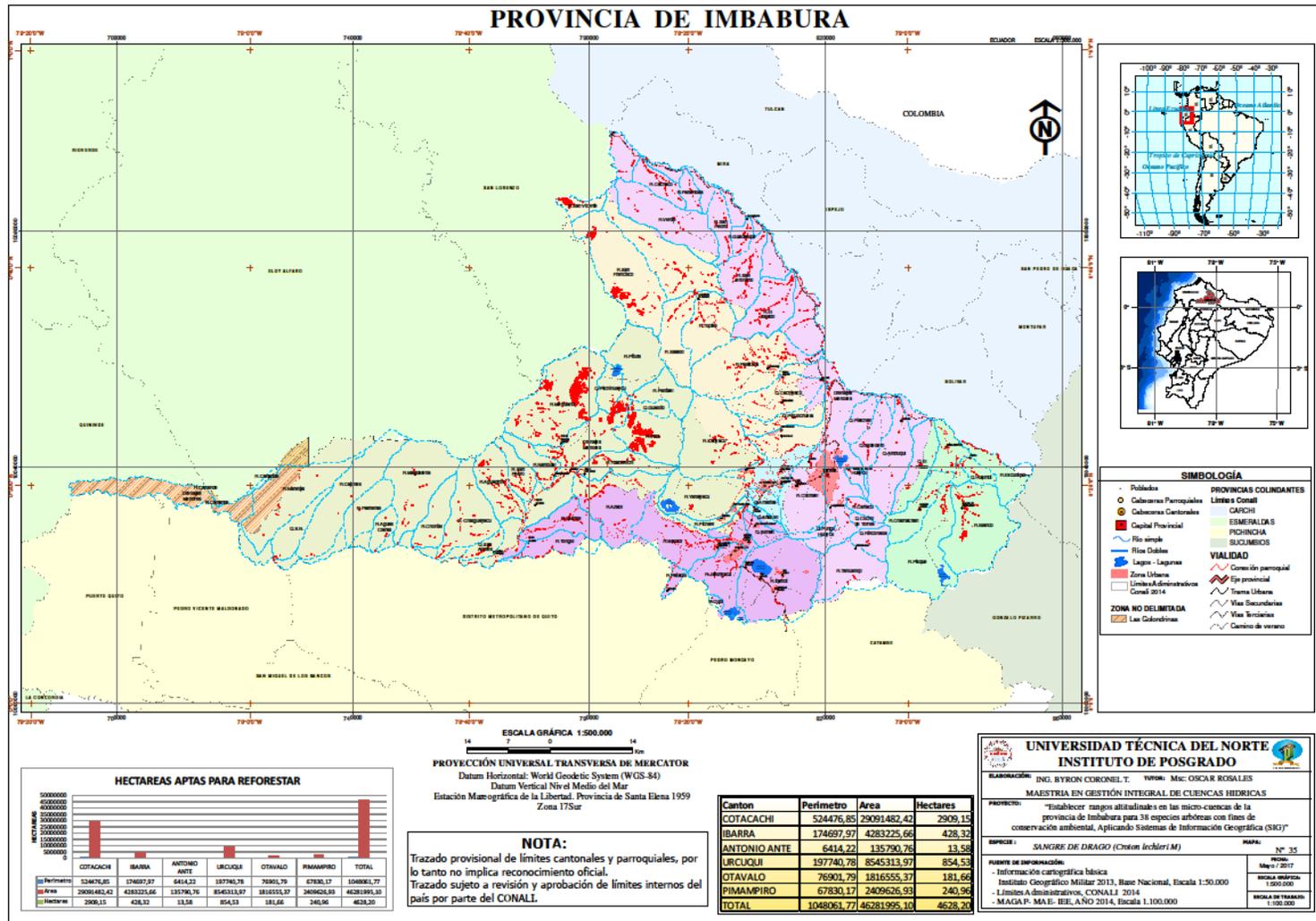
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SACHA CAPULI (*Vallea stipularis*)



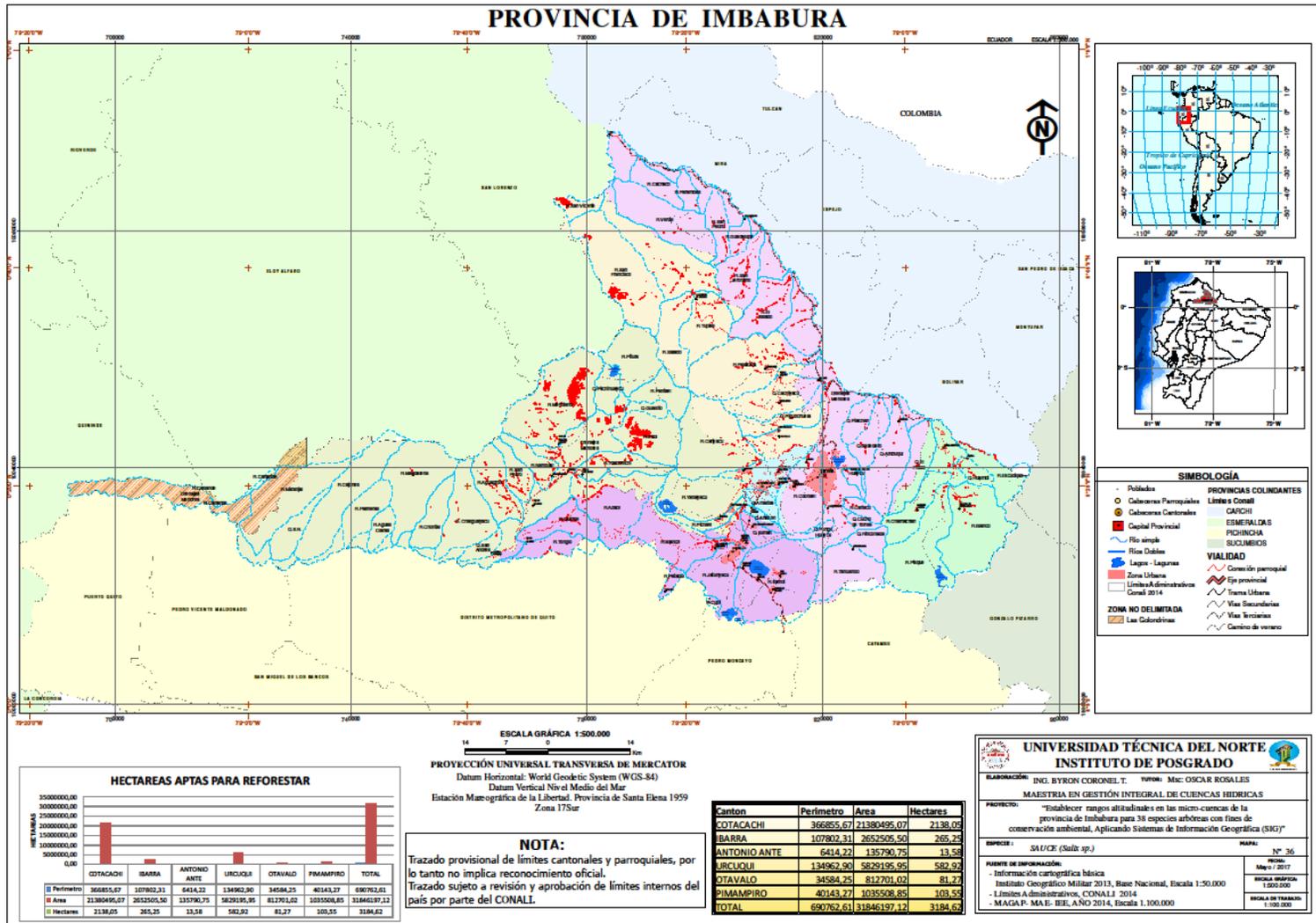
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SANGRE DE DRAGO (*Croton lechleri* M)



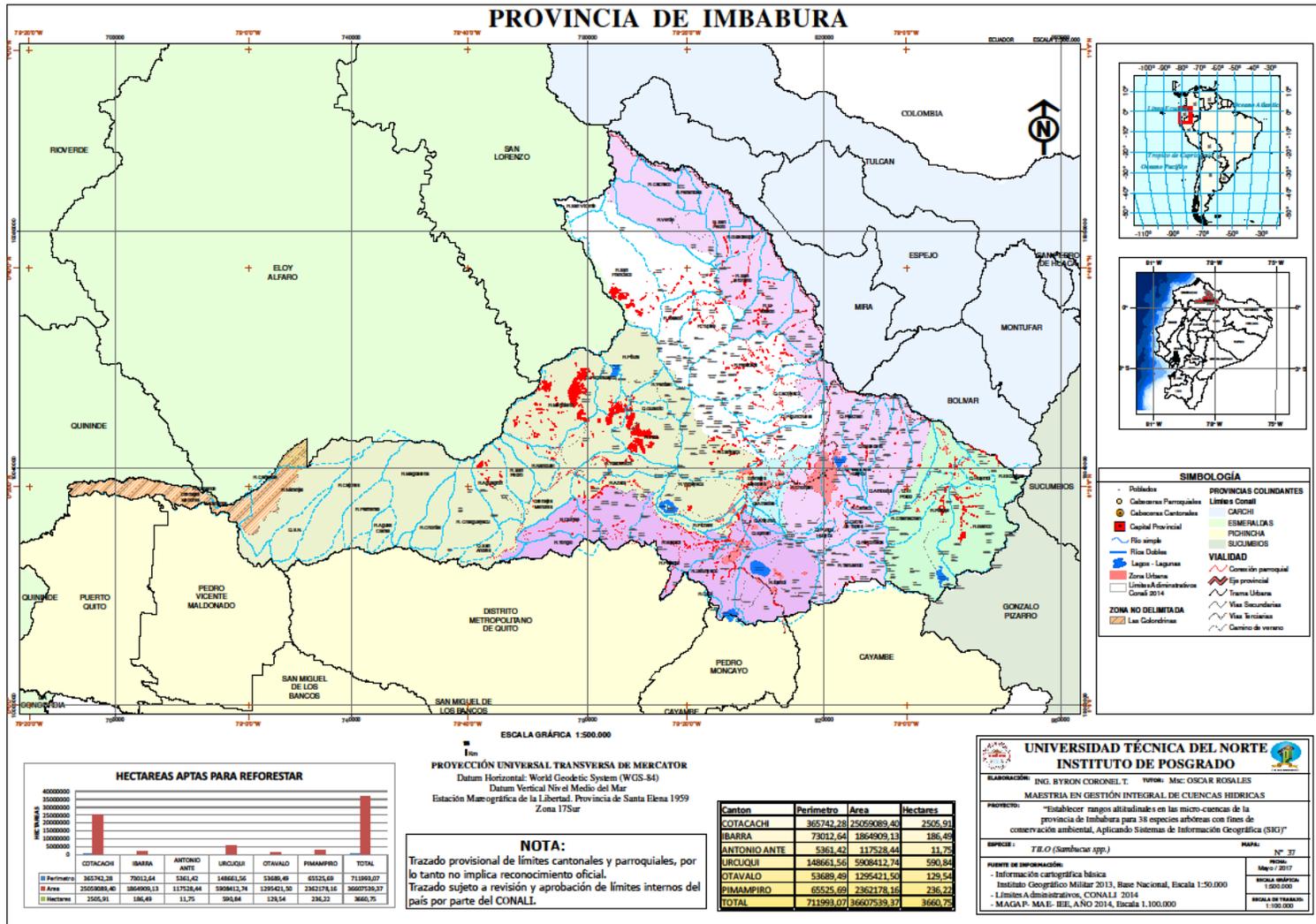
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE SAUCE (*Salix sp.*)



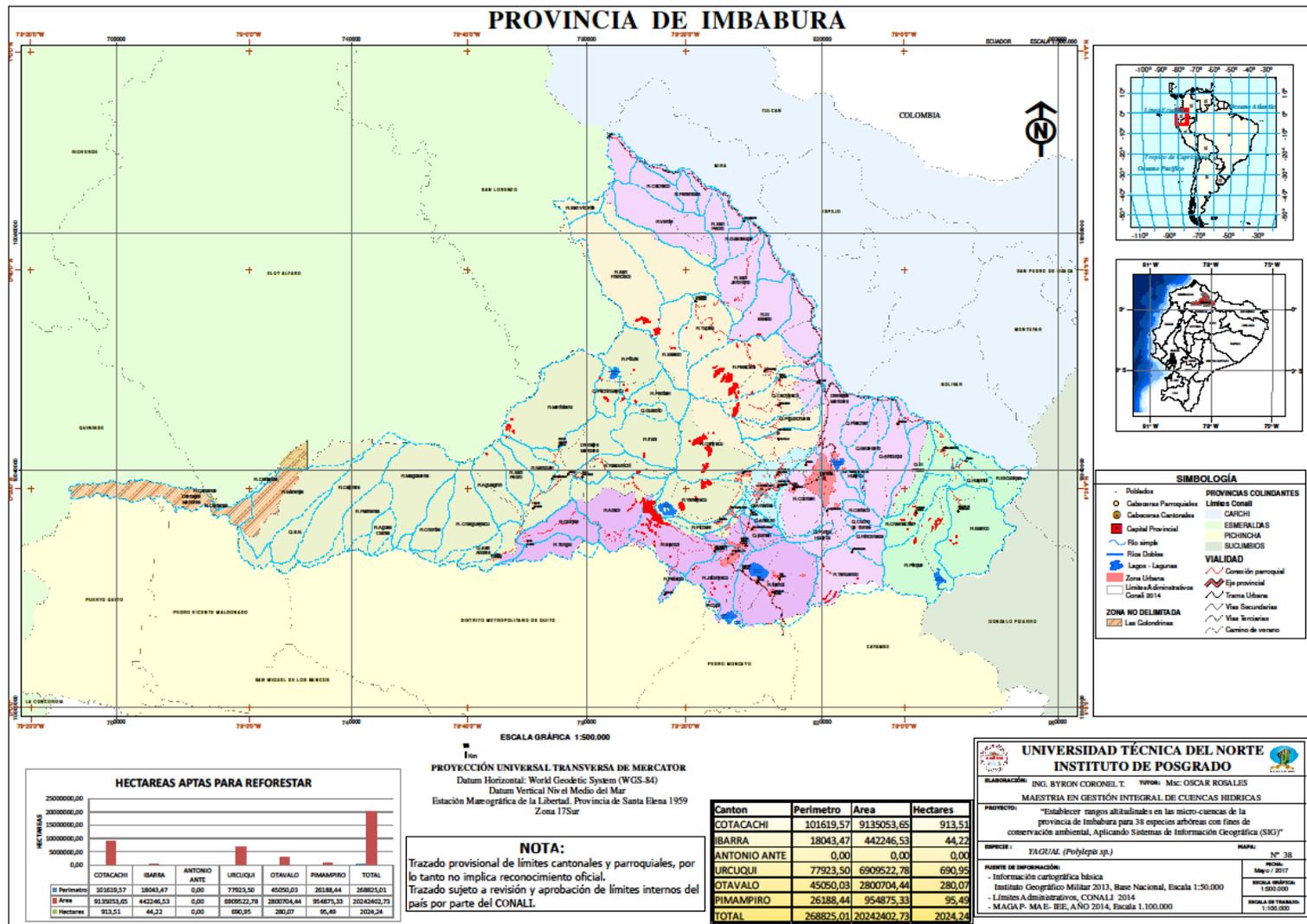
Elaboración el Autor 2017- BC.

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE TILO (*Sambucus nigra*.)



Elaboración el Autor 2017- BC..

ZONAS APTAS PARA LA PLANTACIÓN DE YAGUAL (*Polylepis sp.*)



Elaboración el Autor 2017- BC.

Anexo N°39 Descripción De Rangos Por Especie y Microcuenca Donde Se Desarrolla Esta Especie, Acorde A Su Porcentaje A Nivel Cantonal y Microcuenca.

Especie	Nombre Común	Rango Altitudinal msnm	Distribución /Cantonal	Porcentaje A Nivel Provincial	Micro-Cuenca/ S
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	300-1000	Cotacachi - Ibarra	0,22	Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Cajones, Naranjal, Río Cachaco,
<i>Prosopis sp.</i>	Algarrobo	0- 2000	Cotacachi - Ibarra	2,34	Nangulvi, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Cajones, Naranjal, Cachaco , San Gerónimo, Salado, San Pedro, Guallupe
<i>Alnus acuminata Kunth</i>	Aliso	2300-3200	Cotacachi-Urcuqui	8,9	Meridiano, Irubí, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Naranjal, Río San Vicente Y San Francisco, Tupizo
<i>Aliso Nepalensis</i>	Aliso	700-2500	Cotacachi-Urcuqui	5,9	Irubí, San Pedro, Meridiano, Nangulvi,

					Cachiyacu, Palacara, Pigunchuela
<i>Jacarnda copaia</i>	Arabisco	100-600	Cotacachi	0,66	Naranjal Cajones
<i>Myrcianthes sp.</i>	Arrayan	1500-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,96	Naranjal, Meridiano, Irubí, Nangulvi, Cajones, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara
<i>Cinchona officinalis</i>	Cascarillo	1400- 3000	Cotacachi-Urcuqui	9,67	Naranjal, Meridiano, Irubí, Nangulvi, Cajones, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara
<i>Cedrela sp.</i>	Cedro	1800-3200	Cotacachi-Urcuqui	1,1	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo	0-1500	Cotacachi - Ibarra	0,92	Chontal, Magdalena Chalguayaco, Cachaco, Parambas, Guallupe
<i>Escallonia sp.</i>	Chachacomo, Cucharo	1600-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,5	Meridiano, Irubí, San Francisco , San Vicente, Palacara
<i>Annona sp.</i>	Chirimoya, Chirimoyo	0-2300	Cotacachi - Ibarra	0,15	Magdalena, Chalguayacu, Nangulvi, Meridiano, Irubí, Cachaco, Guallupe, Parambas , Salado, San Gerónimo

<i>Tecoma stans</i>	Cholán	1600-3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Pilchiguayco, Nangulvi, Meridiano, Irubí, San Vicente, San Francisco
<i>Acacia macracantha</i>	Espino	1200-2800	Cotacachi-Urcuqui	8,23	Pilchiguayco, Nangulvi, Meridiano, Irubí, San Vicente, San Francisco
<i>Artocarpus altitis</i>	Fruta De Pan	0 - 800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal Y Cajones, Cachaco Y San Vicente
<i>Inga sp.</i>	Guaba	1900-2900	Cotacachi-Urcuqui	7,35	Meridiano , Irubí, San Francisco, Tupizo
<i>Rolinia spp.</i>	Guanábana	0-1700	Cotacachi-Urcuqui	1,4	Chalguayacu , Magdalena, Chontal, Irubí, San Francisco, San Vicente
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,18	Meridiano, San Pedro ,Aguagram, Irubí, San Francisco, San Vicente Tupizo, Palacara
<i>Ficus spp</i>	Higuerón	0 – 2000	Cotacachi-Urcuqui	2,11	Magdalena, Chontal, Chalguayacu, San Francisco, San Vicente Tupizo, Palacara
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	0 -800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal, Chontal, Cachaco
<i>Myrica pubescens Humb & Bonpl</i>	Laurel De Cera	1000-3200	Cotacachi-Urcuqui	12	Naranjal, Chontal, Cachaco
<i>Leucina leucocephala</i>	Leucaena	0 – 800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal, Cachaco

<i>Cytisus monspersulanus</i>	Lupino	1600 - 3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Meridiano, Nangulvi, Irubí, San Vicente, San Francisco, Tupiza, Salado
<i>Caryodendron orinocense</i>	Maní De Árbol	0-800	Cotacachi - Ibarra	0,11	Naranjal, Cachaco
<i>Schinus molle</i>	Molle	1600-2600	Cotacachi-Urcuqui	6,68	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupiza
<i>Hyeronima cf. Macrocarpa</i>	Motilón	1600-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,1	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo
<i>Styloceras laurifolium</i>	Naranjillo, Platuquero	1600-3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupiza
<i>Juglands neotropica</i>	Nogal	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,18	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo
<i>Pollalesta sp.</i>	Pigue	400-1800	Cotacachi-Urcuqui	1,61	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente
<i>Erithrina edulis</i>	Poroton	800-2800	Cotacachi-Urcuqui	8,8	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas

<i>Oreopanax sp.</i>	Pumamaqui	2200-3400	Cotacachi-Urcuqui	11,5	Magdalena, Chontal, San Andrés, Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas
<i>Buddleja sp.</i>	Quishuar	1600-3400	Cotacachi-Urcuqui	13,2	Magdalena, Chontal, San Andrés, Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas
<i>Retama sphaerocarpa.</i>	Retama	2200-2900	Cotacachi-Urcuqui	6,41	Magdalena, Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas
<i>Podocarpus sp.</i>	Romerillo	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,8	Chalguayaco, Magdalena, Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara
<i>Vallea stipularis</i>	Sacha Capulí	2500-3200	Cotacachi-Urcuqui	6,51	Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara
<i>Croton lechleri M</i>	Sangre De Drago	400-3000	Cotacachi-Urcuqui	10	Iruví, Nangulvi, San Pedro, Aguagram, San Francisco, San Vicente, Palacara

<i>Salix sp.</i>	Sauce	1500-2700	Cotacachi-Urcuqui	6,89	Magdalena, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu
<i>Sambucus spp.</i>	Tilo	2000-3000	Cotacachi-Urcuqui	7,92	Meridiano, Pilchiguayco, Irubí, Nangulvi, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu
<i>Polylepis sp.</i>	Yagual	3100-4000	Cotacachi-Urcuqui	4,38	Rio Blanco. Irubí, San Francisco, San Vicente, Palacara, Cachiyacu

Elaborado Por: El Autor.

Anexo N° 40 Estrategias Más Recomendables A Seguir Para Procesos De Restauración Según Sea El Caso De La Especie Arbórea

Especie	Nombre Común	Rango Altitudinal	Distribución	Porcentaje a Nivel Provincial	Micro cuencas	Estrategias
		msnm	Cantonal			
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	300-1000	Cotacachi - Ibarra	0,22	Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Cajones, Naranjal, Río Cachaco,	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	0- 2000	Cotacachi - Ibarra	2,34	Nangulvi, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Cajones, Naranjal, Cachaco , San Gerónimo, Salado, San Pedro, Gualupe	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Alnus acuminata Kunth</i>	Aliso	2300-3200	Cotacachi-Urcuqui	8,9	Meridiano, Irubí, San Pedro, Magdalena, El Quinde, Chontal, Chalguayacu, Aguas Negras, Naranjal, Río San Vicente Y San Francisco, Tupizo	Conservación Recuperación
<i>Aliso Nepalensis</i>	Aliso	700-2500	Cotacachi-Urcuqui	5,9	Irubí, San Pedro, Meridiano, Nangulvi, Cachiyacu, Palacara, Pigunchuela	Recuperación Agroforestería

<i>Jacarnda copaia</i>	Arabisco	100-600	Cotacachi	0,66	Naranjal Cajones	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Myrcianthes sp.</i>	Arrayan	1500-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,96	Naranjal, Meridiano, Irubí, Nangulvi, Cajones, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara	Conservación Recuperación
<i>Cinchona officinalis</i>	Cascarillo	1400- 3000	Cotacachi-Urcuqui	9,67	Naranjal, Meridiano, Irubí, Nangulvi, Cajones, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara	Conservación Recuperación
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1800-3200	Cotacachi-Urcuqui	1,1	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Palacara	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo	0-1500	Cotacachi - Ibarra	0,92	Chontal, Magdalena Chalguayaco, Cachaco, Parambas, Guallupe	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Escallonia myrtilloides</i>	Chachacomo, Cucharo	1600-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,5	Meridiano, Irubí, San Francisco , San Vicente, Palacara	Conservación Recuperación
<i>Annona cherimola Mill.</i>	Chirimoya, Chirimoyo	0-2300	Cotacachi - Ibarra	0,15	Magdalena, Chalguayaco, Nangulvi, Meridiano, Irubí, Cachaco, Guallupe, Parambas , Salado, San Gerónimo	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Tecoma stans</i>	Cholán	1600-3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Pilchinguaycu, Nangulvi, Meridiano, Irubí, San Vicente, San Francisco	Conservación Recuperación

<i>Acacia macracantha</i>	Espino	1200-2800	Cotacachi-Urcuqui	8,23	Pilchiguayco, Nangulvi, Meridiano, Irubí, San Vicente, San Francisco	Conservación Recuperación
<i>Artocarpus altitis</i>	Fruta De Pan	0 - 800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal Y Cajones, Cachaco Y San Vicente	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Inga sp.</i>	Guaba	1900-2900	Cotacachi-Urcuqui	7,35	Meridiano , Irubí, San Francisco, Tupizo	Recuperación Agroforestería
<i>Rolinia spp.</i>	Guanábana	0-1700	Cotacachi-Urcuqui	1,4	Chalguayaco , Magdalena, Chontal, Irubí, San Francisco, San Vicente	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,18	Meridiano, San Pedro ,Aguagram, Irubí, San Francisco, San Vicente Tupizo, Palacara	Conservación Recuperación
<i>Ficus cuatrecasana Dugand</i>	Higuerón	0 – 2000	Cotacachi-Urcuqui	2,11	Magdalena, Chontal, Chalguayacu, San Francisco, San Vicente Tupizo, Palacara	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Cordia aliadora</i>	Laurel	0 -800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal, Chontal, Cachaco	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Myrica pubescens Humb & Bonpl</i>	Laurel De Cera	1000-3200	Cotacachi-Urcuqui	12	Naranjal, Chontal, Cachaco	Conservación Recuperación
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	0 – 800	Cotacachi-Ibarra	0,11	Naranjal, Cachaco	Conservación Recuperación Agroforestería

<i>Cytisus monspersulanus</i>	Lupino	1600 - 3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Meridiano, Nangulvi, Irubí, San Vicente, San Francisco, Tupizo, Salado	Conservación Recuperación
<i>Caryodendron orinocense</i>	Maní De Árbol	0-800	Cotacachi - Ibarra	0,11	Naranjal, Cachaco	Conservación Recuperación Agroforestería
<i>Schinus molle</i>	Molle	1600-2600	Cotacachi-Urcuqui	6,68	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo	Recuperación Agroforestería
<i>Hyeronima cf. Macrocarpa</i>	Motilón	1600-3200	Cotacachi-Urcuqui	11,1	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo	Conservación Recuperación
<i>Styloceras laurifolium</i>	Naranjillo, Platuquero	1600-3000	Cotacachi-Urcuqui	8,89	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo	Conservación Recuperación
<i>Juglands neotropica</i>	Nogal	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,18	Meridiano, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente, Tupizo	Conservación Recuperación
<i>Piptocoma discolor</i>	Pigue	400-1800	Cotacachi-Urcuqui	1,61	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, San Francisco, San Vicente	Conservación Recuperación Agroforestería

<i>Erithrina edulis</i>	Poroton	800-2800	Cotacachi-Urcuqui	8,8	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas	Conservación Recuperación
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	2200-3400	Cotacachi-Urcuqui	11,5	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas	Conservación Recuperación
<i>Budleja incana</i>	Quishuar	1600-3400	Cotacachi-Urcuqui	13,2	Magdalena, Chontal, San Andrés, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas	Conservación Recuperación
<i>Retama sphaerocarpa.</i>	Retama	2200-2900	Cotacachi-Urcuqui	6,41	Magdalena, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara, San Blas	Recuperación Agroforestería
<i>Podocarpus glomeratus</i>	Romerillo	1500-3000	Cotacachi-Urcuqui	9,8	Chalguayaco, Magdalena, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara	Conservación Recuperación
<i>Vallea stipularis</i>	Sacha Capulí	2500-3200	Cotacachi-Urcuqui	6,51	Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacara	Recuperación Agroforestería

<i>Croton lechleri M</i>	Sangre De Drago	400-3000	Cotacachi-Urcuqui	10	Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacará	Conservación Recuperación
<i>Salix sp.</i>	Sauce	1500-2700	Cotacachi-Urcuqui	6,89	Magdalena, Irubí, Nangulvi, San Pedro, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacará, Cachiycú	Recuperación Agroforestería
<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	2000-3000	Cotacachi-Urcuqui	7,92	Meridiano, Pilchiguayco, Irubí, Nangulvi, Aguagrú, San Francisco, San Vicente, Palacará, Cachiycú	Recuperación Agroforestería
<i>Polylepis sp.</i>	Yagual	3100-4000	Cotacachi-Urcuqui	4,38	Río Blanco. Irubí, San Francisco, San Vicente, Palacará, Cachiycú	Conservación Recuperación Agroforestería

Elaborado Por: El Autor.