



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL Y GENERACIÓN DE UN PLAN  
DE ACCIÓN, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN PARA LAS ZONAS DE  
DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DEL CERRO NITÓN,  
PARROQUIA CHIQUICHA CANTÓN PELILEO”**

**Trabajo de Titulación presentado para optar el grado académico de:  
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORAS: CARLA FERNANDA SILVA PADILLA  
MARÍA FERNANDA RIVERA SALAS  
TUTOR: DR. CELSO RECALDE**

**Riobamba – Ecuador**

**2016**

© 2016 Carla Fernanda Silva Padilla, María Fernanda Rivera Salas.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL Y GENERACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN PARA LAS ZONAS DE DESERTIFICACIÓN Y DEGRADACIÓN DEL CERRO NITÓN, PARROQUIA CHIQUICHA CANTÓN PELILEO”** de responsabilidad de las egresadas Carla Fernanda Silva Padilla y María Fernanda Rivera Salas . Ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Celso Recalde		
<b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	.....	.....
Ing. Rafaela Viteri	.....	.....
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotras, Carla Fernanda Silva Padilla y María Fernanda Rivera Salas, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autoras, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 16 de noviembre del 2016

Carla Fernanda Silva Padilla

C.I. 060395208-6

María Fernanda Rivera Salas

C.I. 0604218669-9

Nosotras, Carla Fernanda Silva Padilla y María Fernanda Rivera Salas. Somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

---

**CARLA FERNANDA SILVA PADILLA**

---

**MARÍA FERNANDA RIVERA SALAS**

## DEDICATORIA

Detrás de este gran logro son varias las personas especiales a quien va dedicado este trabajo de investigación. A dios por ser mi fortaleza y bendecirme cada día. A mis dos ángeles que desde el cielo me cuidan Irene y Aurelio.

A mis queridos padres Rosita y Gerardo por cada consejo, muestra de amor y apoyo incondicional que recibido de ellos por ser el pilar fundamental en mi vida y el motivo para seguir adelante.

A Gissel y Diana mis pequeñas hermanas por cada palabra de aliento y el gran cariño que tienen hacia mí.

A mis mejores amigos y cómplices Alama, Jessica y Marcelo porque la vida nos dios la oportunidad de compartir tantas alegrías, logros, aciertos y decepciones.

A María Fernanda más que amiga una hermana que ha creado un lazo de amistad y confianza, gracias por compartir este gran reto.

*Carlita*

Dedico este proyecto de titulación con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida, apoyo y consejos en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y sobre todo por nunca dejar de creer en mí y brindarme todo su amor, por ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, por todo esto les agradezco con todo mi corazón.

A mis hermanos Gustavo y Andrés, por estar conmigo y apoyarme siempre, además de hacerme reír con sus ocurrencias, los quiero mucho.

A mis amigos por compartir los buenos y malos momentos, además de ser un apoyo emocional durante todo este tiempo.

A mi mano derecha, mi mejor amiga y mi hermana de corazón Carlita por el buen equipo que formamos, por los buenos momentos que compartimos, por los días de estrés, por los días de risas y por tantos años de amistad incondicional.

*Muchos de los fracasos vitales son de gente que no se dieron cuenta lo cerca que estaban del éxito cuando se rindieron.- (Thomas A. Edison.)*

*Ma. Fernanda*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser el pilar fundamental de nuestras vidas. A nuestros padres, familiares y amigos por el apoyo incondicional en esta etapa que está por culminar.

Al Dr. Celso Recalde por sus enseñanzas y apoyo catedrático que nos permitieron tener una perspectiva diferente de lo que involucra el desarrollo de un trabajo de titulación. Además de a vernos brindado su tiempo, paciencia y conocimientos para el desarrollo de el mismo.

A la Ing. Rafaela Viteri por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de este proyecto de titulación. Cuya participación ha enriquecido el trabajo realizado.

A la Fundación M.A.R.CO., en la persona del Ing. Carlos Falconí Uquillas, Director Ejecutivo de esta prestigiosa Institución por todo el apoyo brindado.

Y como no, al GAD Parroquial de Chiquicha por abrirnos sus puertas y en especial a la población de las comunidades por aportar con sus conocimientos y experiencias de forma amable y desinteresada.

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS DE ABREVIATURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS.....	3

### CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	4
1.1 Desertificación y Degradación de la tierra .....	4
1.1.1 Factores que intervienen en la degradación .....	5
1.2 Degradación de la Tierra y cambio climático. ....	8
1.3 Desertificación afectación en turbas y turberas. ....	8
1.4 Erosión Hídrica .....	9
1.5 Desertificación a nivel mundial.....	9
1.6 Desertificación en el Ecuador .....	10
1.7 Desertificación en el Cerro Nitón parroquia Chiquicha.....	12
1.7.1 Uso del suelo y Cobertura Vegetal.....	13
1.8 Diagnóstico multitemporal .....	14
1.8.1 Análisis multitemporal de la cobertura vegetal.....	14
1.9 Sistemas de media resolución .....	15
1.9.1 El programa LANDSAT.....	15
1.9.2 Sistemas de Información Geográfica .....	17
1.10 Imagen satelital.....	17
1.10.1 Interpretación de imágenes satelitales.....	17
1.10.2 Combinaciones de colores.....	18
1.10.3 Significado de las bandas.....	19
1.10.3.1 Análisis de la imagen en color real (bandas 3, 2,1).....	20

1.10.3.2	Combinación en falso color Bandas 4, 3, 2.....	20
1.10.3.3	Combinación en falso color Bandas 5, 4, 2.....	21
1.10.3.4	Otras combinaciones en falso color. ....	21
1.10.4	<b>Clasificación Digital de Imágenes Satelitales</b> .....	22
1.10.4.1	<b>Clasificación Supervisada.</b> .....	22
1.11	<b>Plan de Manejo Ambiental (PMA)</b> .....	23
1.11.1	<b>Definición de PMA</b> .....	24
1.11.2	<b>Características del PMA</b> .....	24

## CAPITULO II

2	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
2.1	<b>Materiales y equipos</b> .....	25
2.2	<b>Metodología Diagnostico multitemporal</b> .....	26
2.2.1	<b>Levantamiento de datos</b> .....	26
2.2.1.1	<i>Delimitación de área de Estudio</i> .....	26
2.2.1.2	<i>Localización del Área de Estudio</i> .....	26
2.2.2	<b>Diagnóstico de la situación actual del Cerro Nitón</b> .....	27
2.2.2.1	<i>Relieve</i> .....	27
2.2.2.2	<i>Climatología</i> .....	27
2.2.2.3	<i>Recurso Hídrico</i> .....	27
2.2.2.4	<i>Recurso Suelo</i> .....	27
2.2.2.5	<i>Unidades de vegetación</i> .....	28
2.2.2.6	<i>Período de Tiempo a Analizar</i> .....	28
2.2.3	<b>Tratamiento básico de las imágenes satelitales</b> .....	28
2.2.3.1	<i>Selección de imágenes satelitales</i> .....	28
2.2.3.2	<i>Procesamiento Imágenes Landsat</i> .....	29
2.2.3.3	<i>Correcciones Radiométricas (Radianza y Reflectancia)</i> .....	29
2.2.4	<b>Uso del suelo en el Cerro Nitón año 1991,2001, 2015.</b> .....	29
2.2.4.1	<i>Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991, 2001 y 2015.</i> .....	31
2.2.4.2	<i>Validación de los resultados de la clasificación.</i> .....	32
2.2.5	<b>Análisis multitemporal de las imágenes satelitales.</b> .....	33
2.2.5.1	<i>Proceso dentro del ArcGIS</i> .....	34

## CAPITULO III

<b>3</b>	<b>RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterización biofísica</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Ubicación Geopolítica</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Relieve</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Climatología</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Recurso Hídrico</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Recurso Suelo</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.5.1</b>	<b>Orden Inceptisoles</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.5.2</b>	<b>Orden Entisoles</b> .....	<b>38</b>
<b>3.2</b>	<b>Tratamiento básico de las imágenes satelitales</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Procesamiento digital</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Correcciones Radiométricas (Radianza y Reflectancia)</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3</b>	<b>Uso del suelo en el Cerro Nitón año 1991,2001, 2015</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Zonificación del área de estudio</b> .....	<b>43</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Análisis del cambio de cobertura en las décadas del 1991, 2001 y 2015</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>Cambios del uso del suelo en los años 1991 y 2001</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3.2.2</b>	<b>Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991, 2001, y 2015</b> .....	<b>47</b>
<b>3.3.2.3</b>	<b>Análisis estadístico</b> .....	<b>53</b>
<b>3.3.2.4</b>	<b>Validación de los resultados de la clasificación</b> .....	<b>54</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Análisis multitemporal de la degradación del suelo año 1991, 2001,2015</b> .....	<b>56</b>
<b>3.3.1.1</b>	<b>Factor de erosividad de la lluvia (R)</b> .....	<b>56</b>
<b>3.3.1.2</b>	<b>Factor de erodabilidad (k)</b> .....	<b>58</b>
<b>3.3.1.3</b>	<b>Factor de longitud y grado de la pendiente (LS)</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.1.4</b>	<b>Factor de cobertura y uso de la tierra (C)</b> .....	<b>62</b>
<b>3.3.1.5</b>	<b>Determinación de la pérdida de suelo (A)</b> .....	<b>64</b>
<b>3.3.1.6</b>	<b>Análisis de resultados</b> .....	<b>67</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>69</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>71</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CONTENIDOS DE ABREVIATURAS

INEC	Instituto nacional de estadísticas y censos
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
PDYOT	Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.
GAD	Gobierno autónomo descentralizado
IGM	Instituto Geográfico Militar
SIG	Sistema de información Geográfica
TIRS	Sensor infrarrojo térmico
GSP	Puntos de control Terrestre
SRTM	Modelo digital de elevación
UTM	Universal Transversa de Mercator
LDCM	Misión de continuidad de datos de Landsat
Ha	Hectárea
Mss.	Sensor de escáner Multiespectral
USGS	Sensor geológico de los Estados Unidos
Qda.	Quebrada
SHP	Shapefile
U.S.L.E	Ecuación universal de pérdida de suelo
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
PAND	Programa de Acción Nacional para la Lucha contra la Desertificación, Degradación de la Tierra y Sequía
MAE	Ministerio del Ambiente
ECA	Escuela de Campo
USGS	United States Geological Survey
DEM	Modelo de elevación digital

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1.</b> Factores de la degradación de los suelos. ....	6
<b>Tabla 2-1.</b> Efectos visibles e importantes de la degradación de tierras. ....	7
<b>Tabla 3-1.</b> Superficie de cobertura vegetal y uso del suelo en el Ecuador continental. ....	12
<b>Tabla 4-1.</b> Características técnicas de LANDSAT 8. ....	16
<b>Tabla 5-1.</b> Otras combinaciones en falso color ....	21
<b>Tabla 1-3.</b> Límites área de estudio ....	35
<b>Tabla 2-3.</b> Datos meteorológicos ....	36
<b>Tabla 3-3.</b> Clases Nacionales ....	43
<b>Tabla 4-3.</b> Condiciones iniciales de uso de suelo en el año 1991. ....	45
<b>Tabla 5-3.</b> Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2001. ....	47
<b>Tabla 6-3.</b> Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 2001 - 2015. ....	47
<b>Tabla 7-3.</b> Tabla comparativa; Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2001. ....	48
<b>Tabla 8-3.</b> Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 2001- 2015. Tabla comparativa. ....	49
<b>Tabla 9-3.</b> Tabla resumen del Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2015. ....	51
<b>Tabla 10-3.</b> Análisis estadístico de las categorías trabajadas en el análisis multitemporal ....	53
<b>Tabla 11-3.</b> Índices Kappa ....	54
<b>Tabla 12-3.</b> Matriz de confusión clasificación supervisada 1991 ....	54
<b>Tabla 13-3.</b> Matriz de confusión clasificación supervisada 2001 ....	55
<b>Tabla 14-3.</b> Matriz de confusión clasificación supervisada 2015 ....	55
<b>Tabla 15-3.</b> Factores de erodabilidad del suelo asociados a la textura y al contenido de materia orgánica. ....	58
<b>Tabla 16-3.</b> Valores del factor C que se utilizan para estimar pérdidas de suelo en la USLE ....	62
<b>Tabla 17-3.</b> Valores del factor C que se utilizan para estimar pérdidas de suelo en la USLE ....	63
<b>Tabla 18-3.</b> Tabla resumen factor C. ....	63
<b>Tabla 19-3.</b> Superficie y porcentaje de pérdida de suelo en el cerro Nitón. ....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Zonas susceptibles a la erosión hídrica. ....	11
<b>Figura 2-1.</b> Zonas vulnerables a desertificación y degradación. ....	11
<b>Figura 3-1.</b> Combinación de color. ....	18
<b>Figura 4-1.</b> Bandas Landsat. ....	19
<b>Figura 5-1.</b> Color real (Bandas 3, 2,1) ....	20
<b>Figura 6-1.</b> Combinación en falso color (Bandas 4, 3,2) ....	20
<b>Figura 7-1.</b> Combinación en falso color (Bandas 5, 4, 2) ....	21
<b>Figura 8-1.</b> Esquema de Clasificación digital supervisada ....	22
<b>Figura 9-1.</b> Gráficas de dispersión de áreas ....	23
<b>Figura 1-3.</b> Imágenes Landsat corregidas ....	42
<b>Figura 2-3.</b> Mapa de ubicación del Cerro Nitón en formato vectorial de tipo polígono. ....	44
<b>Figura 3-3.</b> Mapa de cambio del uso del suelo del año 1991 del Cerro Nitón. ....	45
<b>Figura 4-3.</b> Mapa de cambio del uso del suelo del año 2001 del Cerro Nitón. ....	46
<b>Figura 5-3.</b> Mapa de cambio del uso del suelo del año 2015 del Cerro Nitón. ....	48
<b>Figura 6-3.</b> Mapas de los tres años 1991-2001-2015, en donde se visualizan los cambios del uso del suelo en el Cerro Nitón ....	50
<b>Figura 7-3.</b> Áreas de las categorías representados estadísticamente. ....	53
<b>Figura 8-3.</b> Distribución del factor (R) 1991 al 2015. ....	57
<b>Figura 9-3.</b> Factor de erodabilidad (K) 1991 al 2015. ....	59
<b>Figura 10-3.</b> Factor de longitud y grado de la pendiente (LS) 1991 al 2015 ....	61
<b>Figura 11-3.</b> Factor de cobertura y uso de la tierra (C). ....	64
<b>Figura 12-3.</b> Resultados del riesgo de erosión ....	66
<b>Figura 13-3.</b> Niveles erosivos ....	67

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico multitemporal y la generación de un plan de acción, adaptación y mitigación para las zonas de desertificación y degradación del Cerro Nitón, Parroquia Chiquicha, Cantón Pelileo. Se realizó en primera instancia una clasificación supervisada de las imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 de los años 1991, 2001 y 2015 respectivamente, mediante la aplicación del software ArcGIS 10.1 para identificar las clases de usos de suelo. En segunda instancia se realizó el análisis de la degradación del suelo mediante el uso de la fórmula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE, para poder aplicar esta fórmula se determinó el factor de erosividad de las precipitaciones (R), el factor de erodabilidad del suelo (K), el factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS), y finalmente se determinó el factor de uso actual del suelo (C). Los resultados obtenidos muestran que las áreas sin susceptibilidad a la erosión disminuyeron en un 6.13%; mientras que las zonas con susceptibilidad baja aumentaron en un 3,46%, y las áreas con susceptibilidad moderada en un 1,92%. Se pudo constatar que las pérdidas potenciales de erosión fueron en el año 2001 resultando afectadas 9,22 ha. Se concluye que las zonas utilizadas en actividades agrícolas ubicadas en áreas de mayores precipitaciones y pendientes, son las más afectadas por los procesos erosivos. Las malas prácticas agrícolas, La tala de los bosques, la siembra de pasto sin tecnificación provocaron una disminución en los nutrientes del suelo perdiendo su capacidad para recuperarse naturalmente. Para realizar este tipo de estudios es recomendable trabajar con ortofotos puesto que presentan una mejor resolución al momento de su tratamiento.

### Palabras clave:

<TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <INGENIERÍA GEOLÓGICA>, <TRATAMIENTO DE SUELOS>, <DESERTIFICACIÓN DE SUELOS> <DEGRADACIÓN DE SUELOS> <DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL> <IMÁGENES SATELITALES> <CLASIFICACIÓN SUPERVISADA>

## **SUMMARY**

The present investigation had as objective to carry out a multi temporal diagnosis and the generation of an action plan, adaptation and mitigation for de zones of desertification and degradation of the Nitón hill, town Chiquicha, Pelileo Canton. At the beginning a supervised classification was carried out of the satellite images Landsat 5, Landsat 7, and Landsat 8 of the years 1991, 2001, and 2015 respectively, by the application of the ArcGIS 10.1 software to identify the land use classes. In the second instance, the analysis of soil degradation out by using the universal formula of soil loss USLE/ RUSLE was carried in order to apply this formula. The erosivity factor of the precipitations (R), the factor of aerodabilidad of the Soil (K), the length and gradient factor of the slope (LS) were determined. The obtained results shows that the areas without susceptibly to erosion decreased by 6.13%; While areas with low susceptibility increased by 3.46% and areas with moderate susceptibility by 1.92%. It was possible to verify that potential losses of erosion were affected 9.22 ha. in the year 2001.

The research paper concluded that the used areas in agricultural activities located in areas of greater precipitation and slopes are the most affected by erosion processes. Bad agricultural practices, the cutting down of the forests, and planting grass without technification resulted in a decrease in soil nutrients, losing their ability to recover naturally. To perform this type of studies it is advisable to work with orthographic photos since they present a better resolution at the time of their treatment.

### **Keywords:**

< TECHNOLOGY AND SCIENCES ENGINEERING >, <GEOLOGICAL ENGINEERING>, <SOIL TREATMENT> <SOIL DESERTIFICATION>, <SOIL DEGRADATION>, <MULTI TEMPORAL DIAGNOSIS> <SATELLITE IMAGES> <SUPERVISED CLASSIFICATION>.

## **INTRODUCCIÓN**

El cambio climático, la desertificación y degradación de la tierra actúan en conjunto y tienden a incrementar sus causas y efectos a medida que transcurre el tiempo los cuales derivan de esta interacción, están modificando y amenazando los medios de producción de las poblaciones rurales, en la actualidad surge la necesidad de resolver aquellos problemas generados por estas importantes amenazas ambientales debido a los impactos económicos y sociales que generan.

En el artículo científico; Los procesos de desertificación y las regiones áridas publicado por la Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente en el año 2013 señala que los procesos de desertificación y degradación toman importancia internacional en los años 90, cuando se identifica su presencia a escala global, debido a los perjuicios económicos por la pérdida de la capacidad productiva y degradación de grandes extensiones de tierras secas. En el Ecuador se estima que el 47 % del territorio, presenta problemas de degradación de la tierra causados por diferentes tipos de erosión, el sobrepastoreo, la pérdida de la capa fértil del suelo, deforestación y cambio de uso de suelo. En la provincia de Tungurahua, especialmente en el Cerro Nitón; cantón Pelileo, existe degradación de los suelos debido a las malas prácticas agrícolas, el uso de la ganadería intensiva y quema de rastrojos.

Para poder realizar una impecable regulación del uso del recurso suelo y garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones, es necesario contar con la información del estado del uso y cobertura de la tierra, que permita determinar el estado general del mismo y las zonas degradadas debido a un mal uso del suelo.

Es importante realizar estudios multitemporales de las zonas de desertificación y degradación de la tierra para identificar los cambios principales y analizar los efectos negativos que se hayan generado. Esta información será un material fundamental para analizar las preferencias territoriales y encontrar posibles medidas de acción a tomar.

En este estudio, se utilizaron técnicas de percepción remota mediante el empleo de imágenes satelitales LANDSAT para realizar un análisis multitemporal de las zonas de desertificación y degradación de la tierra en diferentes periodos de tiempo (1991 - 2015), utilizando un sistema de clasificación supervisada.

## JUSTIFICACIÓN

Realizar un diagnóstico multitemporal de las zonas de desertificación y degradación del Cerro Nitón se considera un proyecto original para la zona puesto que en la provincia de Tungurahua no existen estudios de este tipo. El principal beneficiario de este estudio es el GAD parroquial de Chiquicha con sus 2.714 habitantes.

Una de las principales áreas de influencia del Cerro Nitón es la parroquia de Chiquicha en la cual el estudio servirá como herramienta de mitigación y prevención. Bajo estas consideraciones y con la nueva visión nacional de protección se pretende realizar un diagnóstico multitemporal para determinar las zonas de desertificación y degradación; ayudándonos así a generar respuestas y herramientas positivas ante la amenaza del cambio climático garantizando un desarrollo sostenible.

El estudio de los procesos antes mencionados en el Cerro Nitón implica un amplio campo de conocimientos para poder interpretar sus consecuencias, necesitando un análisis de diversos componentes con el objetivo de garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones, contando así con la información correcta. Al estudiar los procesos de dicho estudio existen diferentes métodos que pueden ser aplicados, actualmente los sistemas de información geográfica facilitan los procesos de investigación utilizando modelos que se aproximan a la realidad de un territorio, proporcionando una visión holística de todas las coberturas analizadas, siendo factible a partir de estos realizar estudios multitemporales que generen información fiable a través del tiempo.

Este proyecto de investigación es factible ya que se cuenta con el aval de Fundación M.A.R.CO, quien proporciona apoyo financiero y facilita el recurso tecnológico, la colaboración de la comunidad y del presidente de la junta parroquial de Chiquicha. Es viable ya que el lugar de estudio es de fácil acceso puesto que las carreteras se encuentran en buen estado y existe transporte público.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- ✓ Realizar el diagnóstico multitemporal y generar un plan de acción de adaptación y mitigación para las zonas de desertificación y degradación del suelo en la zona del Cerro Nitón, Parroquia Chiquicha, Cantón Pelileo.

### **Específicos**

- ✓ Realizar el procesamiento y tratamiento digital de las imágenes satelitales.
- ✓ Efectuar el Diagnóstico de la situación actual del Cerro Nitón (relieve, clima, agua, suelo, riesgos de erosión, unidades de vegetación, uso del suelo) y su área de influencia.
- ✓ Crear alternativas o medidas de adaptación al cambio climático en el área del Cerro Nitón en conjunto con la comunidad, mediante la socialización de acuerdo a los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental (Decreto 1040.)
- ✓ Elaborar un plan de acción de adaptación y mitigación frente al Cambio Climático.

## CAPITULO I

### 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Según (Ruiz, et al, 2013), el análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre el medio. Otros autores como (Chapa, et al, 2007, pp.37-51) explican que para estimar el grado de deterioro o recuperación donde se realizó un estudio multitemporal a partir del análisis comparativo de fotografías que fueron digitalizadas y georreferenciadas, se compararon los cambios en las áreas ocupadas por las distintas y clases se determinó el grado de fragmentación de cada tipo de vegetación, mediante funciones de sistemas de información geográfico generando información para cada fecha.

( Diaz, et al, 2008, pp.882-890) Señalan que la región tropical está desapareciendo en forma importante, principalmente por los requerimientos de una ganadería que demanda áreas extensas de pastizales procesos de cambio aquí reportados se deben en gran medida a que la ganadería extensiva constituye en el sureste de México una alternativa con bajos costos y mejor beneficio económico para los campesinos y pequeños productores, ante la constante crisis de los precios de cultivos agroforestales con mayores beneficios ambientales.

#### 1.1 Desertificación y Degradación de la tierra

El término “desertificación” se relaciona usualmente con la idea de desierto físico. Por esta razón, es posible encontrar referencias a áreas de extrema sequedad y en las que no se practica agricultura alguna, salvo en unos pocos lugares donde existe la presencia de cuerpos de agua. También se alude a áreas desertificadas para referirse a aquellos lugares donde si bien existen precipitaciones, éstas se concentran en períodos muy breves del año, y en donde se practica una agricultura de subsistencia. Por su parte, el término “degradación” se emplea muchas veces como sinónimo de desertificación,

cuando se habla de la degradación de tierras. En estricto rigor, este término es más amplio que el de desertificación y se aplica a la tierra, a la capa vegetal y a la biodiversidad y, como se verá más adelante, denota pérdida de la capacidad productiva. Existe consenso en cuanto a que la desertificación es la degradación de tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, y que este proceso es el resultado de la interacción de diferentes y complejos factores derivados de las actividades humanas y las variaciones climáticas. (Morales, 2005, pp. 29-30)

Las poblaciones más vulnerables son aquellas que no pueden revertir los procesos de degradación, a los que ellos mismo contribuyen, debido a que se ven obligados a seguir produciendo bajo este esquema, para sustentar formas de vida; por esta razón se asocia la degradación de la tierra con poblaciones consideradas como pobres. Por lo general, las poblaciones más pobres están asentadas en tierras más degradadas. Sin embargo la tierra también ocurre en sectores agrícolas extensivos y agros industriales. (Segarra, 2014a: p.3)

### ***1.1.1 Factores que intervienen en la degradación***

Existen diferentes factores que causan la degradación del suelo, todos ellos están interrelacionados lo que dificulta su estudio, uno de los más destacados es la erosión causada por el agua o el viento, proceso que afecta de forma generalizada a la mayor parte de las tierras del mundo. El proceso erosivo es posible que se agrave por el cambio climático e incremente el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas acentuó la disminución de la materia orgánica, la contaminación y salinización. Acelere la pérdida de biodiversidad y, en general, las propiedades económicas del suelo, y la pérdida duradera de vegetación natural. (Almorox, et al, 2010a: p.43)

**Tabla 1-1 Factores de la degradación de los suelos.**

<b>I. DETERIORO FÍSICO</b>	<b>A. Climáticos</b>	<b>B. No Climáticos</b>	
	1. Aridez y altas temperaturas. Fuerte evotranspiración	1. Erosión hídrica y eólica	
	2. Distribución de las presipitaciones irregular	2. Sellado y encostramiento del suelo	
	3. Alternancia de períodos de sequía y de lluvias torrenciales	3. Compactación del suelo	
4. Ocupación por la construcción e infraestructuras			
<b>II. DETERIORO QUÍMICO</b>	<b>A. Salinización y alcalinización de suelos y aguas</b>	<b>B. Reducción de Fertilidad</b>	<b>C. Contaminación de suelo toxificación</b>
		1. Fertilidad 2. Físico (estructura); química ( intercambio ionico); biológica ( sustento de organismos)	1. Productos fitosanitarios 2. Fertilizantes 3. Metales pesados 4. Acidificacion 5. Residos orgánicos de origen Urbano 6. Radiactividad
<b>III. DETERIORO BIOLÓGICO</b>	<b>A. Disminución de la biodiversidad:</b> perdida durarera de vegetación natural	<b>B. Reducción en el contenido de materia organica</b>	<b>C. Disminución de los organismos del suelo:</b> Alteraciones en la evolucion de la materia organica, edafización y fijación del nitrógeno.

**FUENTE:** (Almorox, et al,2010b: p.45)

En la tabla 2-1 se reflejan las causas y efectos más visibles que pueden emplearse como indicadores de la degradación de suelos.

**Tabla 2-1. Efectos visibles e importantes de la degradación de tierras.**

CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN	EFECTOS
Disminución y degradación de la cobertura vegetal natural.	El bosque es sustituido por formaciones secundarias. El suelo menos rugoso o desnudo es más vulnerable a la erosión.
Reducción en el contenido de materia orgánica	Pérdida de fertilidad.
Disminución de los organismos del suelo	Alteraciones en la evolución de la materia orgánica.
Reducción excesiva de la biomasa y pérdida de biodiversidad natural	Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados.
Aceleración de la erosión de suelo tanto causado por el agua como por el viento, por alteración del suelo y vegetación.	Erosión hídrica y eólica, como consecuencia de la menor cobertura vegetal.
Compactación del suelo por el uso de maquinaria o labores inadecuadas, o sobrepastoreo.	Disminución de la porosidad, de la capacidad de infiltración y de la capacidad de retención de humedad.
Deterioro, incluso pérdida, de la estabilidad estructural del suelo.	Se incrementa los valores de las escorrentías superficiales y su potencial erosivo.
Transferencias de materiales edáficos y nutrientes de las partes altas de las laderas a las bajas.	Eliminación de los horizontes superficiales en las partes elevadas de las laderas.
Acumulación de sedimentos y nutrientes al pie de las laderas, lechos fluviales y embalses.	La acumulación puede convertir en improductivo el suelo cubierto.
Pérdida de los materiales más finos superficiales.	Presencia de columnas, pedestales y montículos de erosión. En arboles pueden aparecer las raíces al aire.
Incisos de diversa magnitud en el terreno	Surcos, cárcavas y barrancos.
Contaminación del suelo. Salinización y Alcalinización del suelo. Acidificación	Pérdida de fertilidad. Contaminación de aguas superficiales y acuíferos.
Ocupación del suelo por obras e infraestructuras	Pérdida horizontal de suelo fértil.
Perturbación en la regulación del ciclo hidrológico	Reduce la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo y agrava los efectos de la sequía.
Degradación de los recursos hídricos	Reducción del agua disponible debido a la alteración del ciclo hidrológico y a la sobreexplotación de acuíferos. Desaparición de fuentes y manantiales y de los humedales y fauna a ellos asociados

**FUENTE:** (Almorox, et al, 2010c:, p. 46)

## **1.2 Degradación de la Tierra y cambio climático.**

La degradación de la tierra no solo contribuye con el cambio climático mediante la deforestación o la ganadería, sino que, dependiendo del estado de degradación de sus recursos, de la presencia o ausencia de árboles y bosques, de la fertilidad de las tierras de cultivo y de la calidad de las fuentes de agua, aumenta o disminuye la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático. (Segarra, 2014b: p. 11)

Las interacciones entre el cambio climático y la degradación de las tierras son extremadamente complejas. Estos procesos pueden retroalimentarse; por ejemplo cuando la degradación de las tierras, a través de la pérdida de carbono terrestre almacenado en los suelos y la vegetación, contribuye al calentamiento climático. Asimismo, la disminución de la cubierta vegetal provocada por la degradación influye en el microclima local al reducir la humedad del aire y aumentar la temperatura del suelo. En cualquier caso, la degradación de las tierras combinada con el cambio climático puede alterar sistemas ecológicos y de uso de la tierra consolidada, que a su vez puede provocar deficiencias en los suministros de alimentos y agua, con los impactos negativos subsiguientes en los medios de vida y la capacidad de adaptación de los hogares, generando mayor pobreza, desnutrición, emigración, inseguridad política y conflictos. ( UNNCD, 2015, p.7)

## **1.3 Desertificación afectación en turbas y turberas.**

La mayoría de la población desconoce qué es una turbera, y más aún sus funciones ambientales. Las turberas son un tipo de humedal que se caracteriza por la producción progresiva de turba, material que resulta de la lenta descomposición y compactación de la materia orgánica de la vegetación dominante. Las turberas son reconocidas internacionalmente como uno de los mayores sumideros de carbono del planeta. Su superficie abarca entre 3-6% de la superficie de la tierra, almacenan el 10% del agua dulce disponible. Esta característica le confiere a las turberas la capacidad de regular el flujo hídrico a escalas de cuenca, interceptando el escurrimiento y almacenando las aguas pluviales. (Valdes, et al, 2011, pp.67-82)

Esencialmente, las turberas reducen los picos de crecidas, aportan a los sistemas de escurrimiento cuando el agua es escasa, depuran el agua superficial o subterránea que ingresa, mejorando la calidad

de la descarga y brindan protección de la erosión hídrica, pero la desertificación ha ocasionado zanjas de drenaje y canales, lo que aumenta la aireación y conduce a la descomposición de la turba y la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono. (CCAFS, 2013)

#### **1.4 Erosión Hídrica**

La erosión hídrica es el proceso de sustracción de masa sólida al suelo o a la roca de la superficie llevado a cabo por un flujo de agua que circula por la misma. Aproximadamente el 40% de la superficie agrícola mundial está seriamente degradada por erosión. (Lanz, 2015)

#### **1.5 Desertificación a nivel mundial**

La comunidad internacional a través de las Naciones Unidas como uno de los foros más relevantes, ha reconocido desde hace tiempo que la desertificación constituye un problema mayor de carácter económico, social y ambiental que concierne a numerosos países de todas las regiones del mundo. La desertificación es un problema global que amenaza directamente a más de 250 millones de personas y a una tercera parte de la superficie terrestre o más de cuatro mil millones de hectáreas. Igual mente pelagra la subsistencia de unos mil millones de personas en más de cien países, que dependen de la tierra para la mayoría de sus necesidades y que suelen ser los habitantes más pobres del planeta. (Ruiz & Febles, 2004, pp. 1-4 )

En todas partes alrededor del mundo se observa el proceso de degradación, aproximadamente el 70% de los 5.200 billones de hectáreas de tierras áridas utilizadas para la agricultura se encuentran degradadas. Un total de más de 110 países poseen tierras áridas más o menos degradadas. En África el 73% del total de las tierras áridas es decir mil millones de hectáreas están afectadas por la desertificación. En Asia, 1.400 millones de hectáreas se encuentran afectadas. América del Norte es el continente con la proporción más elevada del mundo de tierras áridas en vías de desertificación (74%). Cinco países de la Unión Europea se encuentran igualmente afectados y numerosas regiones amenazadas de Asia. (UNESCO, 1997)

En América del sur específicamente en Argentina su región sur, se halla muy afectada por este fenómeno en su parte central y en menor medida en su parte costera, debido al sobre pastoreo ovino, la mala agricultura, mala utilización de recursos hídricos, lacustres y la explotación petrolera sin ningún control estatal. (Tecnología de San Martín, 2011)

## **1.6 Desertificación en el Ecuador**

Desde el año 1995, el Ecuador forma parte del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación, han existido varios intentos de identificar a nivel espacial las zonas en las que intervienen procesos de desertificación y degradación de la tierra, sin embargo no se cuenta con información y modelamiento exacto para su estudio. (MAE, 2004)

Si bien en el Ecuador no existen estudios integrales que analicen todos los componentes que inciden en la degradación de los suelos, se estima que las áreas susceptibles a la desertificación corresponden aproximadamente al 4% del territorio nacional, esto es, 1'100.000 hectáreas. Además, 5'998.341 hectáreas, que representan el 23% de la superficie del país, constituyen las áreas más propensas a procesos erosivos. Las provincias más afectadas por la desertificación y sequía son: Manabí, Chimborazo y Loja. (Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana , 2015)

Se han realizado mapas que muestran ciertos aspectos de degradación de la tierra en el Ecuador. En el gráfico 1-1 se observa que de acuerdo al tipo de suelo existen diferentes zonas susceptibles a la erosión hídrica las cuales dependen de algunos factores como la pendiente, contenido de materia orgánica drenaje, etc. El 7% de las zonas presentan una alta susceptibilidad, moderada un 45%, ligera 6% y baja 34 %. (Segarra, 2014c: p.6)



**Figura 1-1.** Zonas susceptibles a la erosión hídrica.  
**Fuente:** (Segarra, 2014)

Zonas del país que han sido intervenidas y que principalmente son utilizadas intensivamente para la agricultura, ganadería y extracción de recursos del bosque, se ven reflejadas en el grafico 1-2 las cuales podrían considerarse como vulnerables a la degradación de la tierra siempre y cuando las prácticas de manejo sean las adecuadas.



**Figura 2-1.** Zonas vulnerables a desertificación y degradación.  
**Fuente:** (Segarra, 2014)

**Tabla 3-1. Superficie de cobertura vegetal y uso del suelo en el Ecuador continental.**

Cobertura vegetal y uso del suelo	Superficie	
	%	Hectáreas
Vegetación natural	57,9	14.186.750,00
Zonas deforestadas últimos 20 años	2,6	643.865,05
Paisajes minerales	0,4	94.028,83
Cuerpos de agua	0,0	2.562,13
Mosaicos de vegetación natural y cultivos	16,2	3.9666.177,88
Cultivos permanentes	8,1	1.989.317,76
Cultivos de ciclo corto	7,3	1.793.157,16
Pastos	7,4	1.814.613,12
Zona urbana	0,1	29.797,50
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>24.520.269,42</b>

**Fuente:** (Segarra, 2014d: p. 8)

### 1.7 Desertificación en el Cerro Nitón parroquia Chiquicha

Con el andar del tiempo, varios lugares del Ecuador caracterizados por su fragilidad y vulnerabilidad, como el cerro Nitón, han representado la expansión y aceleración de la explotación de los recursos naturales, a tal punto que se puede anticipar la extinción de muchas especies vegetales y animales y al mismo tiempo la degradación de suelos y aguas por efecto de su mal manejo y contaminación, comprometiéndose de esta manera la sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, la variabilidad genética y por ende la seguridad alimentaria.

La parroquia presenta diversa susceptibilidad a la erosión a lo largo de su territorio:

- Severa, ubicada en la zona que bordea los ríos Patate y Pachanlica, en zonas de fuerte pendiente;
- Alta, se extiende de manera general junto a la primera al este y oeste de la parroquia y se extiende al sur de ésta;
- Moderada, en las áreas con pendientes medias y
- Bajas en la parte más plana de la parroquia, en éstas dos últimas es donde se tiene una producción agrícola intensiva, especialmente de tomate de árbol. (GADPR CHIQUICHA, 2015a: p.10).

Sin embargo, estos datos resultan insuficientes para obtener información necesaria que permita adoptar acciones preventivas y mitigadoras sobre los procesos de desertificación en la provincia. Por esta razón, el siguiente diagnóstico multitemporal busca generar un diagnóstico integral que determina las áreas susceptibles a la desertificación en la parroquia Chiquicha principalmente en la zona del cerro Nitón.

### ***1.7.1 Uso del suelo y Cobertura Vegetal***

La parroquia rural Chiquicha presenta diversas coberturas de suelos, entre las cuales se encuentran: Bosque Plantado, cultivos de ciclo corto, cultivos de frutales, pasto plantado, vegetación rastrera nativa; cada una caracteriza a la parroquia de acuerdo al desarrollo de actividades realizadas en cada cobertura.

De acuerdo a las características biofísicas de la zona se ha podido determinar la superficie que posee cada cobertura y como está distribuida en la parroquia, determinando así que en Chiquicha predominan los cultivos de ciclo corto sobretodo de maíz con 806,47 Ha que equivale a un porcentaje de 56,53% de la superficie, a continuación le sigue la vegetación rastrera nativa con una superficie de 382,57 Ha, la cual está destinada a actividades de pastoreo esporádico y conservación; posteriormente se encuentran los cultivos de frutales que forman parte importante de la productividad de la parroquia y por ende del ingreso económico de la población, poseen una superficie de 151,60 Ha. Asociado a estas zonas se puede encontrar bosque plantados con una superficie de 67,99 Ha destinado para el desarrollo de actividades industriales y pastos plantados aptos para el desarrollo de actividades pecuarias alcanzando los 18,11 Ha correspondiente al 1,27% de la superficie total de Chiquicha. (GADPR CHIQUICHA, 2015b: p.11).

## **1.8 Diagnóstico multitemporal**

El diagnóstico multitemporal de tipo espacial se realiza mediante la comparación de las coberturas interpretadas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y permite evaluar los cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas. Como los meses del año y los años entre sí difieren en sus características climáticas, un análisis multitemporal es mucho más generalizado que el análisis de una sola imagen. (SCANTERA , 2006)

Mediante la interpretación de imágenes satelitales se pueden diferenciar rasgos físicos que cubren nuestro planeta, como son los cuerpos de agua, bosques, cultivos, diversos tipos de vegetación, rocas desnudas, arenas, infraestructuras, entre otros. (Padilla, 2004, p.23)

La metodología de análisis multitemporal, es una técnica de análisis que permite obtener conclusiones diferenciadas relacionadas con las transformaciones espaciales de una región. El procesamiento multitemporal implica que las series de datos provenientes de diferentes fechas, tienen que convertirse en un conjunto único de datos. ( INGTELSIG, 2010)

### ***1.8.1 Análisis multitemporal de la cobertura vegetal***

El análisis multitemporal de fotografías aéreas e imágenes de satélite, de acuerdo a diversos autores, constituye un método efectivo para la detección de cambios en la vegetación dada la alta correlación existente entre la variación espectral en la imagen y el cambio en la cubierta vegetal, que permite evaluar las consecuencias de estos cambios a partir de su detección, control y análisis rápido y eficiente. Los estudios relacionados con el análisis contribuyen a la definición de las categorías debido a que proporcionan un elemento adicional de análisis como son los cambios del estado fenológico de las especies vegetales. (Pozo, 2012, p.32)

En el ámbito mundial, las técnicas de teledetección han sido utilizadas en la identificación de cambios en la cobertura y usos de la tierra. Esta valiosa tecnología sirve para el monitoreo de fenómenos naturales u otras modificaciones que experimenta una región como consecuencia de la intervención del hombre. (Salvatierra, et al, 2015)

## 1.9 Sistemas de media resolución

### 1.9.1 *El programa LANDSAT*

La constelación de satélites LANDSAT (LAND=tierra y SAT=satélite), que inicialmente se llamaron ERTS (Earth Resources Technology Satellite), fue la primera misión de los Estados Unidos para el monitoreo de los recursos terrestres. La forman 8 satélites de los cuales sólo se encuentran activos el 5 y el 8. Su mantenimiento y operación está a cargo de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) en tanto que la producción y comercialización de las imágenes depende del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). (INEGI, 2015)

Los satélites LANDSAT llevan a bordo diferentes instrumentos. Su evolución buscó siempre captar más información de la superficie terrestre, con mayor precisión y detalle, de ahí las mejoras radiométricas, geométricas y espaciales que se incorporaron a los sensores pasivos; el primero, conocido como Multispectral Scanner Sensor (MSS), seguido de Thematic Mapper (TM) que tiene mayor sensibilidad radiométrica que su antecesor, y por último, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) que entre sus mejoras técnicas destaca una banda espectral (pancromática) con resolución de 15 metros. (INEGI, 2015)

En la actualidad el programa se encuentra en su octava versión denominada: “Landsat Data Continuity Mission” (LDCM) es el octavo satélite de observación de la serie LANDSAT y continuará el legado de archivo de los anteriores satélites, convirtiéndose de esta manera en el futuro de los satélites de observación de la tierra de mediana resolución con más historia. Este programa amplía, mejora y avanza en el registro de imágenes mutiespectrales, mantenimiento la misma calidad de sus siete predecesores. Tras el lanzamiento, el satélite LDCM fue rebautizado como LANDSAT 8. (IGAC, 2013, p.11)

**Tabla 4-1. Características técnicas de LANDSAT 8**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>																						
Tipo de Producto	Imagen L1T (Precision, Terrain Corrected) – ortorrectificada																						
Formato de Imagen	Archivo GeoTIFF Metadato en formato texto																						
Espaciamiento de pixel	15 m Pancromático 30 m Multiespectral																						
Tamaño de Producto	185 x 185 km																						
Correcciones Geométricas	Proyectadas a un datum y proyección cartográfica, usando un Modelo Digital de Elevación (SRTM) y puntos de control terrestre (GCP)																						
Datum Horizontal	WGS84																						
Proyección Cartográfica	UTM (Universal Transversa de Mercator)																						
Bandas Espectrales	<p>11 bandas:</p> <table> <tr> <td>Aerosol costero (Coastal Aerosol)</td> <td>430 – 450 nm</td> </tr> <tr> <td>Azul (Blue)</td> <td>450 – 510 nm</td> </tr> <tr> <td>Verde (Green)</td> <td>530 – 590 nm</td> </tr> <tr> <td>Rojo (Red)</td> <td>640 – 670 nm</td> </tr> <tr> <td>Infrarrojo cercano (NIR)</td> <td>850 – 880 nm</td> </tr> <tr> <td>SWIR 1 (SWIR 1)</td> <td>1570 – 1650 nm</td> </tr> <tr> <td>SWIR 2 (SWIR 2)</td> <td>2110 – 2290 nm</td> </tr> <tr> <td>Pancromático (Pan)</td> <td>500 – 680 nm</td> </tr> <tr> <td>Cirrus (Cirrus)</td> <td>1360 – 1380 nm</td> </tr> <tr> <td>Infrarrojo térmico (TIRS ) 1</td> <td>10600 – 11190 nm</td> </tr> <tr> <td>Infrarrojo térmico (TIRS ) 2</td> <td>11500 – 12510 nm</td> </tr> </table>	Aerosol costero (Coastal Aerosol)	430 – 450 nm	Azul (Blue)	450 – 510 nm	Verde (Green)	530 – 590 nm	Rojo (Red)	640 – 670 nm	Infrarrojo cercano (NIR)	850 – 880 nm	SWIR 1 (SWIR 1)	1570 – 1650 nm	SWIR 2 (SWIR 2)	2110 – 2290 nm	Pancromático (Pan)	500 – 680 nm	Cirrus (Cirrus)	1360 – 1380 nm	Infrarrojo térmico (TIRS ) 1	10600 – 11190 nm	Infrarrojo térmico (TIRS ) 2	11500 – 12510 nm
Aerosol costero (Coastal Aerosol)	430 – 450 nm																						
Azul (Blue)	450 – 510 nm																						
Verde (Green)	530 – 590 nm																						
Rojo (Red)	640 – 670 nm																						
Infrarrojo cercano (NIR)	850 – 880 nm																						
SWIR 1 (SWIR 1)	1570 – 1650 nm																						
SWIR 2 (SWIR 2)	2110 – 2290 nm																						
Pancromático (Pan)	500 – 680 nm																						
Cirrus (Cirrus)	1360 – 1380 nm																						
Infrarrojo térmico (TIRS ) 1	10600 – 11190 nm																						
Infrarrojo térmico (TIRS ) 2	11500 – 12510 nm																						
Resolución Radiométrica	12 bits																						

**Fuente:** (INEGI, 2015)

### ***1.9.2 Sistemas de Información Geográfica***

Tradicionalmente la utilización de Sensores Remotos en el área ambiental ha sido para la generación de mapas temáticos. Los cuales por lo general representan la fase final de un proyecto, ya que la cartografía obtenida a partir de Sensores Remotos representan variables que se incorporan a un SIG. Por tanto podemos definir a un Sistema de Información Geográfica (SIG), como un sistema computarizado que facilita las fases de entrada de datos, análisis de datos espaciales y presentación de datos, especialmente en casos cuando trabajamos con datos georeferenciados. Además, permiten almacenar esa información espacial de forma eficiente, simplificando su actualización y acceso directo al usuario. (Guerra, 2006a, p. 12)

### **1.10 Imagen satelital**

Una imagen satelital es una representación visual de los datos reflejados por la superficie de la tierra que captura un sensor montado en un satélite artificial. Los datos son enviados a una estación terrena en donde se procesan y se convierten en imágenes, enriqueciendo nuestro conocimiento de las características de la Tierra en diferentes escalas espaciales. Los satélites de observación de la Tierra obtienen datos en el menor tiempo posible para dar seguimiento a la evolución de un fenómeno. Nunca antes se tuvo tanta información acerca de la evolución de la superficie terrestre, y lo más sorprendente es la relativa rapidez para recibir los datos en tiempo real, en un centro de control, en la oficina o incluso en la casa. (INEGI, 2015)

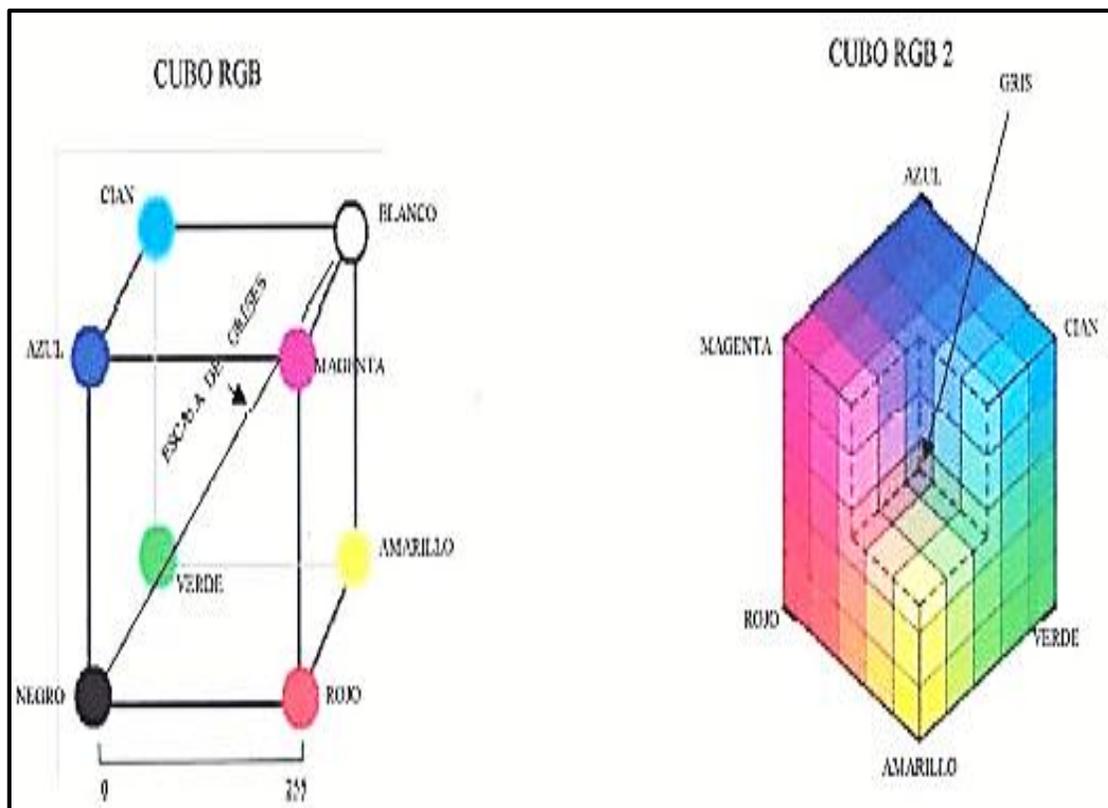
#### ***1.10.1 Interpretación de imágenes satelitales***

Esta actividad interactiva experimenta el proceso de interpretación de una imagen de satélite, mediante la comparación de imágenes de distintas combinaciones espectrales. Este procedimiento permite identificar los usos del suelo y las estructuras de la superficie terrestre sobre imágenes de satélite. (CNICE, 2006)

Las imágenes LANDSAT TM y ETM+, cubren un área de 185 x 185 kilómetros aproximadamente, con una resolución de 30 y 120 mt. (TM) y 15, 30 y 60 mt. (ETM+), contienen 7 y 8 bandas espectrales respectivamente que dan respuesta sobre las características geológicas, litológicas, estructurales de las rocas de la superficie terrestre, y otros aspectos como humedad, vegetación, áreas cubiertas con glaciares, etc. (UNMSM, 2010a, p.1)

### 1.10.2 Combinaciones de colores.

Las imágenes satelitales suelen ser multiespectrales, es decir que son registradas simultáneamente en varias regiones del espectro electromagnético. Estas imágenes pueden ser estudiadas individualmente en escalas de grises o en imágenes coloreadas obtenidas a partir de las primeras. Este hace referencia a la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios con los que se forma: el rojo, el verde y el azul (RGB). (UNMSM, 2010b, p.3)



**Figura 3-1.** Combinación de color.

Fuente: (TELEDET, 2012)

### 1.10.3 Significado de las bandas.

**Banda 1 (Azul):** Usada para el mapeo de aguas costeras, diferenciando entresuelo y vegetación; mapeo de tipo de forestación o agricultura, y detecta centros poblacionales.

**Banda 2 (Verde):** Corresponde a la reflectancia del verde de la vegetación vigorosa o saludable. También es usada para la identificación de centros poblados.

**Banda 3 (Rojo):** Es usada para la discriminación de especies de plantas, la determinación de límites de suelos y delineaciones geológicas así como modelos culturales.

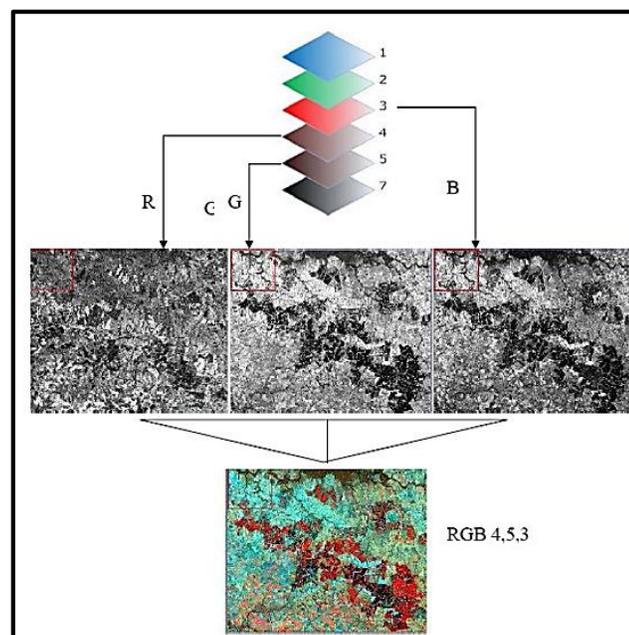
**Banda 4 (Infrarrojo Reflectivo):** Determina la cantidad de biomasa presente en un área, enfatiza el contraste de zonas de agua-tierra, suelo-vegetación.

**Banda 5 (Infrarrojo Medio):** Es sensible a la cantidad de agua en las plantas. Usada en análisis de las mismas, tanto en época de sequía como cuando es saludable. También es una de las pocas bandas que pueden ser usadas para la discriminación de nubes, nieve y hielos.

**Banda 6 (Termal):** Para la vegetación y detección de la vegetación que se encuentra enferma, intensidad de calor, aplicaciones de insecticidas, para localizar la polución termal, ubicar la actividad geotermal, actividad volcánica, etc.

**Banda 7 (Infrarrojo medio):** Es importante para la discriminación de tipos de rocas y suelos, así como el contenido de humedad entresuelo y vegetación.

**Banda 8 (Pancromático):** Ayuda a diferenciar los diferentes lineamientos estructurales (UNMSM, 2010c, p. 4)

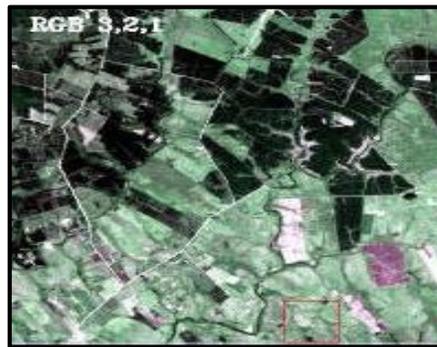


**Figura 4-1.** Bandas Landsat.

Fuente: (TELEDET, 2012)

### 1.10.3.1 Análisis de la imagen en color real (bandas 3, 2,1)

Las imágenes compuestas en color real o verdadero tienen un aspecto similar a lo que esperaríamos ver en una fotografía normal, ya que la combinación de colores se aproxima a la percepción del ojo humano. Las imágenes de color real tienden a presentar un bajo contraste y un aspecto algo borroso. Ello es debido a que la luz azul (Banda 1) es más sensible que las de otros anchos de banda al efecto de dispersión de la atmósfera. (CNICE, 2006)



**Figura 5-1.** Color real (Bandas 3, 2,1)  
Fuente: (TELEDET, 2010)

### 1.10.3.2 Combinación en falso color Bandas 4, 3, 2.

Esta composición de bandas, muestra los bosques en rojo y las zonas cultivadas en distintos tonos de rojo y rosa. Las carreteras se ven como líneas de color rosa claro. Los lagos y el mar son de color azul oscuro. (CNICE, 2006)



**Figura 6-1.** Combinación en falso color (Bandas 4, 3,2)  
Fuente: (TELEDET, 2010)

### 1.10.3.3 Combinación en falso color Bandas 5, 4, 2.

En esta imagen compuesta por las bandas 5, 4 y 2, los bosques aparecen en color verde, las zonas cultivadas en distintos tonos verde y las zonas edificadas en varios tonos grises y rosados. Además, se ven las carreteras como líneas oscuras. Los lagos aparecen en color negro. (CNICE, 2006)



**Figura 7-1.** Combinación en falso color (Bandas 5, 4, 2)  
**Fuente:** (TELEDET, 2010)

### 1.10.3.4 Otras combinaciones en falso color.

Se puede utilizar cualquier otra combinación entre bandas, seleccionando tres a tres cada una de las bandas.

**Tabla 5-1. Otras combinaciones en falso color**

Combinación	Tipo de estudio
357	Erosión de suelos
345	Sectores ambientales
347	Sectores ambientales
234	Sectores ambientales
157	Clasificación de cubierta
135	Geología
354	Clasificación de suelos

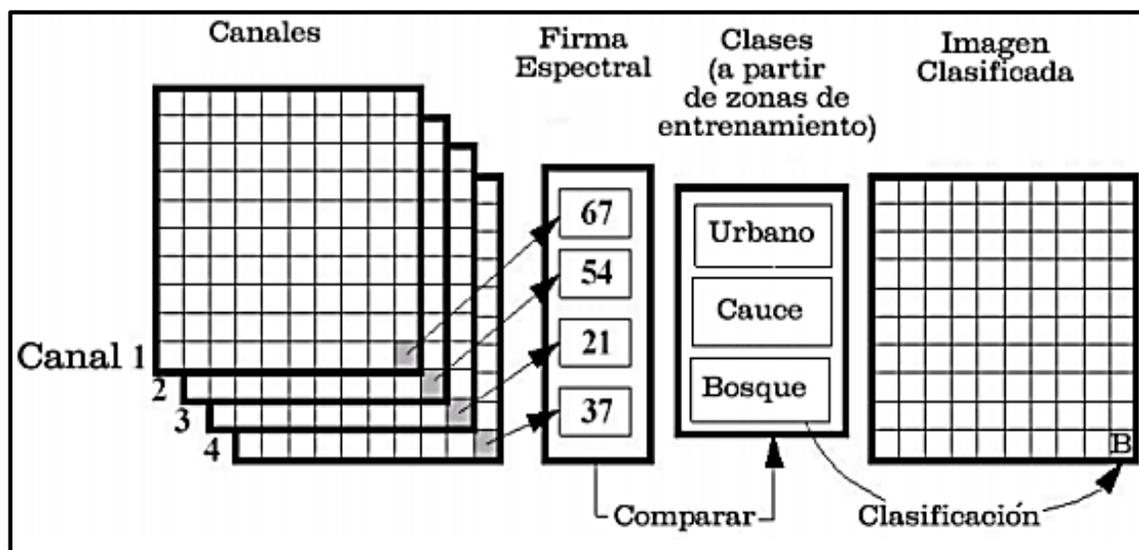
**Fuente:** (Fernández, 2001, p. 29)

### 1.10.4 Clasificación Digital de Imágenes Satelitales

El objetivo de una clasificación consiste en agrupar los píxeles que posean una misma característica. Generalmente la característica tomada es el valor digital de los mismos, que se corresponderá a un tipo de cobertura del terreno. Básicamente, la clasificación digital de imágenes satelitales consiste en un método estadístico por el cual, a través de un muestreo de píxeles, se agrupa en categorías o clases al resto de los píxeles de una imagen. (Angelini, 2012a, p. 1)

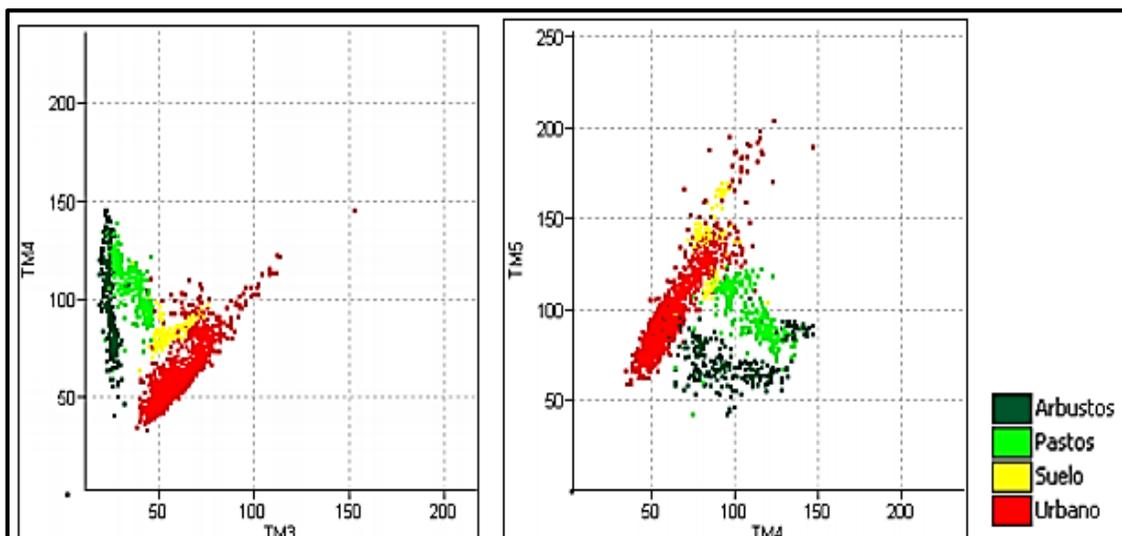
#### 1.10.4.1 Clasificación Supervisada.

La clasificación supervisada requiere de cierto conocimiento previo del terreno y de los tipos de coberturas, a través de una combinación de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas e informes técnicos y referencias profesionales y locales. Con base de este conocimiento se definen y se delimitan sobre la imagen las áreas de entrenamiento o pilotos. La clasificación supervisada pretende definir las clases temáticas que no tengan claro significado espectral, considerada por esto como un método artificial. (Angelini, 2012b, p. 4)



**Figura 8-1.** Esquema de Clasificación digital supervisada  
Fuente: (TELEDET, 2010)

El proceso de clasificación supervisada, se puede resumir en las siguientes etapas: análisis visual y estadístico de la imagen y de sus bandas, elaboración de la leyenda del mapa, selección y delimitación de áreas pilotos, generación y evaluación de sus estadísticas y reajustes, elección y aplicación del algoritmo de clasificación, reajustes y clasificación de nuevo, y finalmente, la evaluación de los resultados y su presentación.



**Figura 9-1.** Gráficas de dispersión de áreas  
Fuente: (TELEDET, 2010)

### 1.11 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Las nociones o conocimientos básicos de que es un Plan de Manejo Ambiental son los siguientes:

- **Planificación**

En esencia viene a ser un proceso intelectual que precede a la acción y se desarrolla enmarcado en tres umbrales de tiempo: el presente, donde se desarrolla un plan para llegar al objetivo ubicado en el futuro, sobre la base de información del pasado. La planificación define el lugar donde se desea estar en el futuro y la forma de lograrlo. (Espinoza, 2012a, p. 20)

### ***1.11.1 Definición de PMA***

Los Planes de Manejo son un instrumento clave para la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y culturales. Constituyen aspectos fundamentales del ecosistema sociocultural, esto es, aquel en el cual está integrada la sociedad humana como componente del ambiente natural.

En un enfoque más amplio consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del hombre, para que pueda alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con su medio ambiente. Se trata de hacer un uso apropiado de los recursos naturales para el bienestar de la población, teniendo en cuenta que las generaciones futuras tendrán necesidad de esos mismos recursos, por lo que habrá que conservarlos en calidad y cantidad (Espinoza, 2012a, p. 20)

### ***1.11.2 Características del PMA***

Un Plan de Manejo o Plan de Gestión debería presentar las características siguientes:

- Se basa en información técnica, científica y de conocimiento local del lugar.
- Armoniza las necesidades de conservación de la biodiversidad con los intereses locales y regionales.
- Es flexible y consensuado o acordado con los actores involucrados.
- La inversión en su preparación es coherente con el tamaño del área, con su complejidad ecológica y social, y con el momento de su desarrollo.
- Contempla su financiamiento estratégico.
- Es gradual, es decir, sigue un proceso de aproximación sucesivo (en que el nivel de detalle va aumentando gradualmente).
- Es de carácter participativo (los niveles de interacción están vinculados a actores definidos).
- Es entendible para todos los usuarios (para lo cual se pueden elaborar versiones adecuadas en función de los diferentes usuarios).
- Es realista y aplicable (tiene un componente fuerte de capacitación).
- Es estratégico, tiene una visión de largo plazo.
- Define claramente las varias responsabilidades en la ejecución. (Espinoza, 2012c, p. 21)

## CAPITULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Materiales y equipos

Cuadro 1-2. Materiales, equipos y su descripción

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
<b>MATERIAL DE GABINETE</b>	<p><b>Material de escritorio</b> (CDs, Flash drive (8 GB), hojas, esferos, borrador, lápiz)</p> <p><b>Equipos :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ HP Pavilion g6, PC.</li><li>✓ Geoposecionador espacial (GPS)</li><li>✓ Cámara fotográfica</li></ul> <p><b>Software :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ ARC GIS 10.1 para el tratamiento de las imágenes satelitales, el análisis multitemporal, y elaboración de los mapas temáticos.</li></ul> <p><b>Word, Excel.</b></p>
<b>MATERIAL CARTOGRÁFICO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Imagen Landsat 5; LANDSAT_SCENE_ID = “LT50100611991256XXX01” del 13 de septiembre, 1991.</li><li>✓ Imagen Landsat 7; LANDSAT_SCENE_ID = “LE7010061200159EDC00” del 16 de septiembre, 2001.</li><li>✓ Imagen Landsat 8; LANDSAT_SCENE_ID = “LC80100612015258LGN00” del 15 de septiembre, 2015.</li></ul>

Las imágenes satelitales Landsat se obtuvieron a través de Earth Science Data Interface (ESDI) ( University of Maryland, 2014)

## **2.2 Metodología Diagnostico multitemporal**

Para la realización del diagnóstico multitemporal en el área de estudio se realizaron cinco pasos:

- ✓ Levantamiento de datos
- ✓ Diagnóstico de la situación actual del Cerro Nitón
- ✓ Tratamiento básico de las imágenes satelitales
- ✓ Uso del suelo en el Cerro Nitón año 1991,2001, 2015.
- ✓ Análisis multitemporal de las imágenes satelitales.

### ***2.2.1 Levantamiento de datos***

#### ***2.2.1.1 Delimitación de área de Estudio***

Para delimitar el área de estudio se realizaron recorridos con los representantes de la Parroquia quienes conocían bien el área lo que permitió identificar los límites imaginarios que tiene el cerro Nitón con otras comunidades; con la ayuda del GPS se tomaron puntos para el posterior análisis, facilitando conocer la extensión y ubicación exacta del área de estudio.

#### ***2.2.1.2 Localización del Área de Estudio***

Para determinar la ubicación geográfica del área de estudio se utilizaron las coberturas digitales de Provincias y Cantones del Instituto nacional de estadísticas y censos (INEC), también fue utilizada la cobertura digital de la parroquia Chiquicha del PDYOT-CHIQUICHA 2015, con esta información se elaboró el Mapa de Ubicación (Ver Figura 2-3. ).

## **2.2.2 Diagnóstico de la situación actual del Cerro Nitón**

### **2.2.2.1 Relieve**

Los relieves del cerro Nitón, se encuentran determinados por las pendientes y características geológicas de formación.

### **2.2.2.2 Climatología**

Con la ayuda del anuario meteorológico de la provincia de Tungurahua y tomando como puntos referenciales los de las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio se consideran los datos de presión y temperatura media anual los mismos que ayudaron a la obtención de los resultados.

### **2.2.2.3 Recurso Hídrico**

Se buscaron datos sobre el proyecto de red de drenaje que dota de agua al cerro Nitón, estos apoyaron para la realización del diagnóstico. Además se identifican las quebradas o drenajes superficiales ubicados dentro del área de estudio.

### **2.2.2.4 Recurso Suelo**

Para determinar el tipo, la estructura, la materia orgánica y la permeabilidad, se realizó un análisis del suelo en un laboratorio mediante la toma de muestras representativas en la zona de estudio.

#### *2.2.2.5 Unidades de vegetación*

Mediante una visita de campo se establecieron las unidades vegetales que se encuentran en la zona de estudio las cuales fueron clasificadas de acuerdo al sistema de clasificación utilizado para definir las clases de uso/cubierta de la tierra (CUCT) el cual se basa en un método dicotómico e incluye diferentes niveles. (FAO, 2009, p.112)

#### *2.2.2.6 Período de Tiempo a Analizar*

La determinación de las zonas vulnerables a la desertificación y degradación del suelo del cerro Nitón parroquia Chiquicha comprende un período de tiempo de 24 años, este valor es obtenido a partir de la fecha de captura de la primera imagen 13 de septiembre de 1991 hasta la fecha de captura 15 de septiembre del 2015 de la imagen.

### **2.2.3 Tratamiento básico de las imágenes satelitales**

#### *2.2.3.1 Selección de imágenes satelitales*

Para realizar este estudio se utilizó imágenes satelitales Landsat descargadas de la página <http://glovis.usgs.gov/> en USGS Global Visualization Viewer, Las imágenes descargadas corresponden a los años de 1991, 2001, 2015 en los meses de Noviembre y Septiembre respectivamente. La imagen de 1991 pertenece al satélite Landsat 5 mientras que la imagen de 2001 fue tomada con Landsat 7 y la imagen de 2015 de Landsat 8. Para la selección de las imágenes se tomó en cuenta que el porcentaje de nubes no sobrepase el 10 % sobre el área de estudio, lo que permitió ahorrar tiempo en tratamientos correctivos.

### 2.2.3.2 *Procesamiento Imágenes Landsat*

La corrección de imágenes es un proceso que ayuda a eliminar anomalías detectadas en una imagen. Los ruidos causados a la señal receptada por el satélite, pueden causar distorsiones radiométricas y geométricas. (León, 2015, p. 18)

**Corrección:** El nivel De Procesamiento digital de cada una de las bandas es 1GT, es uno de los más usados, gracias a su calidad generada por los proveedores, empleando datos de tipo computarizados en el momento de la captura de la imagen. Las imágenes Landsat son procesadas para la corrección estándar Terreno (Nivel -Precisión 1T y corrección del terreno). Algunos no tienen datos de control de tierra o de elevación necesarias para la corrección L1T, y en estos casos, el mejor nivel de corrección se aplica (terreno plano 1G-sistemática o Nivel 1GT-sistemática).

**Corrección sistemática Terreno (Nivel 1GT)** - Se realiza una corrección sistemática, radiométrica y precisión geométrica, empleando un modelo de elevación digital (DEM) para la exactitud topográfica.

### 2.2.3.3 *Correcciones Radiométricas (Radianza y Reflectancia).*

Las imágenes LANDSAT fueron adquiridas en niveles de procesamiento L1G que incluyen correcciones radiométricas y geométricas sistemáticas, pero para lograr una mayor exactitud geométrica realizamos la corrección radiométrica para las imágenes satelitales 1991, 2001, 2015 es decir reflectancia y radianza el Software de procesamiento fue ArcGIS 10. 1, Artoolbox y la herramienta Landsat 8 para ello se necesitó conocer los valores respectivos de ganancia (Gias) y de sesgo (Bias) que se encuentran incorporados en el metadato de cada imagen satelital.

### 2.2.4 *Uso del suelo en el Cerro Nitón año 1991,2001, 2015.*

Para la clasificación en ArcGIS partimos de las imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 de los años 1991, 2001 y del 2015 respectivamente con una resolución de 30x30 m, descargadas de

Earth Science Data Interface (ESDI). ( University of Maryland, 2014). Para el análisis del cambio de uso del suelo hay que trabajar aplicando la combinación en falso color bandas 4, 3, 2. Esta composición de bandas, muestra los bosques en rojo y las zonas cultivadas en distintos tonos de rojo y rosa. Las carreteras se ven como líneas de color rosa claro. (CNICE, 2006)

Debido a que las imágenes satelitales se encuentran separadas en bandas se realizara la fusión de cada una de las imágenes utilizando la herramienta “Composite Bands”. Una vez hecho esto se procederá a recortar el límite en la imagen usando la herramienta “Extrat by Mask”. Para la imagen de Landsat 7 y Landsat 8 para mejor su resolución se utiliza la herramienta “Create pan-sharpened raster” no se puede aplicar esta herramienta con la imagen de Landsat 5 debido a que esta no cuenta con la banda 8.

Para empezar con la clasificación supervisada ya en el Software antes mencionado hay que utilizar la herramienta “ Image Classification” dentro de la misma ventana activar “Training Sample Manager”, luego seleccionar “Draw Polygon”. Proceder a dibujar los polígonos en los pixeles seleccionados para cada clase, las cuales serán:

- ✓ Bosque plantado Mixto (FPM)
- ✓ Área construida (OB)
- ✓ Cultivo anual (OCA)
- ✓ Cultivo perenne (OCP)
- ✓ Tierra árida (OX).

En el caso de la imagen de Landsat 5 solo se obtienen 4 clases debido a que en el año 1991 no habían sido introducidos los bosques mixtos es decir para esta imagen las clases serán:

- ✓ Área construida (OB)
- ✓ Cultivo anual (OCA)
- ✓ Cultivo perenne (OCP)
- ✓ Tierra árida (OX).

Una vez seleccionados todos los pixeles correspondientes en la ventana “Image Classification”, seleccionar “Create Signatures”, para crear la firma espectral de cada una de las muestras lo que va a permitir generar la matriz de separabilidad una ve generada se procederá hacer la clasificación utilizando la herramienta “Maximun Likelihood Classification”. Posterior a esto se realiza la disolución a través de un filtro por mayoría utilizando la herramienta “Majority filter”, después el

raster resultante, convertir en polígono. Abrir la tabla de atributos para calcular el área en Hectáreas, una vez calculada el área aplicar un filtro para eliminar superficies menores o iguales a 0.5 ha. Para simplificar el proceso de polígonos esto quiere decir que la unidad mínima cartográfica en este mapa va hacer 0.5 ha. Para eliminar el resto de polígonos se utiliza la herramienta “Eliminate” la cual se ubica en “Artoolbox”, en la herramienta “Data Management tools”, y en “Generalization”.

2.2.4.1 *Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991, 2001 y 2015.*

El cálculo de la tasa de cambio anual (TCA), se obtuvo por medio de la comparación de un área cubierta por bosque en dos épocas diferentes .La fórmula empleada (Ecuación 1) constituye una tasa porcentual anual, usada frecuentemente para cálculos de esta índole (Puyravaud, 2003, pp.593-596)

$$q = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1 \quad (1)$$

**Donde:**

**q** = Tasa de cambio Anual

**A<sub>2</sub> y A<sub>1</sub>** = Son las áreas en la fecha final e inicial respectivamente y

**t<sub>2</sub> y t<sub>1</sub>** = Son la fecha final e inicial

El cálculo de la deforestación total anual promedio (DTAP) (Ecuación 2), se lo realizó mediante el modelo determinado por Puyravaud (2003).

$$R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Donde A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> se definen en la ecuación 1.

#### 2.2.4.2 Validación de los resultados de la clasificación.

La validación de resultados se utiliza para comparar la clasificación con la información geográfica que se asume es efectiva, con el fin de determinar el grado de confiabilidad del proceso de clasificación. (Perea, et al, 2009, pp.612-616), Para la validación de la clasificación de las imágenes correspondientes a los años de 1991, 2001 y 2015 se realizó un muestreo al azar simple, generando 30 muestras para cada categoría con puntos de muestreo obtenidos con la interpretación visual de las imágenes y verificadas en las clasificaciones obtenidas.

Realizando una matriz de confusión, con la que se evaluó la exactitud de la clasificación, situando en las filas las clases o categorías obtenidas en el mapa y en las columnas las mismas clases con datos reales del terreno o campo. La precisión general se evaluó dividiendo el número de píxeles clasificados correctamente entre el total de lugares de referencia. Otra prueba estadística complementaria que se empleó, fue el coeficiente de Kappa. Kappa es una medida de concordancia entre los valores observados y los valores estimados, para su cálculo se utilizaron los valores de la diagonal de cada una de las matrices de confusión generadas.

El índice kappa (K) se calcula mediante la siguiente ecuación 3:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i*} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i*} * x_{+i})} \quad (3)$$

(Lopez & Fernández, 1999, pp. 169-171)

**Donde:**

**r** = número de líneas de la matriz

**x<sub>ii</sub>**= número de observaciones de línea i y la columna i

**x<sub>i+</sub>** y **x<sub>+i</sub>** = totales marginales de la línea i y columna i, respectivamente

**N**= número total de observaciones

### 2.2.5 *Análisis multitemporal de las imágenes satelitales.*

Para el análisis de la degradación del suelo se utilizara la formula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE, la misma que fue desarrollada por Wischmeier (1978), .Se ha considerado que la USLE (Wischmeier & Smith, 1978, p.58), hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas. Para poder aplicar esta fórmula se determinó el factor de erosividad de las precipitaciones (R) según Roose, Morgan, Foster y el índice modificado de Fournier, el factor de erodabilidad del suelo (K), el factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS), y finalmente se determinara el factor de uso actual del suelo (C). (Ibáñez, et al, 2015)

A través de álgebra de mapas en ArcMap 10.1 y definida por la ecuación (4):

$$A = R \times K \times LS \times C \quad (4)$$

Dónde:

**A:** es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R.

**R:** es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de las fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado.

**K:** expresa la susceptibilidad del suelo a sufrir pérdidas de suelo por erosión; en función de características edáficas tales textura, estructura, etc.

**L:** Factor del grado de longitud de la pendiente, es adimensional.

**S:** Factor del grado de pendiente, es adimensional

**C:** es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos.

### 2.2.5.1 Proceso dentro del ArcGIS

Para realizar este proceso en ArcGIS primero se carga el raster del área de estudio una vez agregado el raster al ArcGIS seleccionar la herramienta Spatial Analyst Tools – Hydrology – Fill. Posteriormente se realiza un mapa de pendiente para ello se entra en Spatial Analyst Tools – Surface – Slope. Una vez obtenido el raster de la pendiente se procede a calcular el **factor F** el mismo que se crea directamente aplicando la fórmula en ArcMap utilizando el siguiente programa. Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator y la siguiente fórmula:  $((\sin(\text{Slope} \times 0,01745)/0.0896)/(3 \times \text{Power}(\sin(\text{Slope} \times 0,01745), 0.8) + 0.56))$ . Nuevamente se utilizó el Raster Calculator esta vez para calcular el **factor M** aplicando la siguiente fórmula:  $\text{Factor M} = \text{Factor F} / (1 + \text{Factor F})$ .

Para determinar la dirección de flujo aplicar la siguiente herramienta: Spatial Analyst- Hydrology- Flow Direction. Después determinar la acumulación de flujo en la misma herramienta Spatial Analyst- Hydrology- Flow Accumulation. **Factor L**. Para esto abrir nuevamente la calculadora raster y ahí ingresar la siguiente fórmula:  $(\text{Power}((\text{Flow Accumulation} + 625), (\text{Factor M} + 1)) - \text{Power}(\text{Flow Accumulation}, (\text{Factor M} + 1))) / (\text{Power}(25, (\text{Factor M} + 2)) \times \text{Power}(22.13, \text{Factor M}))$ . **Factor S**. Nuevamente utilizar la calculadora raster con la siguiente fórmula:  $\text{Con}((\tan(\text{Slope} \times 0.01745) < 0.09), (10.08 \times \sin(\text{Slope} \times 0.01745) + 0.03), (16.8 \times \sin(\text{Slope} \times 0.01745) - 0.5))$ . El **factor LS** se calcula con la siguiente fórmula:  $\text{Factor L} \times \text{Factor S}$  de la misma forma utilizando la calculadora raster.

Para calcular el **factor R** se realizó primero un shape que contenga datos de la estación meteorológica más cercana al área de estudio, después una interpolación utilizando la siguiente herramienta Spatial Analyst Tools – interpolación – Spline. **Factor K**. Para obtener este factor se necesita del factor K de la edafología del área de estudio a partir de la información disponible de la zona entonces se realiza una interpolación mediante: Spatial Analyst Tools – Interpolation – IDW. **Factor C**. Para calcular el factor C se necesita del shapefile de uso del suelo y el valor para cada uso en factor C que ya ha sido previamente calculado. El SHP obtenido del uso del suelo se lo convierte en raster mediante: Conversion Tools – To Raster – Polygon to Raster. Finalmente para calcular la pérdida de suelo es decir el **factor A** se utiliza la siguiente herramienta: Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator, ingresar esta fórmula:  $\text{Factor R} \times \text{Factor K} \times \text{Factor C}$ . Este resultado determinará la pérdida de suelo en una zona específica y será dado en Toneladas por hectárea al año (tm/ha/año).

## CAPITULO III

### 3 RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización biofísica

En la caracterización biofísica se tienen datos que fueron recopilados durante todo el proceso de investigación.

##### 3.1.1 Ubicación Geopolítica

El Cerro Nitón se encuentran situado en la Sierra centro del país políticamente se encuentra ubicada en la provincia del Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia Chiquicha.

Los puntos más representativos para obtener el límite del área de estudio fueron los siguientes:

**Tabla 1-3 Límites área de estudio**

NOMBRE	X	Y
ANTENAS	774638	9859571
DESVIO 1	774623	9859351
CASUCHA	774044	9859554
SEMBRIOS	774802	9859412
CASA COMUNAL	773810	9861826
DESVIO 2	774940	9861494
LOTES	774645	9859702

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### 3.1.2 *Relieve*

Los relieves que se encuentran en el área de estudio son: Relieves planos de 0-5%, están directamente relacionados con terrazas. Relieves moderadamente ondulados con pendientes de 12-25% donde se desarrollan actividades agropecuarias especialmente cultivos de frutales.

Existen también relieves colinados que se encuentran en el sector del Mirador, y Chiquicha Alto con pendiente 25-50%. Relieves montañosos con una pendiente de >70% dedicadas a actividades agropecuarias con áreas en procesos de erosión.

Las actividades en el territorio son amenazadas y favorecidas por estos relieves.

### 3.1.3 *Climatología*

En la estación meteorológica más cercanas a la zona de estudio se obtuvieron datos meteorológicos pertenecientes al año 1991, 2001 y 2015 respectivamente.

**Tabla 2-3. Datos meteorológicos**

ESTACION	FECHA	X	Y	PRECIPITACIÓN (mm) 1991	PRECIPITACIÓN (mm) 2001	PRECIPITACIÓN (mm) 2015
HUAMBALO	ENERO	772877	9862014	10,2	34,9	61,2
	FEBRERO	773925	9861895	6	78,7	32,4
	MARZO	774965	9861522	8,3	65,5	75,1
	ABRIL	772790	9861443	20,6	103,8	83,6
	MAYO	773782	9860744	25,2	84,2	70,4
	JUNIO	773437	9860335	34,2	97,1	193,6
	JULIO	774274	9859304	38	73,7	127,9
	AGOSTO	774838	9859419	30,8	57,7	84,2
SEPTIEMBRE	774790	9860391	8,4	52,4	40,6	

**Fuente:** (INAMHI, 2015)

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### **3.1.4 *Recurso Hídrico***

La principal red de drenaje que mantienen escorrentía en el Cerro Nitón es: La Unidad Hidrográfica río San Alfonso que cubre aproximadamente 843,28 hectáreas, sin embargo esta unidad hidrográfica no se encuentra analizada.

En cuanto a las fuentes de agua que posee la parroquia, se puede destacar la acequia La Clementina vertiente Manguihua y acequia Santa Rosa.

Una de las amenazas que presenta el Cerro Nitón en cuanto al sistema hídrico es la contaminación de las quebradas; Qda. Capulishuaycu, Qda. San Martín, Qda. Pungalhuayco por depósitos de basura.

### **3.1.5 *Recurso Suelo***

La parroquia rural Chiquicha posee dos grandes órdenes de suelos que corresponden a los Inceptisoles y los Entisoles, los mismos que se describen de acuerdo a los subgrupos más importantes a continuación:

#### **3.1.5.1 *Orden Inceptisoles***

Este tipo de suelos se caracterizan por un desarrollo muy incipiente, lo que da lugar a la formación de horizontes alterados, son considerados poco maduros en su evolución.

En la parroquia se han originado a partir de diferentes materiales de origen volcánicos o sedimentarios con características de relieve variado: muy altos, altos, moderadas y bajos en donde las pendientes de igual manera son variadas de fuertes a bajas.

- Suborden Andepts
- Gran Grupo Durandepts

✓ **Subgrupo Entic Durandepts:**

Dentro de 100 cm desde la superficie del suelo, contiene sustancias amorfas iluviales compuestas de materia orgánica, dichos materiales, se caracterizan por una alta carga pH dependiente (1:1 en agua) de menos de 5.9 en 85 por ciento o más del horizonte a menos que el suelo sea cultivado; y tiene un contenido de carbono orgánico de 0.5 por ciento o más o una densidad óptica del extracto de oxalato (DOEO) de 0.25 o más, por lo menos en alguna parte del horizonte.

- Gran grupo Eutrandepts

✓ **Subgrupo Udic Eutrandepts:**

Suelos negros profundos, limoso con arena muy fina sobre un metro de espesor, altura de 2800 a 3200 m.s.n.m., ondulación suave o pendientes más o menos fuertes pero regulares con quebradas profundas, además están formados principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas. De acuerdo a su régimen e humedad se refiere a suelos bien drenados que permanecen secos en alguna o en todas sus partes por menos de 30 días consecutivos.

3.1.5.2 *Orden Entisoles:*

Los ENTISOLES son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Dominio de material mineral primario no consolidado y aportes fluviales. Los suelos se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, edad, etc.; sin embargo, los únicos rasgos comunes a todos los suelos de este orden son la ausencia de horizontes y su naturaleza mineral.

- Suborden Orthents
- Gran Grupo Ustorthents

✓ **Subgrupo Lithic Ustorthents:**

Roca dura continua dentro de 10 cm desde la superficie del suelo, muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja. (GADPR CHIQUICHA, 2015, p.7)

### **3.2 Tratamiento básico de las imágenes satelitales**

#### **3.2.1 *Procesamiento digital.***

✓ **Características de las imágenes**

##### **Imagen año 1991**

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de Referencia: "WGS84"
- Elipsoide de Referencia: "WGS84"
- Origen: "Norte arriba"
- Resolución especial: 30.000
- Proyección "UTM" Zona: 17
- Formato de salida "GEOTIFF"
- Origen = "imagen del servicio geológico de EE.UU."
- Fecha del archivo = 1991-09-13 T 14:50:34
- Categoría de datos = "nominal"
- Grupo = Metadato
- Tipo de datos = "L1T"
- Elevación de la fuente = "GLS2000"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Landsat 5

### **Imagen año 2001**

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de referencia: "WGS84"
- Elipsoide de referencia "WGS84"
- Resolución especial: 30.000
- Proyección "UTM", zona: 17
- origen = "imagen del servicio geológico de EE.UU."
- Fecha del archivo = 2014-11-29 T13: 47: 06
- Categoría de datos = "nominal"
- Grupo = Metadato
- Tipo de datos = "L1T"
- Elevación de la fuente = "GLS2000"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Landsat 7

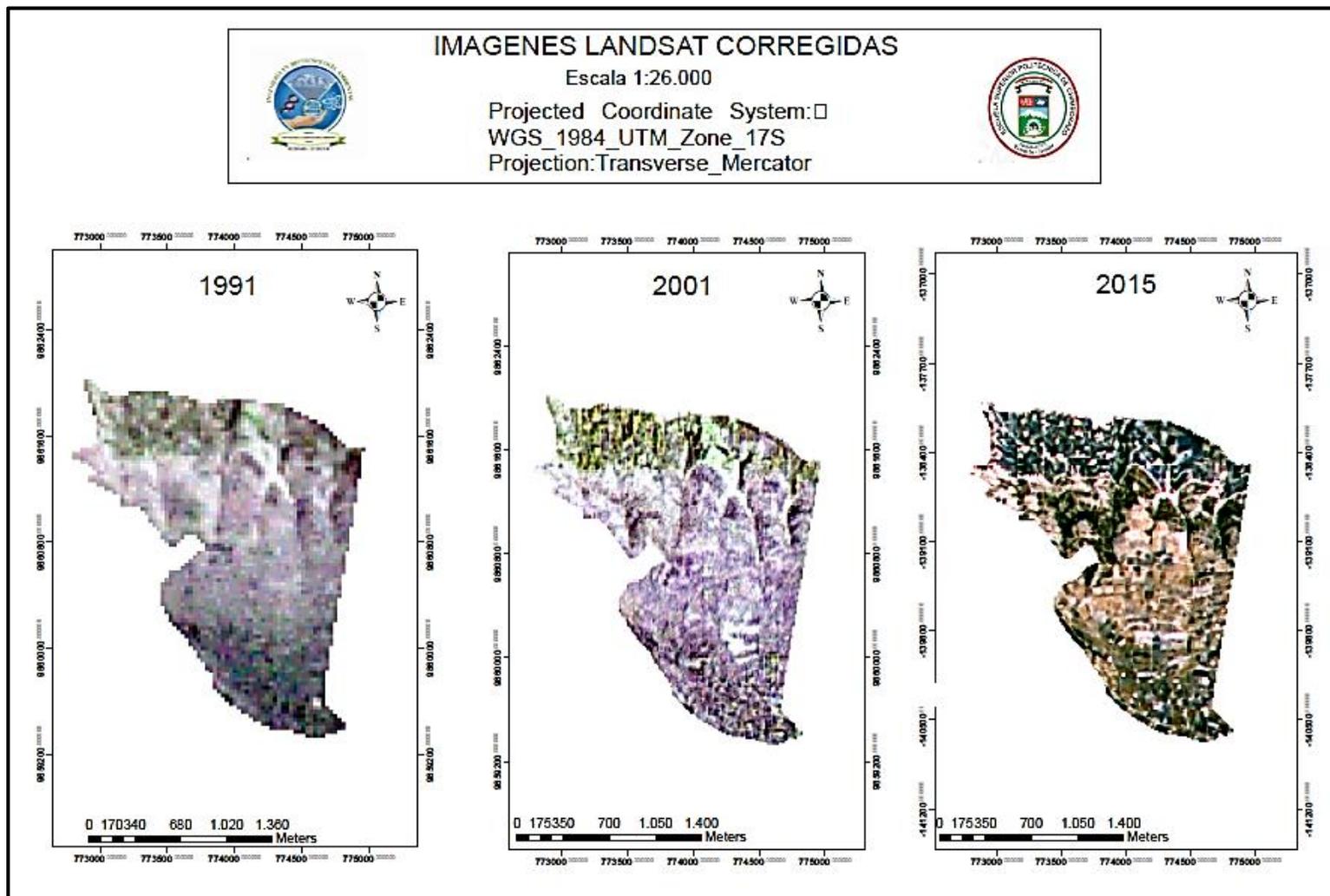
### **Imagen año 2015**

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de Referencia: "WGS84"
- Elipsoide de Referencia: "WGS84"
- Origen: "Norte arriba"
- Resolución especial: 30.000
- Proyección "UTM" Zona: 17
- Formato de salida "GEOTIFF"
- Origen = "Imagen del Servicio Geológico de EE.UU."
- Fecha del archivo = 2015-09-15 T 21: 20: 03Z
- Categoría de datos = "Nominal"
- Grupo = Metadato
- tipo de datos = "L1T"
- Elevación de la fuente = "GLS2000"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Landsat 8

Con respecto a las correcciones se tienen en cuenta los procesos de eliminación de anomalías ya sean de localización o por niveles digitales de los píxeles que forman la imagen, en las cuales se encuentran las correcciones radiométricas y geométricas. Para los realces y mejoras de las imágenes, están los ajustes de contraste, el pseudo-color, las composiciones en color, transformación de tono, saturación e Intensidad, Posteriormente está el procesamiento de la imagen, que no son más que operaciones dirigidas a crear bandas artificiales a partir de combinaciones entre bandas originales; es decir dirigidas hacia la clasificación temática, ya sea visual o digital. El Software de procesamiento fue ArcGIS para la salida gráfica.

### **3.2.2 Correcciones Radiométricas (*Radianza y Reflectancia*)**

Al realizar la corrección atmosférica es decir radianza y reflectancia se mejora la calidad de cada una de las imágenes logrando una mayor aproximación a la realidad, la corrección de las desviaciones que la atmósfera incorpora al llegar al sensor junto a los provenientes desde la superficie terrestre. Esto significó cambiar el valor representativo del pixel desde el sensor, convirtiendo estos valores de nivel digital de cada una de las imágenes de forma individual.



**Figura 1-3.** Imágenes Landsat corregidas  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### 3.3 Uso del suelo en el Cerro Nitón año 1991,2001, 2015.

#### 3.3.1 Zonificación del área de estudio

Para delimitar el área de estudio se realizaron recorridos con los representantes de la Parroquia quienes conocían bien el área lo que permitió identificar los límites imaginarios que tiene el cerro Nitón con otras comunidades. Este sitio se encuentran situado en la Sierra centro del país políticamente se encuentra ubicada en la provincia del Tungurahua, cantón Pelileo, parroquia Chiquicha.

El Cerro Nitón cuenta con dos grandes órdenes de suelos que corresponden a los **Inceptisoles** lo mismos que son considerados poco maduros en su evolución y los **Entisoles** cuyos rasgos comunes a todos los suelos de este orden son la ausencia de horizontes y su naturaleza mineral. (GADPR CHIQUICHA, 2015c: p.7)

El sistema de clasificación utilizado para definir las clases de uso/cubierta de la tierra (CUCT) se basa en un método dicotómico e incluye diferentes niveles. (FAO, 2009, p.112)

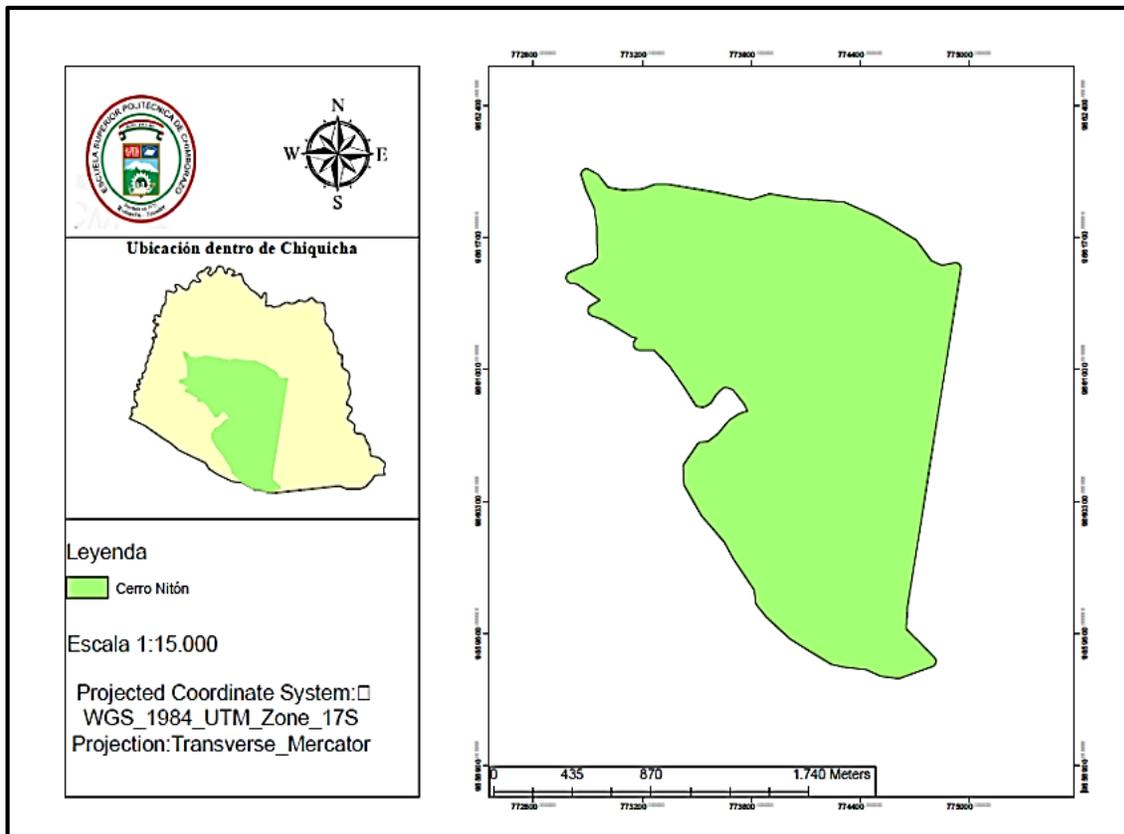
La clasificación utilizada se encuentra en el segundo y tercer nivel el cual se compone de las clases nacionales, incluyen clases adicionales diseñadas para atender las necesidades específicas de información, nacionales y subnacionales. Las clases nacionales incluyen:

**Tabla 3-3 Clases Nacionales**

Nivel dos	Nivel tres
Área construida (OB)	Bosque plantado mixto (FPM) Tierra árida (OX) Cultivo anual (OCA) Cultivo perene (OCP)

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Cada clase fue asignada con unos caracteres codificados para facilitar la recolección y entrada de los datos.



**Figura 10-3.** Mapa de ubicación del Cerro Nitón en formato vectorial de tipo polígono.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### 3.3.2 Análisis del cambio de cobertura en las décadas del 1991, 2001 y 2015.

#### 3.3.2.1 Cambios del uso del suelo en los años 1991 y 2001.

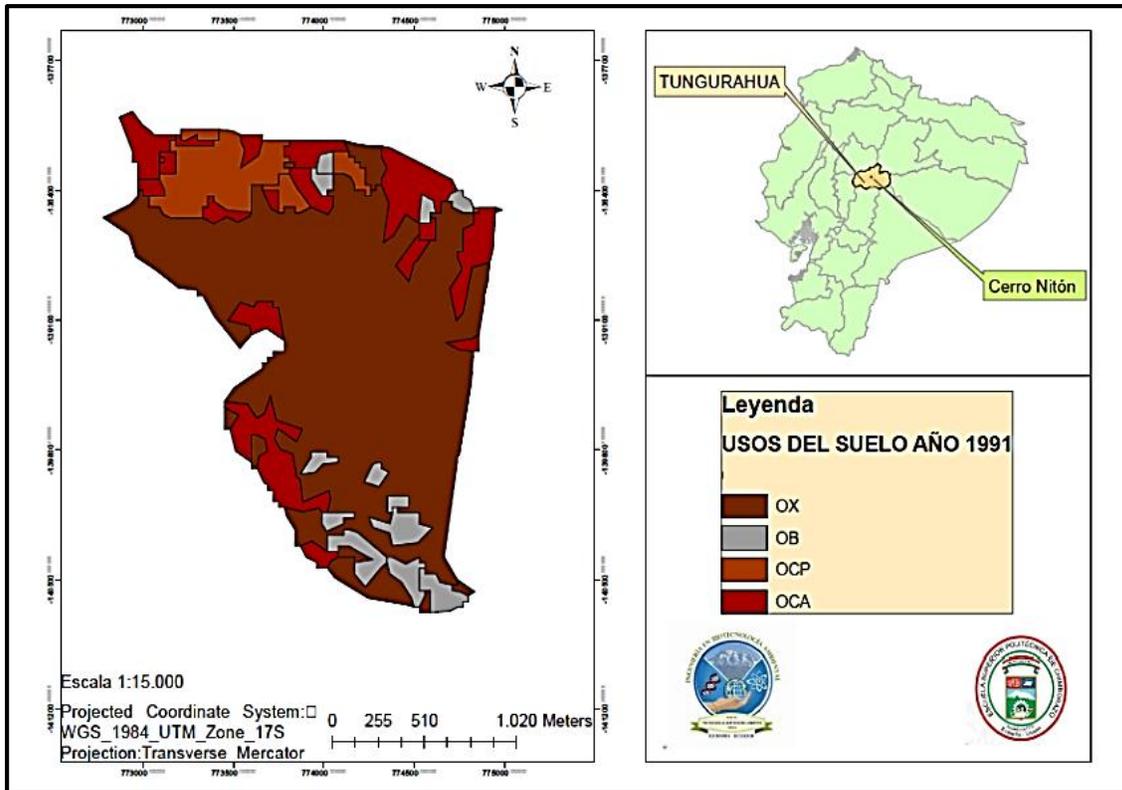
Para el análisis del cambio de uso del suelo trabajar aplicando la combinación en falso color bandas 4, 3, 2. Esta composición de bandas, muestra los bosques en rojo y las zonas cultivadas en distintos tonos de rojo y rosa. Las carreteras se ven como líneas de color rosa claro. (CNICE, 2006)

Se trabajara con 5 clases, las cuales son:

1. Bosque plantado Mixto (FPM)
2. Área construida (OB)
3. Cultivo anual (OCA)
4. Cultivo perenne (OCP)

5. Tierra árida (OX).

La diferencia de los colores nos permite distinguir cada clase. Para bosque plantado mixto (FPM), el color será verde claro. Para área construida (OB), el color será el plomo. Para cultivo anual (OCA), el color será el rojo oscuro. Para cultivo perenne (OCP), el color anaranjado. Para tierra árida el color será el café claro.



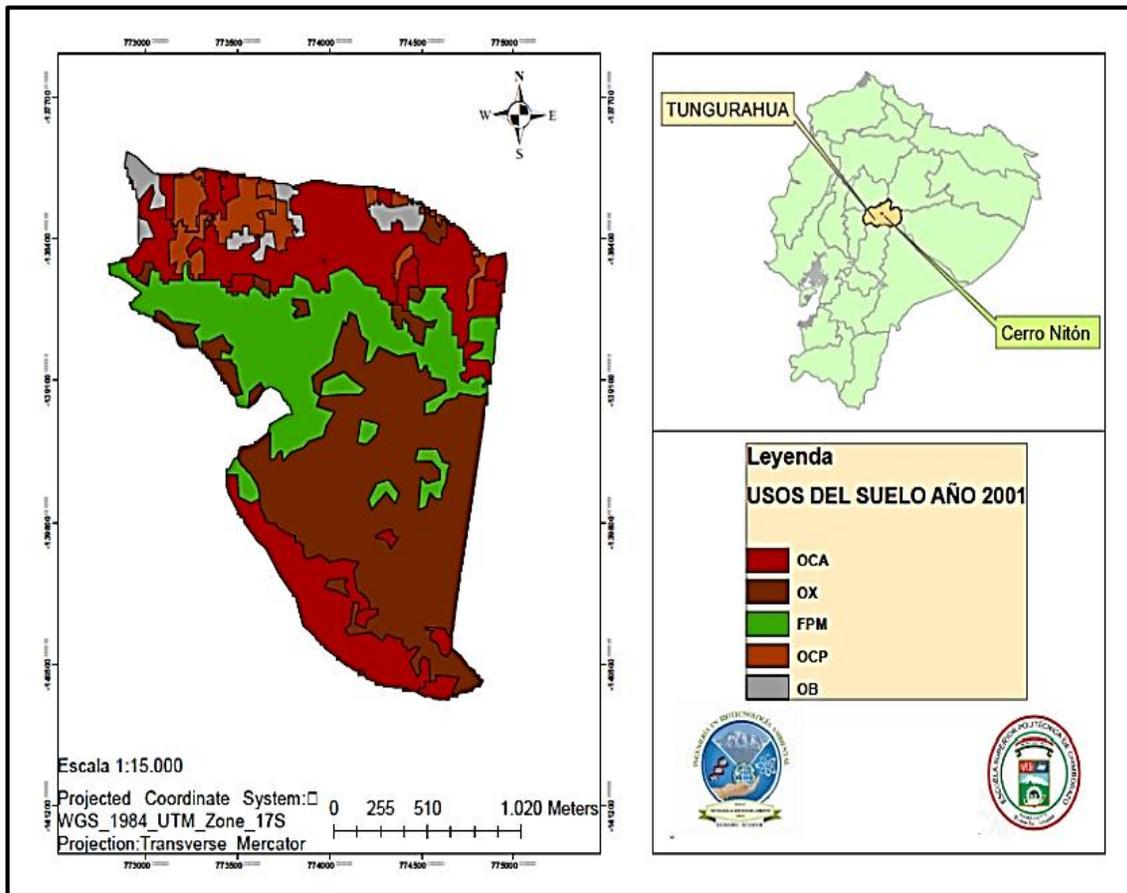
**Figura 3-3.** Mapa de cambio del uso del suelo del año 1991 del Cerro Nitón  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 4-3. Condiciones iniciales de uso de suelo en el año 1991.**

Año 1991		
Clases	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
<b>FPM</b>	-----	-----
<b>OB</b>	22,47	7%
<b>OCA</b>	57,91	17%
<b>OCP</b>	28,25	8%
<b>OX</b>	230,37	68%
<b>TOTAL</b>	<b>339</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Las condiciones iniciales de partida para nuestro análisis están representadas en el mapa figura 2-3, y tabla 4-3. Las áreas más representativas son la tierra árida (OX) y los cultivos anuales (OCA) con un porcentaje del 68% y 17 % respectivamente del total de hectáreas, al contrario que el área construida (OB) se encuentra en menor porcentaje. Cabe recalcar que en el año 1991 no existía el bosque planto mixto es decir no se habían introducido dichas especies a nuestra área de estudio.



**Figura 11-3.** Mapa de cambio del uso del suelo del año 2001 del Cerro Nitón  
 Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

3.3.2.2 *Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991, 2001, y 2015*

**Tabla 5-3. Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2001.**

Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2001.		
Clases	TCA $q = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$	DTAP $R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$
FPM	-----	-----
OB	-6,93	1,15
OCA	5,54	-4,14
OCP	-2,74	0,69
OX	-5,68	10,20

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 6-3. Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 2001 - 2015.**

Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 2001 - 2015.		
Clases	TCA $q = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$	DTAP $R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$
FPM	-0,63	0,48
OB	1,85	-0,23
OCA	-5,72	3,98
OCP	4,95	-1,48
OX	1,90	-2,76

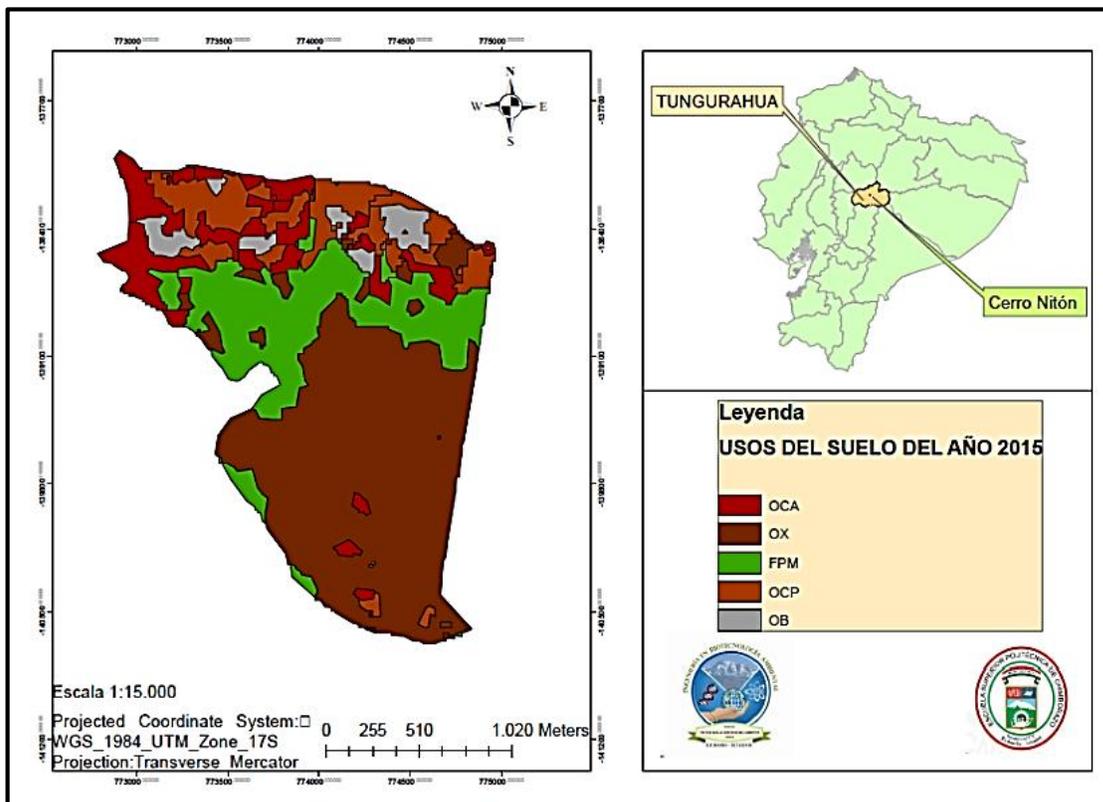
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 7-3. Tabla comparativa; Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2001.**

Clases	Año 1991		Año 2001		DTAP	TAC
	ha	%	ha	%	ha/Año	%
FPM	-----	-----	79,68	23%	-----	-----
OB	22,47	7%	10,96	3%	1.15	-6.93
OCA	57,91	17%	99,31	29%	-4.14	5.54
OCP	28,25	8%	21,4	6%	0.69	-2.74
OX	230,37	68%	128,38	38%	10.20	-5.68
<b>TOTAL</b>	<b>339</b>	<b>100%</b>	<b>339,73</b>	<b>100%</b>		

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El primer cambio importante es que en el año 2001 ya existe la presencia de bosque plantado mixto puesto que en el año de 1995 fueron introducidas dichas especies es decir pino y eucalipto. Los cambios más evidentes con respecto a las otras clases se ubican en cultivos anuales incrementado su área inicial, con una DTAP de -4,14 ha/Año, además la TAC es de 5.54 %. La clase que se redujo en gran porcentaje es la tierra árida con un 62%, en relación de su área inicial, con una DTAP de 10,20 ha/Año, además la TAC es de -5,68 % anuales.



**Figura 5-3. Mapa de cambio del uso del suelo del año 2015 del Cerro Nitón**

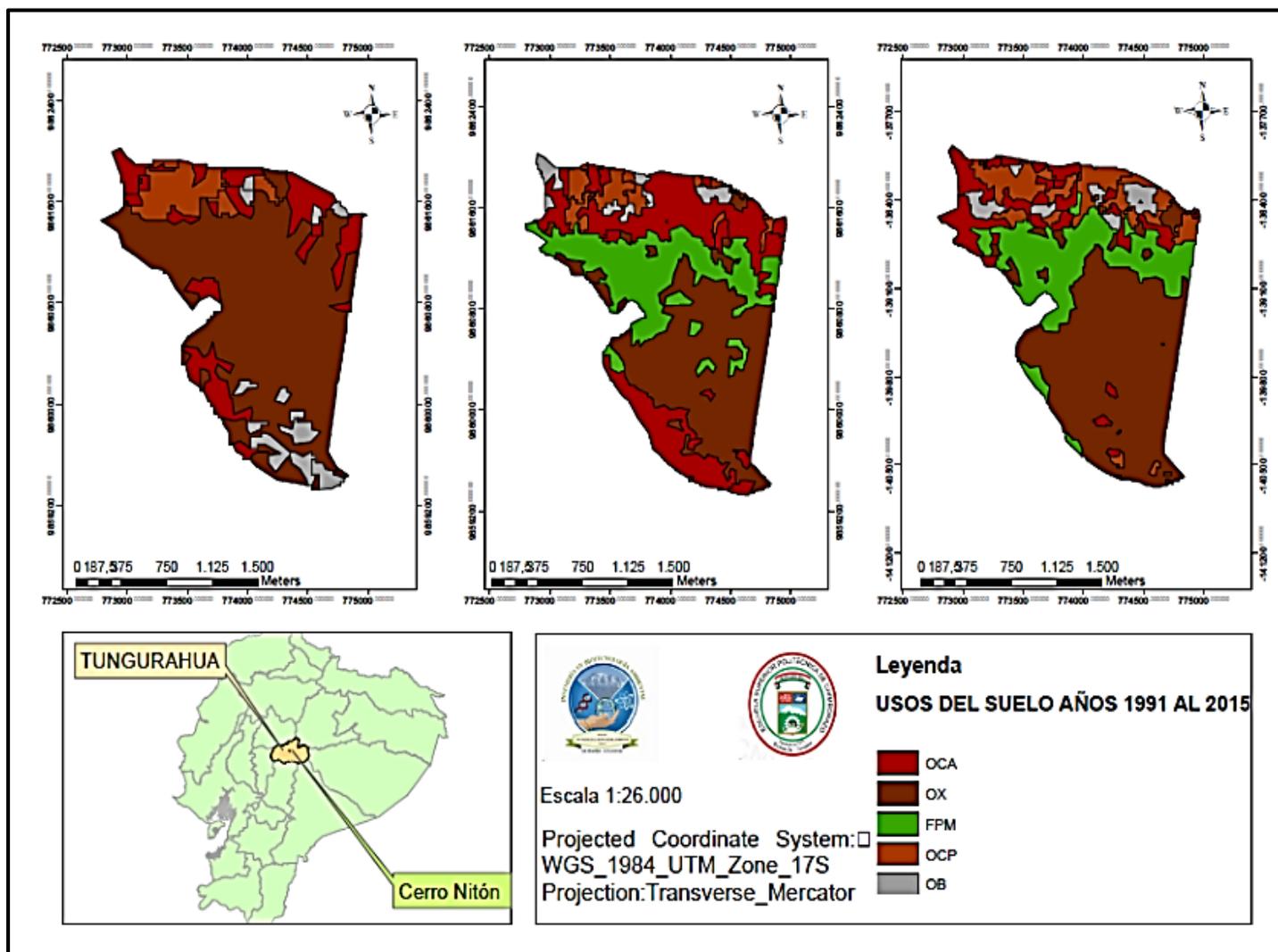
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 6-3. Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 2001- 2015. Tabla comparativa.**

Clases	Año 2001		Año 2015		DTAP	TAC
	Ha	%	ha	%	ha/Año	%
<b>FPM</b>	79,68	23%	72,91	21%	0.48	-0.63
<b>OB</b>	10,96	3%	14,17	4%	-0.23	1.85
<b>OCA</b>	99,31	29%	43,53	13%	3.98	-5.72
<b>OCP</b>	21,4	6%	42,11	12%	-1.48	4.95
<b>OX</b>	128,38	38%	167,06	49%	-2.76	1.90
<b>TOTAL</b>	<b>339,73</b>	<b>100%</b>	<b>339,78</b>	<b>100%</b>		

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Entre los cambios evidentes observados se encuentran la clase cultivo anual disminuyendo en un 56% en relación al área del año 2001, con una DTAP de 3,98 ha/Año, además la TAC es de -5,72% por cada año. La categoría tierra árida sufrió un incremento del 30% en relación al área del año 2001, con un DTAP de -2,76 ha/Año y su TAC es de 1.90% por cada año. Estos datos se observan en la tabla Tabla 8-3.



**Figura 6-3.** Mapas de los tres años 1991-2001-2015, en donde se visualizan los cambios del uso del suelo en el Cerro Nitón  
 Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 9-3. Tabla resumen del Cambio de uso de suelo, tasa de cambio (TCA), deforestación total anual promedio (DTAP) en el período 1991 - 2015.**

Clases	Año 1991		Año 2001		DTAP	TAC	Año 2015		TCA	DTAP
	ha	(%)	ha	(%)	ha/Año	%	ha	(%)	%	ha/Año
<b>FPM</b>	-----	-----	79,68	23%	-----	-----	72,91	21%	0.48	-0.63
<b>OB</b>	22,47	7%	10,96	3%	1.15	-6.93	14,17	4%	-0.23	1.85
<b>OCA</b>	57,91	17%	99,31	29%	-4.14	5.54	43,53	13%	3.98	-5.72
<b>OCP</b>	28,25	8%	21,4	6%	0.69	-2.74	42,11	12%	-1.48	4.95
<b>OX</b>	230,37	68%	128,38	38%	10.20	-5.68	167,06	49%	-2.76	1.90
<b>TOTAL</b>	<b>339</b>	<b>100%</b>	<b>339,73</b>	<b>100%</b>			<b>339,78</b>	<b>100%</b>		

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tasa de cambio (TCA).** Expresa el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año (Peralta, et al, 2015, pp.91-114)

Valores negativos (-)	Valores positivos (+)
Disminución o pérdida de áreas	Ganancia o aumento de áreas.

**Deforestación total anual promedio (DTAP).** Representa la deforestación de hectáreas por año (MAE, 2012)

Valores negativos (-)	Valores positivos (+)
Aumento de ciertos usos o clases de Ha/año	Disminución en Ha/año.

Existen diversos factores que pudieron haber originado los cambios ya analizados anteriormente entre ellos el clima, geología, geomorfología y uso del suelo los cuales determinan que existe alta susceptibilidad a la generación de movimientos en masa lo que afecta especialmente al sistema vial, edificaciones y cultivos por derrumbes, deslizamientos y hundimientos. (SNI, 2015)

Por otro lado, la presencia de volcanes hace que la parroquia sea una zona susceptible a peligros volcánicos considerándola como una zona de alta intensidad sísmica en la cual las edificaciones sin mantenimiento son las más afectadas. (GADPR CHIQUICHA, 2015d: p.5)

En el año 1991 para la clase área construida (OB) según nuestro análisis, fue de 22,47 ha, y para el año 2015 su área fue de 14,17 ha esta clase presenta una disminución en 24 años de su área de un 37%.

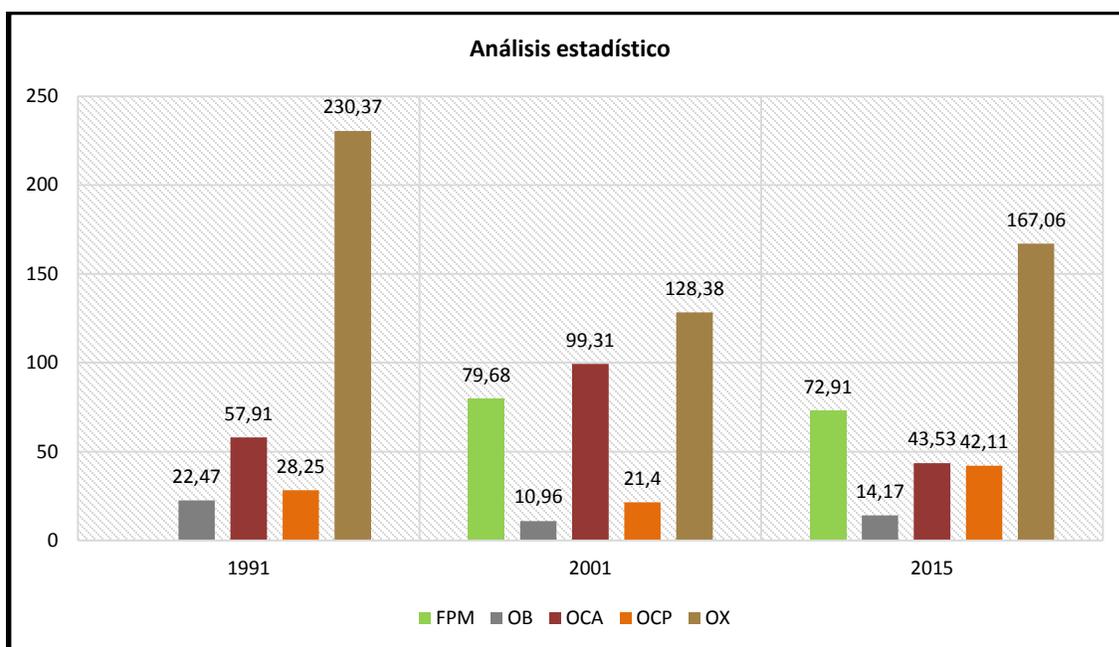
La clase cultivo anual (OCA) para el año 1991 presenta 57,91 ha, y para el año 2015 su área fue de 43,53 ha, en esta categoría también presenta una disminución, este cambio puede ser por la vulnerabilidad que tiene la zona de estudio a la caída de ceniza volcánica, las malas prácticas agrícolas, la falta de riego, las fuertes pendientes y las variaciones climáticas son las principales limitaciones que afectan los cultivos.

En el año 1991 para la clase cultivo perenne contaba con un área de 28,25 ha, y para el año 2015 su área fue de 42,11 ha se puede apreciar claramente un incremento este es debido a que la parroquia Chiquicha se caracteriza por su producción de frutales que forman parte del ingreso económico de la población, estos cultivos sirven para el consumo interno de la población pero especialmente para ser comercializados hacia las parroquias vecinas.

La clase tierra árida (OX) contaba con un área de 230,37 ha en el año 1991 y para el 2015 su área fue 167,06 ha presentado una disminución del 27% de su área inicial esto es debido a la susceptibilidad a la erosión ésta se manifiesta particularmente por el uso inadecuado del suelo con relación su verdadera capacidad agroecológica.

El cambio más significativo se produce en la clase bosque plantado mixto (FPM) ya que este no había sido introducida sino hasta el año 1995 por lo que no se cuenta con datos del año 1991 en cuanto al 2001 su área fue de 79,68 ha ya para el 2015 tuvo una disminución quedando un área de 72,91 ha. Esto es debido a que esta clase es utilizada para el desarrollo de actividades industriales como por ejemplo la producción de madera.

### 3.3.2.3 Análisis estadístico



**Figura 7-3.** Áreas de las categorías representados estadísticamente.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 7-3. Análisis estadístico de las categorías trabajadas en el análisis multitemporal**

A. Estadístico	FPM	OB	OCA	OCP	OX
Media	76,30	15,87	66,92	30,59	175,27
Error estándar	3,39	3,43	16,72	6,09	29,73
Varianza	22,92	35,28	838,69	111,32	2651,04
Desviación estándar	4,79	5,94	28,96	10,55	51,49
Coefficiente de variación	6,27	37,43	43,28	34,50	29,38

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Para el bosque plantado mixto (FPM) el error estándar es de 3,39, con un coeficiente de variación de 6,27% esto quiere decir que los valores son homogéneos o muy dispersos en relación a la media. Para el área construida (OB) el error estándar es de 3,43 y con un coeficiente de variación de 37,43% queriendo decir que sus valores están dispersos en relación a la media. Para la clase cultivos anuales (OCA) un error estándar de 16,72 con una coeficiente de variación de 43,28% sus valores son homogéneos es decir que están dispersos en relación a la media. Para la clase cultivo

perenne (OCP) tenemos un error estándar de 6,09 con un coeficiente de variación de 34,50% entonces los datos están dispersos en relación a la media. Para la clase tierra árida (OX) tenemos un error estándar de 29,73 con un coeficiente de variación de 29,38% los valores están un poco disperso en relación a la media.

### 3.3.2.4 Validación de los resultados de la clasificación.

Para la interpretación de los valores de los índices Kappa se utilizó la siguiente tabla

**Tabla 8-3. Índices Kappa**

Valor K	Fuerza de concordancia
< 0.21	Pobre
0.21- 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1	Muy buena

**Fuente:** (Lopez & Fernández, 1999)

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

#### 3.3.2.4.1 Validación

A continuación se presenta la matriz de confusión y el resultado del índice Kappa (Tablas 12-3, 13-3,14-3)

**Tabla 9-3. Matriz de confusión clasificación supervisada 1991**

Super_1991	OB	OCA	OCP	OX	suma de líneas
OB	29	2	2	2	35
OCA	0	26	1	1	28
OCP	0	0	21	0	21
OX	1	3	7	26	37
Suma de columnas	30	31	31	29	
Sumatoria de diagonales	102				
Numero de muestras	146				
Suma de productos entre líneas y columnas	3642				
kappa	0.64				

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 10-3. Matriz de confusión clasificación supervisada 2001**

Super_2001	FPM	OB	OCA	OCP	OX	suma de líneas
FPM	24	0	0	10	3	37
OB	0	26	3	1	4	34
OCA	1	4	27	0	3	35
OCP	3	0	0	18	1	22
OX	5	0	0	1	15	21
Suma de columnas	33	30	30	30	26	
Sumatoria de diagonales	110					
Numero de muestras	146					
Suma de productos entre líneas y columnas	4497					
Kappa	0.69					

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 11-3. Matriz de confusión clasificación supervisada 2015**

Super_2015	FPM	OB	OCA	OCP	OX	Suma de líneas
FPM	24	5	7	2	0	38
OB	3	25	1	2	0	31
OCA	1	0	19	4	0	24
OCP	2	0	3	19	0	24
OX	0	0	0	0	29	29
Suma de columnas	30	30	30	27	29	
Sumatoria de diagonales	116					
Numero de muestras	146					
Suma de productos entre líneas y columnas	4279					
Kappa	0.74					

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Los valores estimados Kappa para cada imagen son:

Año	Índice Kappa
1991	0.64
2001	0.69
2015	0.74

Lo cual nos da a conocer que el rango de confianza es bueno.

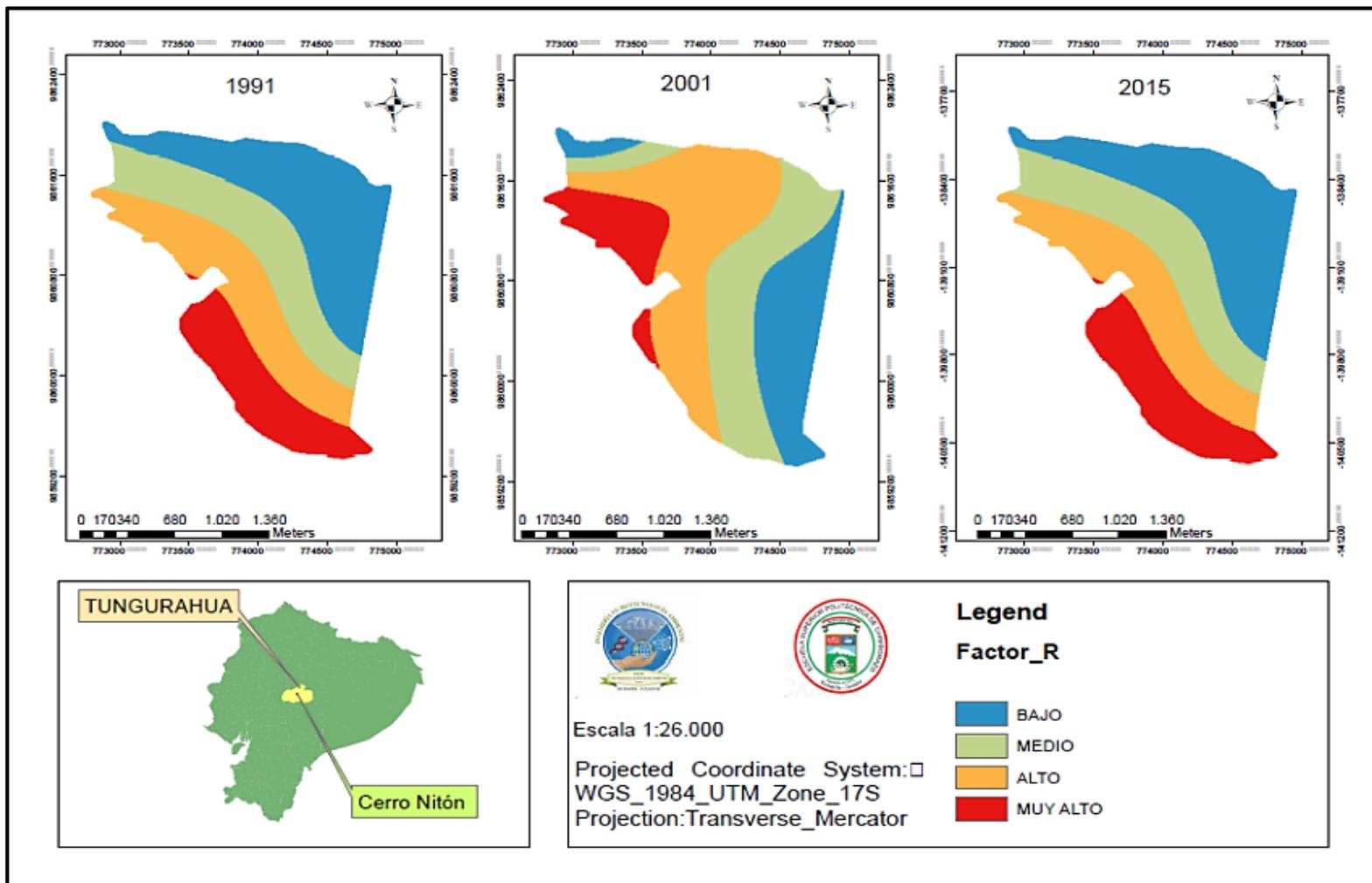
### **3.3.1 *Análisis multitemporal de la degradación del suelo año 1991, 2001,2015.***

#### **3.3.1.1 *Factor de erosividad de la lluvia (R)***

Para la obtención de los registros de precipitaciones se recurrió a los libros diarios de la entidad encargada del manejo de la información hidrológica como es el Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAHMI), se empleó los registros de precipitaciones durante el periodo de 1991 al 2015 (ver tabla 2-3).

Una vez que se han analizado los registros de precipitaciones de cada mes durante los años del periodo estudiado el cual comprende desde 1991 al 2015. Los periodos de mayor agresividad de lluvias se presentaron en el año de 1991 a partir de los meses enero y abril que se encuentran en la etapa invernal y junio y julio meses pertenecientes al verano que son las dos estaciones climáticas existentes, por otro lado, para el año 2001 los meses con mayor agresividad de lluvia para la provincia de Tungurahua fueron marzo y abril en lo que respecta al invierno y en verano fueron los meses de mayo y junio y para el año 2015 enero y abril fueron los meses con mayor intensidad de lluvia en invierno y junio y julio en verano . A continuación se detallan los resultados de las precipitaciones de cada mes durante los años de estudio es decir desde 1991 al 2015.

Como se indica en las figura 6-3 se puede apreciar de forma gráfica los valores para cada celda, donde los distintos colores muestran los diferentes resultados de erosividad calculados dentro del área en estudio



**Figura 8-3.** Distribución del factor (R) 1991 al 2015  
 Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

En el año 1991 se puede apreciar que la zona con mayor intensidad de erosividad producida por la lluvia se da en las zonas altas del cerro cerca de las antenas. Para el año 2001 la zona con mayor grado de erosividad a causa de la lluvia es en la que se encuentra los cultivos y parte de los bosques. En el año 2015 se puede apreciar que el área que presenta mayor grado de erosividad por la lluvia es parte de la zona de cultivos y parte del suelo descubierto.

### 3.3.1.2 Factor de erodabilidad (*k*)

Para la determinación de este factor se realizaron análisis del laboratorio para poder determinar la textura y contenido de materia orgánica del suelo de la zona de estudio (ver ANEXO B) además se usó la tabla 15-3 en donde se detallan los valores de Factor K en base a la textura y al contenido de materia.

**Tabla 15-3. Factores de erodabilidad del suelo asociados a la textura y al contenido de materia orgánica método de Kirkby y Morgan (1980).**

Textura	Valor de K		
	Contenido de materia orgánica		
	> 0.5%	2%	<4%
Arena	0,007	0,004	0,003
Arena fina	0,021	0,018	0,013
Arena muy fina	0,055	0,047	0,037
Arena franca	0,016	0,013	0,011
Arena fina franca	0,032	0,026	0,021
Arena muy fina franca	0,058	0,05	0,04
Franco arenoso	0,036	0,032	0,025
Franco arenoso fino	0,046	0,040	0,032
Franco arenoso muy fino	0,062	0,054	0,043
Franco	0,050	0,045	0,038
Limo Franco	0,063	0,055	0,043
Limo	0,079	0,068	0,055
Franco arenoso arcilloso	0,036	0,033	0,028
Franco arcilloso	0,037	0,033	0,028
Franco arcilloso limoso	0,049	0,042	0,034
Arcilla arenosa	0,018	0,017	0,016
Arcilla limosa	0,033	0,030	0,025
Arcilla	0,013	0,035	0,029

**Fuente:** (Umatambo , 2015, p.27). Los valores están expresados en (tm.hora.ha/J-1.cm)

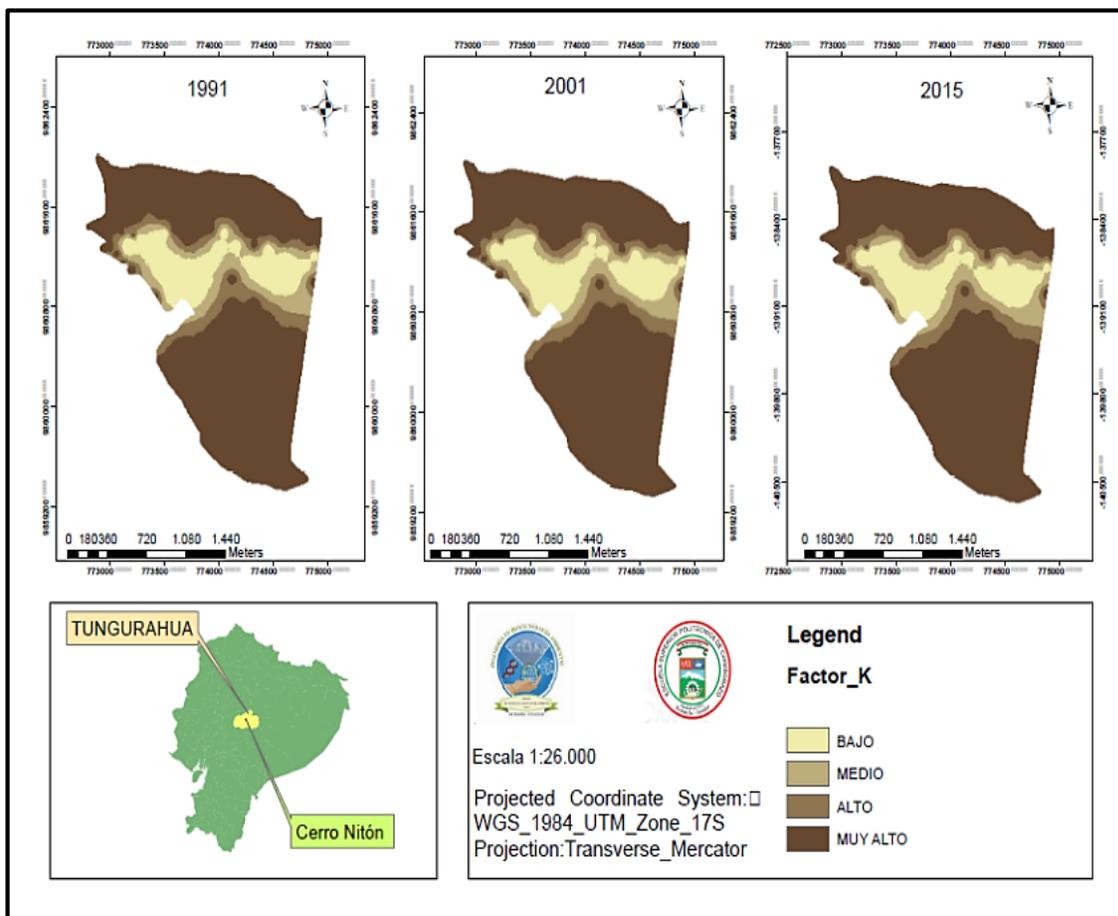
**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Con el resultado de los análisis del laboratorio y el empleo de la **tabla 15-3** se obtuvo el siguiente resultado:

CLASES	TEXTURA	MATERIA ORGANICA	ESTRUCTURA	FACTOR K
FPM	franco arenosa	3,6	granular	0,025
OB	franco arenosa	2,5	granular	0,032
OCA	franco arenosa	2,1	granular	0,032
OCP	franco arenosa	2,8	granular	0,032
OX	franco arenosa	2,6	granular	0,032

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

En la figura 9-3. Se puede apreciar de forma gráfica los valores para cada celda, donde los distintos colores muestran los diferentes resultados de erodabilidad calculados dentro del área en estudio.



**Figura 9-3.** Factor de erodabilidad (K) 1991 al 2015

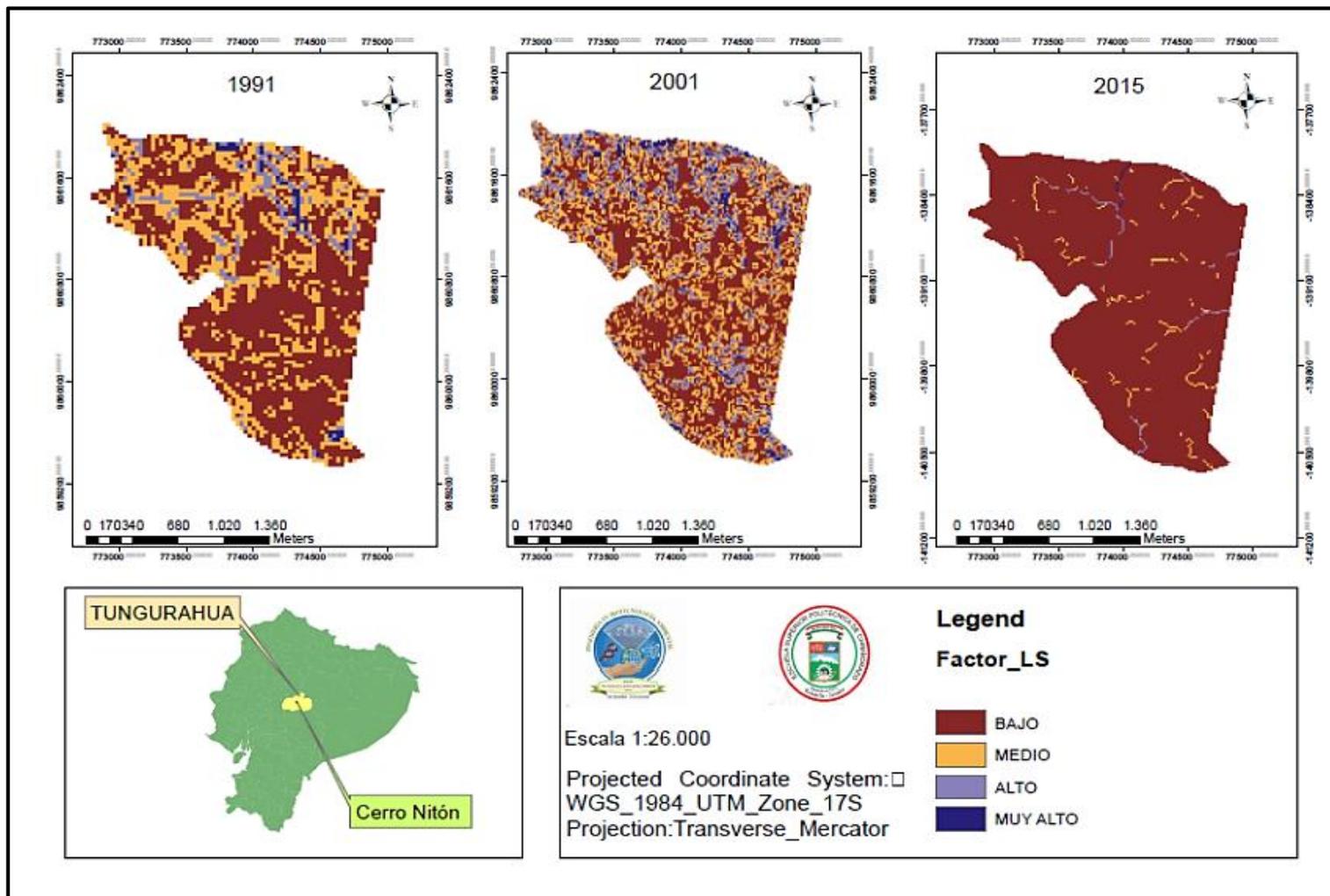
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

La erodabilidad que se describe como la susceptibilidad o desprendimiento de un suelo que provoca una erosión, para el año 1991 se puede apreciar que hay un mayor grado de erodabilidad en la zona de cultivos y en el suelo desnudo. Para el año 2001 de igual manera el mayor grado de erodabilidad se presenta en la zona de cultivos y en el suelo descubierto. En el año 2015 no se ve variación alguna en la erodabilidad siendo la misma que la de los años pasados. Generalmente los suelos que presenta una textura mediana conocidos como francos, suelen presentar valores de erodabilidad moderadamente susceptibles al desprendimiento causado por el agua y el viento, por lo que presentan una escorrentía de estado moderado ejerciendo un mayor control y mitigación a la erosión. Estos resultados se deben principalmente a los altos contenidos de limo y arena presentes en el suelo franco arenoso.

### *3.3.1.3 Factor de longitud y grado de la pendiente (LS)*

El mapa final del factor LS, se obtuvo sobreponiendo los raster finales tanto L y S. Las mayores pendientes presentadas dentro del área de estudio, corresponden a las áreas de altitudes muy prolongadas y montañosas, generando una mayor cantidad de humedad por la vegetación existente.

En la figura 10-3, se puede apreciar de forma gráfica los valores para cada celda, donde los distintos colores muestran los diferentes resultados de la longitud y grado de la pendiente calculados dentro del área en estudio.



**Figura 10-3.** Factor de longitud y grado de la pendiente (LS) 1991 al 2015  
 Realizado por: Rivera M., Silva C. 2015

### 3.3.1.4 Factor de cobertura y uso de la tierra (C).

Este factor estudia el comportamiento del suelo frente a la erosión de acuerdo a la vegetación existente (ver ANEXO D). Se obtuvo un mapa de uso de suelos el cual fue analizado, considerando 5 tipos de usos de suelos. Y cuyos resultados se pueden apreciar en la tabla 9-3 y en la figura 6-3. Una vez obtenido estos resultados se calcula el factor C utilizando la tabla 16-3 y 17-3 respectivamente.

**Tabla 16-3. Valores del factor C que se utilizan para estimar pérdidas de suelo en la USLE**

Cultivo y practica	Medida anual del factor C
Suelo desnudo	1,0
Bosque o matorral denso, cultivos con alto porcentaje de mulch.	0,001
Sabana o pradera herbácea en buenas condiciones	0,01
Sabana o pradera herbácea sobre pastada	0,1
Maíz sorjo: alto rendimiento con laboreo convencional	0,20-0,55
Maíz sorjo: alto rendimiento sin laboreo convencional	0,50-0,90
Maíz sorjo: bajo rendimiento con laboreo mínimo o no laboreo.	0,02-0,10
Maíz sorjo: alto rendimiento, laboreo con chisel entre residuos.	0,12-0,20
Maíz sorjo: bajo rendimiento, laboreo con chisel entre residuos.	0,30-0,45
Pradera herbácea	0,01-0,025
Trigo	0,10-0,40

**Fuente:** (Wischmeier & Smith, 1978)

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 17-3. Valores del factor C que se utilizan para estimar pérdidas de suelo en la USLE**

Tipo de vegetación	Factor C
Bosque pinar	0,01700
Bosque latifoliado	0,01400
Bosque Mixto (Pino predominante)	0,02800
Bosque Mixto (latifoliado predominante )	0,02300
Pasto cultivado	0,00544
Pasto natural	0,02880
Pasto natural con matorral	0,06470
Matorral del bosque de hoja ancha	0,18130

**Fuente:** (Lianes, et al, 2009, pp.217-235)

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

**Tabla 12-3. Tabla resumen factor C**

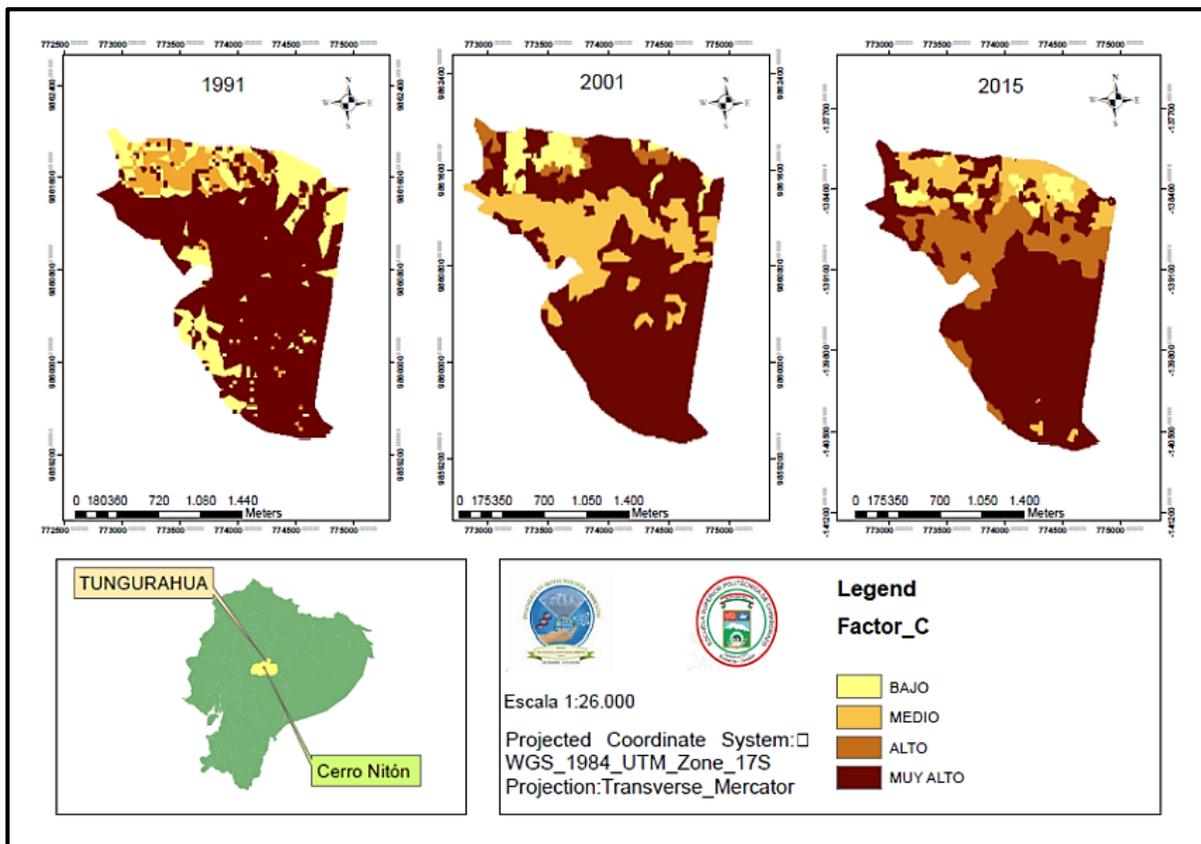
Clases	Factor C
FPM	0,028
OB	0
OCA	0,55
OCP	0,001
OX	1

**Realizado por:** Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Se observaron que los menores valores del factor cobertura y uso de la tierra (C), fueron en los tipos OB y OCP con un promedio de 0 y 0,001 respectivamente, en la clase FPM se presentó valores de un 0,028 cosa que no sucedió en los OCA, resultando preocupante por la gran incidencia

que ha generado la intervención de la mano del hombre en tratar de cultivar la tierra sin tecnificación y métodos conservacionistas.

En la figura 11-3 se puede apreciar de forma gráfica los valores para cada celda, donde los distintos colores muestran los diferentes resultados del factor de cobertura y uso de la tierra calculada dentro del área en estudio.



**Figura 11-3.** Factor de cobertura y uso de la tierra (C).

Fuente: Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### 3.3.1.5 Determinación de la pérdida de suelo (A)

Una vez obtenido el factor de erosividad de la lluvia (R), el factor de erodabilidad (K), el factor de longitud de pendiente (L), el factor de gradiente de pendiente (S), y el factor de cobertura y uso de la tierra (C), siendo estos cuatro factores (R, K, L y S) el potencial erosivo inherente en el sitio, eso es la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura y uso de la tierra (C),

siendo este último el factor que reduce esta pérdida potencial para compensar los efectos del uso de la tierra. Aplicamos la siguiente fórmula para obtener la pérdida de suelo (A).

$$A = R \times K \times LS \times C \quad (5)$$

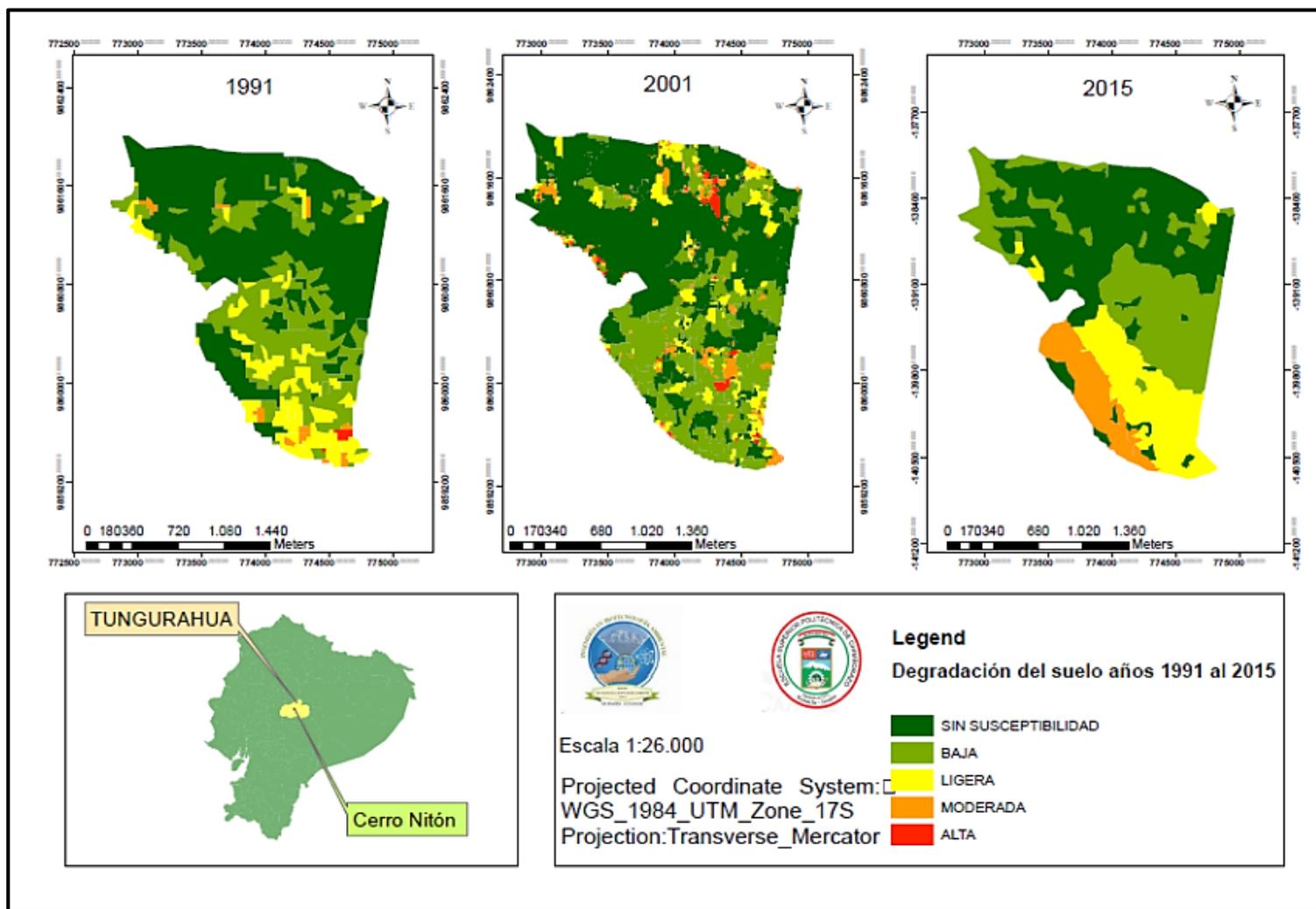
Mediante la tabla 19-3, se puede observar los resultados del estudio de la erosión tanto en la superficie en hectáreas, como rangos porcentuales, se emplearon cinco rangos de erosión en ton/ha\*año que fueron establecidos en el estudio.

**Tabla 19-3. Superficie y porcentaje de pérdida de suelo en el cerro Nitón**

Niveles erosivos	Año 1991		Año 2001		Año 2015	
	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)
<b>SIN SUSCEPTIBILIDAD</b>	189,75	56%	156,05	47%	147,29	44%
<b>BAJA</b>	93,57	28%	84,33	25%	100,88	30%
<b>LIGERA</b>	43,01	13%	54,38	16%	57,93	17%
<b>MODERADA</b>	9,52	3%	26,93	8%	30,83	9%
<b>ALTA</b>	1,56	0%	9,22	3%	0,49	0%
<b>TOTAL</b>	<b>337,41</b>	<b>100%</b>	<b>330,91</b>	<b>100%</b>	<b>337,42</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

En la figura 12-3 se puede apreciar de forma gráfica los valores para cada celda, donde los distintos colores muestran los diferentes resultados finales de pérdida de suelo dentro del área en estudio.

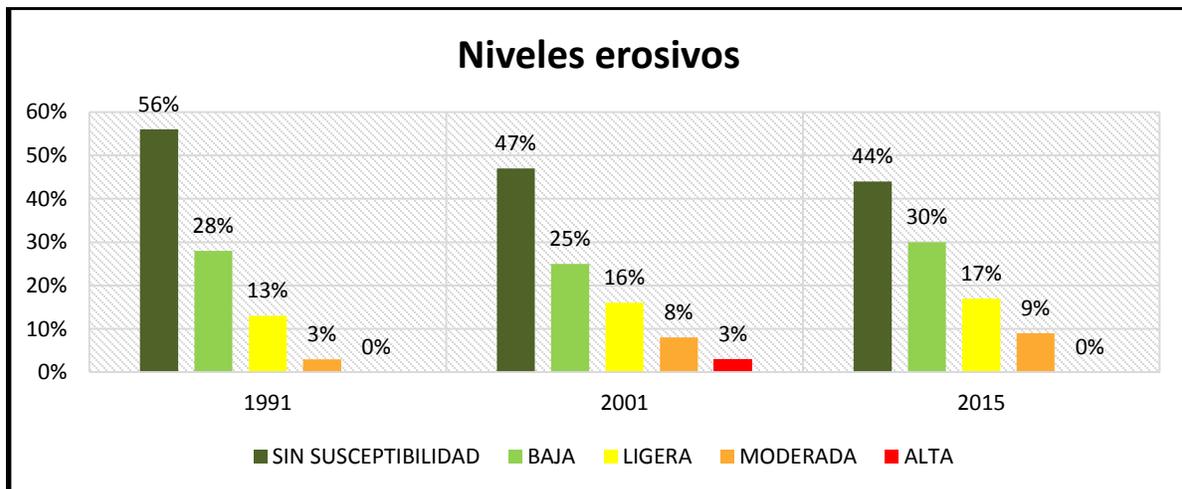


**Figura 12-3.** Resultados del riesgo de erosión  
 Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

### 3.3.1.6 Análisis de resultados

El resultado del estudio de la erosión o degradación del suelo mediante la aplicación del método U.S.L.E, se pudo comprobar por medio del mapa de niveles de erosión que la mayor parte de la superficie son zonas sin susceptibilidad y otras presentan una erosión baja para el año 1991 es de un 28% para el 2001 es de un 25% y para el año 2015 de un 30%, presentando una alta resistencia al proceso de degradación. Las superficies catalogadas como una erosión moderada presentaron valores 3%, 8% y 9% respectivamente para cada año 1991, 2001 y 2015 de afectación en la superficie total del área de estudio. En términos generales las áreas sin susceptibilidad a la erosión disminuyeron en un 6.13%; mientras que las zonas con susceptibilidad baja aumentaron en un 3,46%, y las áreas con susceptibilidad moderada en un 1,92%. Se pudo constatar que las pérdidas potenciales de erosión fueron en el año 2001 resultando afectadas 9,22 ha.

Las zonas que han sido identificadas con superficies de riesgo de erosión entre rangos: ligera, moderada, y alta se encuentran ubicados en áreas de mayores precipitaciones y pendientes, siendo estas zonas las más afectadas por los procesos erosivos. Estas superficies se encuentra siendo utilizadas en actividades agrícolas que por lo visto han generado un mal manejo de los suelos por parte del hombre, generando impactos en la tala de los bosques, implementado cultivos de ciclo corto en áreas con mayores pendientes, siembra de pasto sin tecnificación, estos fenómenos antrópicos conllevan a que la cobertura vegetal se quede sin protección provocando un suelo desprotegido y expuesto frecuentemente a los impactos de las gotas de lluvia en cada época invernal. Lo contrario se evidenció en zonas de bajas pendientes y precipitaciones.



**Figura 13-3.** Niveles erosivos  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De acuerdo al resultado obtenido por Fredi Portilla, María Noguera y Nelson Pacheco, 2014 en la investigación Diagnóstico multitemporal de las áreas ambientalmente sensibles a la desertificación en la provincia del Azuay a partir del año 1982, señala que la producción agrícola se ha limitado a cultivos asociados, principalmente de maíz, actividad que ha agotado los nutrientes del suelo, acelerando los procesos de erosión y provocando un descenso en la capacidad de recuperación natural del suelo. En cuanto a factores climáticos, la población explica que durante los últimos años ha existido una disminución de la intensidad de las precipitaciones y cambios en sus patrones lo que ocasionando problemas para el riego de los cultivos y la definición de temporadas de siembra, este análisis se asemeja al estudio realizado en el Cerro Nitón del igual forma las malas prácticas agrícolas limitadas al cultivo de maíz y tomate provocaron una leve disminución en los nutrientes del suelo lo que generó que el suelo pierda su capacidad para recuperarse naturalmente en cuanto a factores climáticos señala que a mayor índice de precipitación y mayores pendientes, mayor resultados se presentan en la erosión.

## CONCLUSIONES

- La información brindada por el procesamiento y tratamiento de las imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 y la aplicación de la técnica de clasificación supervisada, permitió el análisis analógico sobre las imágenes satelitales año 1991, 2001 y 2015; se logró establecer cinco categorías de clasificación, la primera cultivo anual (OCA), tierra árida (OX), bosque planto mixto (FPM), Cultivo perenne (OCP), área construida (OB). Debido a que la resolución de las imágenes satelitales Landsat es baja, 15 metros por pixel, siendo esta situación un impedimento para llegar a un nivel de detalle mayor a través del cual se pudiera identificar especies vegetales. La clasificación supervisada de cada imagen satelital año 1991, 2001 y 2015, se basó fundamentalmente en las diferentes respuestas de absorbancia expresadas por la cobertura del suelo, el conjunto de pixeles con la misma intensidad de color, permitieron establecer la detección y cuantificación de cada una de sus áreas, obteniendo para los años 1991, 2001 y 2015. La detección de las zonas de desertificación y degradación del Cerro Nitón se obtuvo mediante el análisis multitemporal del uso del suelo, en un intervalo de 24 años; con especial atención en los cambios ocurridos en las clases OX y FPM. siendo evidente la pérdida de área perteneciente a las mismas. Estimándose una Tasa Anual de Cambio dicha fórmula utiliza el área total de uso del suelo existente en 1991 y la que posee para el año 2015. La clase tierra árida (OX) contaba con un área de 230,37 ha en el año 1991 y para el 2015 su área fue 167,06 ha presentado una disminución del 27% de su área inicial, pero el cambio más significativo se produce en la clase bosque plantado mixto (FPM) ya que este no había sido introducida sino hasta el año 1995 por lo que no se cuenta con datos del año 1991 en cuanto al 2001 su área fue de 79,68 ha ya para el 2015 tuvo una disminución quedando una área de 72,91 ha. Esto es debido a que esta clase es utilizada para el desarrollo de actividades industriales como por ejemplo la producción de madera.
- El análisis de la situación actual del Cerro Nitón fue realizado en función de las características físicas que se presenta en el territorio, se ha determinado que el Cerro Nitón mantiene una alta fertilidad en sus suelos que inciden en altos índices de producción especialmente en frutas como el tomate. Los relieves presentes en el Cerro Nitón son relieves planos los mismo que están directamente relacionados con terrazas, relieves moderadamente ondulados en donde se desarrollan actividades agropecuarias, relieves colinados, relieves montañosos los mismos que presentan áreas en procesos de erosión. Estos diferentes tipos de relieves se encuentran

determinados por las pendientes y por las características geológicas de formación. El Cerro Nitón posee un clima templado y seco. Con la ayuda del anuario meteorológico de la provincia de Tungurahua y tomando como puntos referenciales los de las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio se obtuvieron los siguientes datos (ver Tabla 2-3). Los mismos que fueron utilizados para el cálculo del factor R (erosividad de la lluvia). La principal red de drenaje que mantiene escorrentía en el cerro Nitón es la de la Unidad hidrográfica río San Alfonso, entre las fuentes de agua que posee se puede destacar la acequia la Clementina, vertiente Manguihua y acequia Santa Rosa. La contaminación por depósitos de basura existente en las quebradas presentes en la zona de estudio constituye una amenaza para el sistema hídrico. Chiquicha cuenta con dos grandes órdenes de suelos que corresponden a los Inceptisoles y los Entisoles los mismos que cuentan con sus respectivos subgrupos. Las zonas que han sido identificadas con superficies de riesgo de erosión se encuentran ubicados en áreas de mayores precipitaciones y pendientes siendo estas zonas las más afectadas por los procesos erosivos, las mismas que son utilizadas en actividades agrícolas, lo contrario se evidenció en zonas de bajas pendientes y precipitaciones. El sistema de clasificación utilizado para definir las clases de uso/cubierta de la tierra (CUCT) se basa en un método dicotómico e incluye diferentes niveles. La clasificación se encuentra en el segundo y tercer nivel que se compone de las clases nacionales; Área construida (OB), bosque plantado mixto (FPM), tierra árida (OX), cultivo anual (OCA), cultivo perenne (OCP). Cada clase fue asignada con unos caracteres codificados para facilitar la recolección y entrada de los datos.

- Las frecuentes reuniones y la socialización con los habitantes de la parroquia Chiquicha ayudó a identificar que los pobladores poseen conocimientos básicos sobre temas de degradación, desertificación y cambio climático lo que resulto primordial para precisar las alternativas que tendremos frente a la adaptación al cambio climático.
- Se elaboró un plan de acción adaptación y mitigación para el Cerro Nitón , principalmente para las áreas que se encuentran degradadas o están en proceso de degradación por causa de diferentes factores tanto naturales como antrópicos, provocando una pérdida significativa de cobertura vegetal y la manifestación de erosión tanto hídrica como eólica. Los programas establecidos en el plan de manejo fueron desarrollados identificando estrategias existentes, tales como protección y sensibilización ambiental, consolidación legal, manejo responsable del bosque, organización social y presión política, control y vigilancia, manejo agropecuario ecológico, producción agroecológica, las mismas que contribuyen al desarrollo de la parroquia.

## RECOMENDACIONES

- Para superar los problemas mencionados, se deben considerar soluciones que impliquen una acción inmediata y, métodos de prevención para impedir mayor deterioro futuro. Parte del deterioro causado lo puede solucionar la naturaleza misma con sus ciclos naturales. Por ello la acción del ser humano debiera contribuir a crear las condiciones necesarias para que la naturaleza emprenda su obra de restauración. Sin embargo, recuperar el suelo una vez que éste ha sido destruido es un proceso lento si se lo deja sólo a su ritmo natural, y muy costoso si se trata de acelerarlo. Por lo tanto, lo más razonable es evitar que se destruya el suelo.
- Es necesario apoyar el desarrollo de proyectos de investigación dedicados, en particular, a profundizar el conocimiento sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales de las funciones que realiza el suelo, así como sobre el impacto en el medio y largo plazo de los procesos de degradación del suelo.
- Continuar impulsando estudios referentes a desertificación y degradación pues son temas sumamente importantes en la actualidad, los cuales deberían ser tomados muy en cuenta por parte de los gobiernos tanto seccionales como gubernamentales al momento de realizar proyectos o programas de conservación.
- Para realizar este tipo de estudios es aconsejable trabajar con ortofotos puesto que presentan una mejor resolución al momento de su tratamiento, es recomendable que las ortofotos mantengan la misma temporalidad es decir que sean captadas en la misma época estacional para no presentar confusiones al momento de detectar cambios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ALMOROX, Javier, LOPEZ, Francisco & RAFAELLI, Silvia.** *La degradación de los suelos por erosión hídrica.* Murcia: edit.um, 2010, pp.43, 45,46 [En línea] [Consulta: 26 de noviembre de 2015.] Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/La degradaci%C3%B3n de los suelos por erosi.html?id=bSpiNY\\_nwOIC](https://books.google.com.ec/books/about/La_degradaci%C3%B3n_de_los_suelos_por_erosi.html?id=bSpiNY_nwOIC)
2. **ANGELINI, Marcos.** *Clasificación Digital de Imágenes Satelitales.* [blog] Barcelona - España 2012, pp.1,4, [Consulta: 3 de abril 2015]. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/289121082.m1-LECTURA6-CLASIFICACION%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/289121082.m1-LECTURA6-CLASIFICACION%20(3).pdf)
3. **CLIMATE CHANGE, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY (CCAFS).** *Bosques tropicales pantanosos de turba: ¿cómo afecta el cambio de uso de la tierra las emisiones de metano y carbono?* [En línea] 31 de Julio de 2013. [Consulta: 26 de noviembre de 2015.] Disponible en: [https://ccafs.cgiar.org/es/blog/bosques-tropicales-pantanosos-de-turba-%C2%BFc%C3%B3mo-afecta-el-cambio-de-uso-de-la-tierra-las-emisiones#.WCSQC3hDIU.](https://ccafs.cgiar.org/es/blog/bosques-tropicales-pantanosos-de-turba-%C2%BFc%C3%B3mo-afecta-el-cambio-de-uso-de-la-tierra-las-emisiones#.WCSQC3hDIU)
4. **CNICE.** *Interpretación de imágenes satelitales multiespectrales.* [En línea] 2006. [Consulta: 23 de noviembre de 2015.] Disponible en: [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/a\\_multispec.htm.](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/a_multispec.htm)
5. **CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN (UNNCD).** *Cambio climático y degradación de las tierra.* [En línea] México 2015, p 7. [Consulta: 15 de noviembre de 2015.]. ISBN 978-92-95043-33-6. Disponible en: [http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/2015\\_Climate\\_LD\\_Outcomes\\_CST\\_conf\\_SPA.pdf](http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/2015_Climate_LD_Outcomes_CST_conf_SPA.pdf)

6. **CHAPA BEZANILLA, Daniel; SOSA RAMIREZ, Joaquín & DE ALBA AVILA, Abraham**, " Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México". *Madera y bosques* [En línea], 2007, (México) 14 (1), pp.37-51. [Consulta: 15 de noviembre de 2015.] ISSN 1405-0471. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712008000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000100004)
7. **DIAZ-GALLEGOS, José Reyes; MAS, Jean-François & VELAZQUEZ MONTES, Alejandro**. "Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México". *Interciencia* [En línea], 2008, (México) 33 (12), pp.882-890. [Consulta: 18 de noviembre de 2015.] ISSN 0378-1844. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442008001200006](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008001200006)
8. **ESPINOZA CALLE, Arnaldo Andrés** *Balance Hídrico Rio el Ángel*, [En línea] (Tesis Pregrado ). Universidad San Francisco de Quito, Quito-Ecuador 2012, pp. 20,21 [Consulta: 17 de marzo 2015]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3854>
9. **FAO**. *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales-Manual para la recolección integrada de datos de campo* [En línea], 2009 (Roma), 3ª Edición, p. 112. [Consulta: 19 de noviembre de 2015.] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/ap152s/ap152s.pdf>
10. **FERNÁNDEZ COPPEL Ignacio Alfonso**. *Análisis visual de imágenes obtenidas del sensor ETM+ Satelite Landsat.*, [En línea] (Tesis). (Maestría) Universidad de Valladolid, Valladolid-España . 2001. p. 29. [Consulta: 30 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.cartesia.org/data/apuntes/teledeteccion/landsat-analisis-visual.pdf>
11. **GADPR CHIQUICHA**. *Actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Chiquicha*. DIGIPREDIOS S. A. Pelileo 2015. pp 5,7,10,11.
12. **GUERRA CEREZO Eslid Ana**. *Análisis multitemporal de la cobertura y uso de la tierra a través del sistema LCCS en la cuenca baja del Río Grande-Santa Cruz.*, [En línea] (Tesis). (Maestría) Universidad Mayor de San Simon, Santa Cruz-Bolivia . 2006. p. 12. [Consulta: 24 de marzo de 2015]. Disponible en: [http://museonoelkempff.org/sitio/Informacion/tesis/Tesis\\_LCCS\(1\).pdf](http://museonoelkempff.org/sitio/Informacion/tesis/Tesis_LCCS(1).pdf)
13. **IBÁÑEZ, Sara, MORENO, Héctor & GISBERT, Juan Manuel**. *La ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE)*. [En línea] 2015. [Consulta: 15 de noviembre de 2015.] Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16849/AD%20USLE.pdf?sequence=1>.

14. **INGENIERÍA, TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA., (INGTELSIG).** *Programa de reducción de emisiones de carbono causadas por la deforestación y la degradación de los bosques*. [En línea] Honduras 2010. [Consulta: 23 de noviembre de 2015.] Disponible en: [http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc\\_1441494642.pdf](http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1441494642.pdf).
15. **INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC).** *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM*. [En línea] Bogotá 2013. [Consulta: 10 de junio de 2015]. Disponible en: <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>.
16. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA (INEGI).** *El programa LANDSAT*. [En línea] Mexico 2015. [Consulta: 22 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/landsat.aspx>.
17. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).** *Servicio meteorológico*. [En línea] 2015. [Consulta: 24 de diciembre de 2015.] Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>.
18. **LANZ, Jorge.** *La erosión hidrica*. [blog]. [Citado el: 23 de diciembre de 2015.] Disponible en: <http://jorgelanz-erosionhidrica.blogspot.com/2015/07/erosion-hidrica.html>.
19. **LEON GUAILLAS, María Verónica.** *Análisis de cambios de usos de suelo multitemporal*, [En línea] (Tesis). (Maestría). Universidad del Azuay, Cuenca 2015. p. 18. [Consulta: 2 de febrero de 2016.] Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4935/1/11374.pdf>
20. **LIANES, Elena, MARCHAMALO, Miguel & ROLDÁN, Margarita.** "Evaluación del factor C de la rusle para el manejo de coberturas vegetales en el control de la erosión en la cuenca del río birrís, Costa Rica." *Agronomía Costarricense* [En línea], 2009, (Costa Rica) 32 (2), pp. 217-235. [Consulta: 18 de noviembre de 2015.]. ISSN:0377-9424. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v33n02\\_217.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n02_217.pdf)
21. **LÓPEZ DE ULLIBARRI, Galparsoro, & FERNÁNDEZ Pita.** "Medidas de concordancia: el índice de Kappa". *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística* [En línea], 1999, (España) 6, pp. 169-171. [Consulta: 17 de noviembre de 2015.] Disponible en: <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa.asp>.

- 22. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MAE).** *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental.* [En línea] Quito 2012 , p. 15. [Consulta: 16 de diciembre de 2015.] Disponible en:  
<http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/geovanna/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20Tasa%20de%20Deforestaci%C3%B3n%20del%20Ecuador%20Continental.pdf>.
- 23. MINISTERIO DEL AMBIENTE, (MAE).** *Programa de acción nacional.* [En línea] Agosto de 2004. [Consulta: 3 de enero de 2016.] Disponible en:  
<http://www.unccd.int/ActionProgrammes/ecuador-spa2004.pdf>.
- 24. MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y MOVILIDAD HUMANA .** *Lucha contra la Desertificación.* [En línea] 2015. [Consulta: 29 de diciembre de 2015.] Disponible en: <http://www.cancilleria.gob.ec/lucha-contra-la-desertificacion/>.
- 25. MORALES, César.** Pobreza, desertificación y degradación de tierras. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales, 2005, pp. 29-30.
- 26. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA, (UNESCO).** *Aprendiendo a luchar contra la desertificación.* [En línea] Agosto de 1997. [Consulta: 25 de enero de 2016.] Disponible en:  
<http://www.unesco.org/mab/doc/ekocd/spanish/chapter2.html>.
- 27. PADILLA JÁCOME, María Manuela.** *Estudio multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal natural en el páramo de la Parroquia Mulaló.*, [En línea] (Tesis). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador 2004, p.23 [Consulta: 25 de enero de 2016.] Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/7692>
- 28. PERALTA-RIVERO, Carmelo et al,** "Tasas de cambios de coberturas de suelo y deforestación (1986-2011) en el municipio de Riberalta, Amazonía boliviana." *Ecología en Bolivia* [En línea], 2015, (La Paz) 50 (2), pp. 91-114. [Consulta: 21 de noviembre de 2015.]. ISSN 2075-5023. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282015000200003](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282015000200003)

29. PEREA, Alberto, MERONO, José, & AGUILERA, María . "Clasificación orientada a objetos en fotografías aéreas digitales para la discriminación de usos del suelo", *Interciencia* [En línea] 2009 (Caracas) 34(2), pp. 612-616. [Consulta: 15 de noviembre de 2015.]. ISSN 0378-18449. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009000900005](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000900005)
30. POZO LOPEZ, Diego Fernando. *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y propuesta de plan de manejo participativo de las comunidades de Pusir y Tumbatú, Provincia del Carchi.*, [En línea] (Tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte, Carchi-Ecuador 2012. p.32. [Consulta: 2 de febrero de 2016.] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/237>
31. PUYRAVAUD, Jean. "Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation". *Forest Ecology and Management* [En línea] 2003 (India), 177 pp. 593–596. [Consulta: 15 de enero de 2016.] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112702003353>.
32. RUIZ, Verónica, SAVE, Robert & HERRERA, Alejandrina, " Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en un área protegida de Nicaragua, Centroamérica " *Revista científica de ecología y medio ambiente* [En línea], 2013, (Nicaragua) 22 (3). [Consulta: 30 de diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/814>
33. RUIZ, T. & FEBLES, G. "La desertificación y la sequía en el mundo". *Revista: Avances en Investigación Agropecuaria* [En línea], 2004, ( Mexico) 8 (2), pp. 1-4. [Consulta: 24 de noviembre de 2015.] ISSN 0188-7890 . Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83780201>
34. SALVATIERRA, Cristina, ROVEDA, Gabriel & AGUILERA, Elizabeth. *Análisis de la cobertura vegetal y el uso de la tierra con el uso de sensores remotos en la Mojana, Colombia.* [En línea] Bogotá 2015. [Citado el: 15 de enero de 2016.] Disponible en: <http://nates.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp35/2200-r.pdf>.
35. SCANTERRA. *Nociones introductorias: fundamentos físicos de teledetección.* [En línea] 2006. [Consulta: 14 de Febrero de 2016.] Disponible en: [http://www.scanterra.com.ar/conozca\\_mas.html](http://www.scanterra.com.ar/conozca_mas.html).

36. **SEGARRA, Pool.** *Sinergias entre Degradación de la Tierra y Cambio Climático en los paisajes Agrarios del Ecuador.* Quito : Mecanismo Mundial de la CNUCLD-Ministerio del Ambiente-ECOPAR., 2014. pp. 3,6,8,11.
37. **SNI.** *Sistema Nacional de Informacion.* [En línea] 2015. [Consulta: 20 de diciembre de 2015.] Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/web/menu/>.
38. **TECNOLOGÍA DE SAN MARTÍN.** *Tecnoblogsanmartin.* [blog]. [Citado el: 26 de diciembre de 2015.] Disponible en: <https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/tag/desertificacion/>.
39. **TELEDET.** *Beneficio de la teledetección satelital y ventajas comparativas respecto a las técnicas.* [blog] 2012, Zimbabwe, Brasil. [Consulta: 3 de abril 2015]. Disponible en: <http://www.teledet.com.uy/>.
40. **UMATAMBO PERALTA, Ángel Daniel.** *Aplicación del modelo RUSLE para el cálculo de la erosión hídrica en la microcuenca Río Cubí.* , [En línea] (Tesis pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador 2015, p. 27. [Consulta: 22 de febrero de 2016.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7258/1/T-UCE-0004-42.pdf>
41. **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN (UNMSM).** *Combinación de bandas espectrales para la interpretación de recursos naturales sensores Landsat.* [En línea] Lima 2010, pp. 1, 3,4. [Consulta: 13 de junio de 2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/86702331/4-Combinacion-Bandas-TM-ETM>.
42. **UNIVERSITY OF MARYLAND.** *Earth Science Data Interface (ESDI).* [En línea] 2014. [Consulta: 16 de diciembre de 2015.] Disponible en: <http://glcfapp.glcg.umd.edu:8080/esdi/>.
43. **VALDES-BARRERA, Ariel, REPETTO, Fiorella, FIGUEROA, Alejandra & SAAVEDRA, Bárbara,** "Actas del taller: conocimiento y valoración de las turberas de la Patagonia: oportunidades y desafíos " *Anales del Instituto de la Patagonia* [En línea], 2011, (Punta Arenas) 40 (2), pp.67-82. [Consulta: 11 de noviembre de 2015.]. ISSN 0718-686X. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-686X2012000200006](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-686X2012000200006)

**44. WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D.** *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning.* Agriculture Handbook. [En línea] Washington, DC. : Printing Office, 1978. p. 58. [Consulta: 18 de noviembre de 2015.] Disponible en: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>

**ANEXOS**

**ANEXO A: Toma de muestras del suelo**



ANEXO B. Análisis físico de suelos



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Fernanda Rivera

Fecha de ingreso: 15/06/2016

Remite:

Fecha de salida: 22/06/2016

Ubicación:

Nombre de la granja

Chuquiña  
Parroquia

Pelileo  
Cantón

Tungurahua  
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FÍSICO DE SUELOS

Identificación	Textura	% M.O
MAÍZ-OCA	Franco arenosa	2.1 B
FPM	Franco arenosa	3.6 M
OB	Franco arenosa	2.5 B
OX	Franco arenosa	2.6 B
TOMATE (OCP)	Franco arenosa	2.8 B

CODIGO	
Alc. Alcalino	A: alto
N: Neutro	M: medio
L. Ac. Ligeramente ácido	B: bajo

*Franklin Arcos T.*

Ing. Franklin Arcos T.  
JEFE LAB. SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamá, Km 1 ½, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418



*Elizabeth Pachacama*

Ing. Elizabeth Pachacama  
TÉCNICO LAB. SUELOS

"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

## ANEXO C. Socialización y realización de encuestas



**ANEXO D. Vegetación**

<b>Imagen</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
	Sigse	<i>Cortaderia selloana</i>
	Maíz	<i>Zea mays</i>
	Cabuya	<i>Agave</i>
	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>

	Alverja	<i>Pisum sativum</i>
	Ñachag	<i>Bidens andicola</i>
	Pino	<i>Pinus</i>
	kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>



Eucalipto

*Eucalyptus gunnii*



Tomate de árbol

*Solanum betaceum*



Cactus

*Cactaceae*



Alfalfa

*Medicago sativa*



Zapallo

*Cucurbita maxima*



Chocho

*Lupinus mutabilis*



Pajonal

*Festuca sp.*

PLAN DE ACCIÓN ADAPTACIÓN Y  
MITIGACIÓN PARA LUCHA CONTRA  
LA DESERTIFICACION

# PLAN DE ACCIÓN ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN PARA LUCHAR CONTRA LA DESERTIFICACIÓN

## Contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
1.1 Plan de procesamiento de la información .....	4
1.2 Depuración y tabulación de datos recopilados .....	4
<b>2 Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>3 MARCO LEGAL.....</b>	<b>6</b>
3.1 Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No. 449, 20 de octubre de 2008. 6	
3.2 El Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 .....	7
3.3 Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial No. 418: 10/Septiembre/2009).....	7
3.4 Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (Registro Oficial No. 41810/Septiembre/2004).....	7
3.5 Decreto Ejecutivo 1815 (Registro Oficial 636, 17-VII-2009). .....	9
3.6 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA – TULAS). 9	
3.7 Política 4.5 (fomento a la adaptación y mitigación a la variabilidad climática).....	9
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>5 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN.....</b>	<b>11</b>
5.1 Ubicación y Superficies.....	11
5.2 Caracterización Física y Climática.....	11
5.2.1 <i>Relieve</i> .....	11
5.2.2 <i>Climatología</i> .....	12
5.2.3 <i>Recurso Hídrico</i> .....	12
5.2.4 <i>Recurso Suelo</i> .....	13
5.3 Componente Sociocultural .....	14

<b>5.4</b>	<b>Componente Económico – Productivo .....</b>	<b>16</b>
<b>5.4.1</b>	<b><i>Producción Agrícola.....</i></b>	<b>16</b>
<b>5.4.2</b>	<b><i>Producción Pecuaria.....</i></b>	<b>17</b>
<b>5.4.3</b>	<b><i>Comercialización.....</i></b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>PLAN POR LÍNEAS TEMÁTICAS .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1</b>	<b>Línea temática 1: Plan de Mitigación.....</b>	<b>18</b>
<b>6.2</b>	<b>Línea temática 2: Plan de Adaptación.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3</b>	<b>Línea Temática 3: Plan de acción .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>PROGRAMAS A DESARROLLARSE.....</b>	<b>20</b>
<b>7.1</b>	<b>Programas de Mitigación.....</b>	<b>20</b>
<b>7.2</b>	<b>Programas de Adaptación .....</b>	<b>25</b>
<b>7.3</b>	<b>Medidas de Acción .....</b>	<b>27</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Los planes de acción, adaptación y mitigación son herramientas indispensables que nos permiten enfatizar las principales acciones a desarrollarse en la parroquia Chiquicha principalmente en el Cerro Nitón. La metodología utilizada para elaborar el presente documento se basó en encuestas y entrevistas con los pobladores del sector, recorriendo los diferentes puntos representativos del cerro y la parroquia recopilando la opinión de la población ya que esta información es de vital importancia, también la revisión bibliográfica sobre investigaciones realizadas en la zona fueron los principales datos que se utilizó para realizar el presente documento.

Entre los objetivos representativos de los Planes se prioriza la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos de regulación del ambiente y el implementar políticas ambientales para el manejo adecuado de los recursos naturales y realizar actividades productivas que apoyen a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la parroquia sin afectar su entorno.

Las principales amenazas que presenta la zona de estudio está la tala ilegal, el sobre pastoreo de ganado o pastoreo en zonas de laderas, el uso excesivo de agroquímicos, la introducción de especies exóticas en su mayoría pino y eucalipto, la contaminación de las fuentes de agua debido al mal manejo de aguas servidas o por mal manejo de desechos sólidos, el crecimiento de la frontera agrícola.

## **1 METODOLOGÍA**

- ✓ Taller participativo con los pobladores para la aplicación de Encuestas. Se aplicaron las encuestas según el cronograma establecido previamente con los involucrados.
- ✓ Encuestas y entrevistas a los habitantes de la zona para obtener la mayor cantidad de información. Se recabó datos sobre uso de suelo, actividades productivas, aspectos socio-económicos, degradación, desertificación, cambio climático. (SACHA, 2013, pp. 40-65)
- ✓ Recorrido con los pobladores clave, quienes tenían amplio conocimiento sobre el área de estudio, lo que permitió identificar los límites imaginarios que tienen con otras comunidades; con la ayuda del GPS se tomaron puntos para el posterior análisis, facilitando conocer la extensión y ubicación exacta del área de estudio.
- ✓ Revisión bibliográfica de estudios realizados así como de la normativa vigente.

### **1.1 Plan de procesamiento de la información**

Como responsables de la recopilación de la información en campo asumimos la tarea de validación de datos de las encuestas, antes que la información recopilada llegue para posteriormente tabularla, tomando en cuenta:

- Revisión crítica de la información, es decir limpieza de la información defectuosa, contradictoria, incompleta, etc.
- Tabulación o cuadros y representación gráfica.

### **1.2 Depuración y tabulación de datos recopilados**

En esta etapa una vez obtenida la información procedimos al procesamiento de los datos obtenidos de las encuestas, a través del Paquete Estadístico Excel. Se elaboraron tablas de datos correspondientes a cada uno de los aspectos (Producción, degradación, Cobertura vegetal, etc.), que contempló el cuestionario en los diferentes sectores.

## **2 INTRODUCCIÓN**

La elaboración de planes en los últimos tiempos se ha convertido en una herramienta que se utilizan principalmente para la planificación y gestión de los recursos naturales con mira al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos. El fenómeno del cambio climático y sus adversos en la actualidad están causando la vulnerabilidad principalmente en el sector productivo del país influenciando así la senda de desarrollo del Ecuador. El presente documento da conocer la propuesta de acciones prioritarias de corto y mediano plazo en relación al cambio climático, con base en los procesos de planificación local.

La propuesta es de interés específico por lo que se establece acciones que se pretenden utilizar para mitigar, prevenir y controlar, los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el medio natural dando así a conocer propuestas de bajo presupuesto relacionados con los procesos de acción adaptación y mitigación.

### **3 MARCO LEGAL**

#### **3.1 Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No. 449, 20 de octubre de 2008.**

En la Constitución en el Título II de los derechos; Capítulo segundo (Derechos del buen vivir), Artículos 14 y 15; en lo que se refiere a la naturaleza y a su uso reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Además de promover el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes.

En el Artículo 57 del Capítulo cuarto (Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y todo el marco legal vigente los siguientes derechos colectivos:

- ✓ Participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras.
- ✓ Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.
- ✓ Mantener, proteger y desarrollar los conocimientos colectivos; sus ciencias, tecnologías y saberes ancestrales; los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agro biodiversidad; sus medicinas y prácticas de medicina tradicional, con inclusión del derecho a recuperar, promover y proteger los lugares rituales y sagrados, así como plantas, animales, minerales y ecosistemas dentro de sus territorios; y el conocimiento de los recursos y propiedades de la fauna y la flora.

En el Capítulo séptimo (Derechos de la naturaleza), los Artículos 71, 72, 73 y 74 se expresa el derecho de la naturaleza para que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento, regeneración y restauración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos y que toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos

de la naturaleza. Y reconoce el derecho de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

### **3.2 El Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013**

Se enfoca en pensamientos y visiones nuevas que plantean el cuidado y preservación de los recursos naturales. El Ecuador es un país afectado por problemas ambientales tales como la expansión de la frontera agrícola, la incontrolable explotación maderera, al igual que sucede con la minería, la pesca y el petróleo, actividades que han derivado en estrategias que desafían al país a la creación de instituciones que puedan encargarse del control del medio ambiente, de los conflictos de contaminación ambiental en diversas áreas del territorio.

### **3.3 Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial No. 418: 10/Septiembre/2009)**

En Artículo 41, Título VI de la Protección de los Derechos Ambientales, expresa que con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, se concede acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas del medio ambiente, sin perjuicios de la acción de amparo constitucional previsto en a la Constitución de la República. Además nos obliga a todos a participar en el cuidado y protección de nuestros recursos naturales, para lo cual debemos cumplir con las normas y reglamentos que buscan el uso racional de los recursos.

### **3.4 Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (Registro Oficial No. 41810/Septiembre/2004)**

En el Artículo 6 del Título I (De los Recursos Forestales), Capítulo III (De los Bosques y Vegetación Protectores) se consideran bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

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

- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua;
- d) Constituir cortinas rompe vientos o de protección del equilibrio del medio ambiente;
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico - forestal;
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y,
- g) Constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

En los Artículos 9, 10 y 12 del Capítulo IV (De las Tierras Forestales y los Bosques de Propiedad Privada) se define a las tierras forestales como aquellas que por sus condiciones naturales, ubicación, o por no ser aptas para la explotación agropecuaria, deben ser destinadas al cultivo de especies maderables y arbustivas, a la conservación de la vegetación protectora, inclusive la herbácea y la que así se considere mediante estudios de clasificación de suelos, de conformidad con los requerimientos de interés público y de conservación del medio ambiente. Además garantiza el derecho de propiedad privada sobre las tierras forestales y los bosques de dominio privado, con las limitaciones establecidas en la Constitución y las Leyes; como en el caso de bosques naturales, ubicados en tierras de exclusiva aptitud forestal, donde el propietario deberá conservarlos y manejarlos con sujeción a las exigencias técnicas que establezcan los reglamentos de esta Ley. Para lo cual el Estado brindara asistencia técnica y crediticia para el establecimiento y manejo de nuevos bosques.

De acuerdo al Capítulo V (De las Plantaciones Forestales), en su Artículo 13 se declara obligatoria y de interés público la forestación y reforestación de las tierras de aptitud forestal, tanto pública como privada, y prohíbase su utilización en otros fines. Para tal efecto, el Ministerio del Ambiente, formulará y se someterá a un plan nacional de forestación y reforestación, cuya ejecución la realizará en colaboración y coordinación con otras entidades del sector público, con las privadas que tengan interés y con los propietarios que dispongan de tierras forestales.

Y en el Título V (Disposiciones generales), Artículo 103 donde se señala que para las actividades de planificación, manejo, aprovechamiento, administración, control e inventario forestales, se debe contarán con la participación de ingenieros forestales, ingenieros agrónomos, ingenieros agrícolas u otros profesionales especializados en ciencias forestales; además que es obligatorio para las empresas privadas de actividad forestal el contar con los servicios especializados de esta clase de profesionales.

### **3.5 Decreto Ejecutivo 1815 (Registro Oficial 636, 17-VII-2009).**

**Art. 1.-** Declárese como política de Estado la adaptación y mitigación al cambio climático. Que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concienciar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional en todos los niveles del Estado.

### **3.6 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA – TULAS).**

El artículo 169 del Título XIV del Libro III del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente dispone que la declaratoria de áreas naturales protegidas se la efectúe por Acuerdo Ministerial, previo informe técnico del Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente de éste, sustentado en el correspondiente estudio de alternativas de manejo en el cual se fundamenta la decisión respecto de la categoría de manejo a emplearse para la declaratoria y su financiamiento.

### **3.7 Política 4.5 (fomento a la adaptación y mitigación a la variabilidad climática)**

Define lineamientos estratégicos en las áreas de: adaptación al cambio climático (con particular atención a ecosistemas frágiles como paramos, manglares y humedales) y reducción de vulnerabilidad en los sectores energético, industrial, de transporte, de cambios y usos del suelo, de gestión de residuos y agropecuario; implementación de programas y planes de contingencia ante eventuales impactos que puedan afectar la infraestructura del país; adaptación a las alteraciones climática e impactos vinculados con la soberanía energética y alimentaria.

Así como la valoración del impacto del cambio climático sobre los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas; incorporación de variables de cambio climático en el diseño de proyectos y en la evaluación de impactos ambientales; aumentar la concienciación y participación ciudadana en actividades de mitigación y adaptación; mejorar el análisis, modelación y sistemas de información; e incentivar el cumplimiento de los compromisos.

#### **4 OBJETIVOS**

- ✓ Implementar políticas ambientales para el manejo adecuado de los recursos naturales e identificar cualquier hecho que presente la intención de perjudicarlos.
- ✓ Implantar el uso de buenas prácticas agrícolas que ayuden al desarrollo de una agricultura sostenible, logrando así una producción y productividad de calidad, reduciendo impactos ambientales.
- ✓ Educar y capacitar en temas de deforestación y desertificación.
- ✓ Coordinar con los directivos y la comunidad en la elaboración e implementación de las actividades de adaptación y mitigación.

## **5 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN**

### **5.1 Ubicación y Superficies**

El cerro Nitón se encuentra ubicado en la parroquia Chiquicha cantón Pelileo, Chiquicha tiene 14.27 km<sup>2</sup> de superficie, presenta a su vez el clima Ecuatorial de Alta Montaña, alrededor de la parroquia, con temperaturas que oscilan entre 14 y 16° C y precipitaciones anuales entre 500 y 750 mm. Se ubica entre los 2400 y 3000 msnm, siendo su altura máxima el cerro Nitón, ubicado en la parte sur de la parroquia. (PDYOT, 2015)

### **5.2 Caracterización Física y Climática**

#### **5.2.1 *Relieve***

Los relieves de la parroquia rural Chiquicha, se encuentran determinados por las pendientes y características geológicas de formación.

Los relieves que condicionan, amenazan y favorecen el desarrollo de actividades en el territorio son: Relieves planos de 0-5%, están directamente relacionados con terrazas y en el territorio ocupa 114,74 hectáreas que corresponde al 8,04%. Relieves ligeramente ondulados con pendientes entre 5-12% se ubican en los sectores de Unión la Merced, Bautista Loma, La Florida y representan el 4,26%, es decir, una superficie de 60,76 hectáreas, relieves moderadamente ondulados con pendientes de 12-25% donde se desarrollan actividades agropecuarias especialmente cultivos de frutales posee 235,50 hectáreas que corresponde a 16,51%.

Existen también relieves colinados que se encuentran en el sector de Bellavista, El Mirador, Tingopamba, Chiquicha Alto con pendiente 25-50% la superficie que ocupan corresponde al 24,51% que equivale a 349,76 hectáreas, depósitos de derrubios y relieves escarpados con pendientes de 50-70% ubicados en Bautista Loma ocupan 198,39 hectáreas y finalmente con la mayor superficie de toda la parroquia encontramos relieves montañosos en zonas con pendiente >70% dedicadas a

actividades agropecuarias con áreas en procesos de erosión corresponden al 32,77% de la superficie, es decir, 467,60 hectáreas. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

### **5.2.2 Climatología**

Chiquicha es una parroquia que presenta un solo piso climático: Ecuatorial Mesotérmico Seco, éste se ubica en el fondo de los valles del callejón interandino, con una precipitación media anual menor a 500mm donde las temperaturas no sobrepasan los 20°C. Presenta características bastantes estables, es decir, una humedad relativa entre 50 y 80% con el cielo poco nuboso. Ocupa toda la parroquia, es decir, 1.426, 75 hectáreas. Finalmente, se puede generalizar que la precipitación media anual de la parroquia oscila entre 500 – 600mm, con temperaturas que fluctúan entre 12 y 18°C y entre 8 y 9 meses secos. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

### **5.2.3 Recurso Hídrico**

La cuenca hidrográfica donde se asiente la parroquia rural Chiquicha es la Cuenca del Río Pastaza, Subcuenca y Microcuencas del río Patate; los principales drenajes que mantienen escorrentía en la parroquia son: La Unidad Hidrográfica río San Alfonso que cubre aproximadamente 843,28 hectáreas, sin embargo esta unidad hidrográfica no se encuentra analizada y la Unidad Hidrográfica río Pachanlica se caracteriza por ser una unidad crítica debido a la mala calidad del agua, corresponde al 40.89%, es decir, 583,47 hectáreas de la superficie.

En cuanto a las fuentes de agua que posee la parroquia, se puede destacar la acequia La Clementina vertiente Manguihua, acequia Santa Rosa La Clementina y la Vertiente Tomahuayco; por otro lado, también se puede mencionar que existen dos estaciones hidrométricas en el territorio: Pachanlica AJ Ambato y Patate DJ Ambato. Finalmente, una de las amenazas que presenta Chiquicha en cuanto al sistema hídrico es la contaminación de las quebradas por depósitos de basura. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

#### **5.2.4 Recurso Suelo**

En la parroquia rural Chiquicha encontramos dos grandes órdenes de suelos que corresponden a los Inceptisoles y los Entisoles, los mismos que se describen de acuerdo a los subgrupos más importantes a continuación:

##### **Orden Inceptisoles**

Este tipo de suelos se caracterizan por un desarrollo muy incipiente, lo que da lugar a la formación de horizontes alterados, son considerados poco maduros en su evolución.

En la parroquia se han originado a partir de diferentes materiales de origen volcánicos o sedimentarios con características de relieve variado: muy altos, altos, moderadas y bajas en donde las pendientes de igual manera son variadas de fuertes a bajas.

##### **Subgrupo Entic Durandepts:**

Dentro de 100 cm desde la superficie del suelo, contiene sustancias amorfas iluviales compuestas de materia orgánica, dichos materiales, se caracterizan por una alta carga pH dependiente (1:1 en agua) de menos de 5.9 en 85 por ciento o más del horizonte a menos que el suelo sea cultivado; y tiene un contenido de carbono orgánico de 0.5 por ciento o más o una densidad óptica del extracto de oxalato (DOEO) de 0.25 o más, por lo menos en alguna parte del horizonte.

##### **Subgrupo Udic Eutrandepts:**

Suelos negros profundos, limoso con arena muy fina sobre un metro de espesor, altura de 2800 a 3200 m.s.n.m., ondulación suave o pendientes más o menos fuertes pero regulares con quebradas profundas, además están formados principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas. De acuerdo a su régimen e humedad se refiere a suelos bien drenados que permanecen secos en alguna o en todas sus partes por menos de 30 días consecutivos.

##### **Orden Entisoles:**

Los ENTISOLES son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Dominio de material mineral primario no consolidado y aportes fluviales. Los suelos se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, edad, etc.; sin embargo,

los únicos rasgos comunes a todos los suelos de este orden son la ausencia de horizontes y su naturaleza mineral.

#### **Subgrupo Lithic Ustorthents:**

Roca dura continua dentro de 10 cm desde la superficie del suelo, muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

#### **Uso del suelo y Cobertura Vegetal**

La parroquia rural Chiquicha presenta diversas coberturas de suelos, entre los cuales se encuentra: Bosque Plantado, cultivos de ciclo corto, cultivos de frutales, pasto plantado, vegetación rastrera nativa; cada uno caracteriza a la parroquia de acuerdo al desarrollo de actividades realizadas en cada cobertura.

De acuerdo a las características biofísicas de la zona se ha podido determinar la superficie que posee cada cobertura y como está distribuida en la parroquia, determinando así que en Chiquicha predominan los cultivos de ciclo corto sobretodo de maíz con 806,47 Ha que equivale a un porcentaje de 56,53% de la superficie, a continuación le sigue la vegetación rastrera nativa con una superficie de 382,57 Ha, la cual está destinada a actividades de pastoreo esporádico y conservación; posteriormente se encuentran los cultivos de frutales que forman parte importante de la productividad de la parroquia y por ende del ingreso económico de la población, poseen una superficie de 151,60 Ha Asociado a estas zonas se puede encontrar bosque plantados con una superficie de 67,99 Ha destinado para el desarrollo de actividades industriales y pastos plantados aptos para el desarrollo de actividades pecuarias alcanzando los 18,11 Ha correspondiente al 1,27% de la superficie total de Chiquicha. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

### **5.3 Componente Sociocultural**

#### **Análisis demográfico**

La parroquia rural Chiquicha cuenta con una población de 2445 habitantes, de los cuales 1163 son hombres es decir el 47.56% y 1282 son mujeres equivalente al 52.44%, lo que significa que la población femenina supera en unos 4.8 puntos la población masculina. INEC, 2010. REDATAM

Sin embargo con proyecciones realizadas por el INEC, se cuenta con una población de 2714 habitantes.

### Población por sexo en la Parroquia rural Chiquicha, año 2015

**Cuadro 1. Población Chiquicha**

Mujeres	Porcentaje	Hombres	Porcentaje	Total
1282	52.44%	1163	47.56%	2445

Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

**Cuadro 2. Porcentaje de Hombres y Mujeres**



Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

Para el año 2010 el índice de masculinidad fue de 90.70 hombres por cada 100 mujeres y el porcentaje de mujeres en edad fértil es del 49,69%. INEC 2010, REDATAM.

Esto nos muestra que la mayor población presente en Chiquicha está integrada por mujeres, lo que determina la valiosa e importante presencia femenina en la toma de las decisiones.

A continuación mostraremos el Estado Civil de la población parroquial en donde se nota claramente que el estado conyugal de casado/a es mayoritario con el 51.95% es decir 919 casos, mientras que estado conyugal solteros son el 33.58% es decir 594 casos. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

## **5.4 Componente Económico – Productivo**

La información sobre la situación actual del Sistema Económico Productivo se basa en datos obtenidos del censo de población INEC 2010, y del Plan de Desarrollo proporcionado por Junta Parroquial de Chiquicha así también de las encuestas de campo realizadas por el equipo consultor.

Observando así que la principal actividad económica que la actividad económica que predomina dentro de la parroquia es la agrícola, dentro de ella se considera a la actividad forestal y la ganadería, con un 84,76%, cabe resaltar que en éste sector hay un predominio de mano de obra femenina, con 596 mujeres, sobre los 516 hombres, ésta actividad es favorecida por las características físico climático que predomina en la parroquia y es una actividad en muchos casos familiar, pero la producción está destinada al mercado local del cantón y hacia Ambato; la segunda rama económica de la parroquia es la manufacturera e industrial con un 3,66%, y el trabajo se distribuye de manera equitativa entre hombres y mujeres el sector de la construcción es una rama eminentemente masculina y representa el 2,97% de la ocupación en la parroquia. Los demás sectores tienen menor incidencia dentro de la ocupación en la parroquia, puesto que representan porcentajes menores al 2%, y en total representan menos del 10%.

En resumen, la actividad principal es la agrícola dando prioridad a los cultivos de ciclo corto, esta pequeña producción de maíz, tomate de árbol, frutas y hortalizas, sin embargo, no es para exportación, sino simplemente ventas en el mercado principal de Ambato y de Pelileo, el resto de la producción es para autoconsumo. La producción agrícola no permite tener suficientes ingresos familiares por lo que las familias en su gran mayoría disponen de pocos recursos económicos. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

### **5.4.1 Producción Agrícola**

La parroquia es eminentemente agrícola, especialmente en la parte media y baja de la parroquia, en la parte alta la falta de riego y las fuertes pendiente son los principales limitantes para la actividad, sin embargo se contrasta con los hermosos paisajes y bosque en estado natural. Los principales productos en el sector son: maíz, tomate de árbol, frutas y hortalizas principalmente para la

comercialización y en menor porcentaje para el consumo interno de las familias, además cada parcela produce forraje el cual se utiliza en la alimentación del ganado existente en el sector, en poca cantidad. Según el plan de desarrollo efectuado por la parroquia el principal cultivo es el tomate de árbol asociado con las hortalizas (apio, perejil, acelga, etc.) en un 60%, luego el maíz en un 30% del total del área cultivada, mientras que el 10% se debe al cultivo de frutas, como el aguacate en la zona baja, además se ha iniciado con el cultivo del tomate de riñón bajo invernadero aunque en pocas cantidades. En la parte alta de la parroquia se puede observar el cultivo de papa, trigo, cebada, quinua, arveja y plantaciones forestales especialmente de eucalipto, es decir, bosque plantado y en menor proporción de árboles de pino. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

#### **5.4.2 Producción Pecuaria**

La actividad pecuaria es una actividad complementaria a la agricultura, donde la crianza de especies menores es la más representativa principalmente para el autoconsumo y en pequeña escala para la venta, regularmente se crían cuyes, aves y conejos mientras que en menores proporciones ovinas, porcinas y bovinas

#### **5.4.3 Comercialización**

La producción agrícola de la parroquia destinada al comercio tiene como destino la ciudad de Ambato (mercado mayorista) (lunes, miércoles, jueves, viernes y domingos), mientras que los días sábados y martes se comercializan en el principal mercado de Pelileo.

En la actualidad la parroquia no cuenta con un sitio destinado a la realización de ferias locales, tampoco existen locales comerciales, en la parroquia existen en su mayoría tiendas pequeñas que ofrecen principalmente productos de primera necesidad.

La industria manufacturera en pequeña proporción es la segunda actividad económica más importante en la parroquia realizada por hombres y mujeres. (GADPR CHIQUICHA, 2015).

## **6 PLAN POR LÍNEAS TEMÁTICAS**

A continuación se describen las líneas temáticas y las respectivas recomendaciones para la gestión de la lucha contra la desertificación y degradación. Se presenta un listado de programas, proyectos e iniciativas la cual detallaremos a continuación

### **6.1 Línea temática 1: Plan de Mitigación**

Para la implementación de medidas de mitigación para la deforestación y degradación se propone alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Validar y socializar el Plan de Mitigación formulado.
- b) Armonizar políticas públicas y visión de desarrollo respecto a los ecosistemas forestales para evitar la deforestación del bosque.
- c) Elaborar un marco institucional que regule y articule un sistema de medición, reporte y verificación de los cambios de uso de suelo en los bosques, y la tecnología requerida para el sistema de monitoreo de la deforestación.
- d) Establecer las líneas base de deforestación de la zona de estudio.
- e) Concertar con los diversos sectores para eliminar ‘incentivos perversos’ que induzcan o promuevan la deforestación o degradación de ecosistemas forestales.
- f) Establecer mecanismos de financiamiento innovadores para fomentar esquemas en el marco de planes integrales de desarrollo sostenible.
- g) Conservar las áreas con vegetación natural.

Considerando que las principales causas de la deforestación son la agricultura migratoria y la ganadería; la apertura de trochas, carreteras o vías de penetración, las medidas de mitigación propuestas son las siguientes:

- ✓ Programa Conservación de Bosques
- ✓ Programa Conservación de fauna y flora
- ✓ Proyecto de Reforestación y Conservación de la Vegetación Natural
- ✓ Programa de Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua
- ✓ Programa de Residuos Sólidos

## **6.2 Línea temática 2: Plan de Adaptación**

Ecuador es un país altamente vulnerable al cambio climático, por actividades humanas productivas y agrícolas, por lo cual la necesidad de implementar acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad y a la aplicación de medidas efectivas y sostenibles de adaptación al cambio climático.

Las medidas de adaptación propuestas para la lucha contra la desertificación y degradación contienen algunos objetivos que les damos a conocer a continuación:

- a. Programas diseñados para apoyar alternativas de prevención a la tala extensiva del bosque.
- b. Inversión en restauración o conservación de la infraestructura ecológica.
- c. Zonificación agroecológica.
- d. Introducción de variedades altamente productivas.
- e. Determinar un método de control biológico viable para aplicarlo en la zona.

## **6.3 Línea Temática 3: Plan de acción**

El PAND es una herramienta para la planificación permanente del combate a la desertificación en el Ecuador sirve de insumo y a la vez se ajustará a la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible.

- a) Promover el desarrollo y la implantación de sistemas de planificación integrales a nivel regional (provincial) para el uso sostenible de los recursos naturales en las áreas susceptibles y/o afectadas por la desertificación.
- b) Conocer científica y sistemáticamente el proceso de desertificación en el Ecuador; tanto sus causas antrópicas como naturales. Desarrollar una red Nacional de información sobre desertificación.
- c) Educación y Comunicación Sensibilizar a las altas esferas del gobierno sobre la lucha contra la desertificación para su consideración en políticas nacionales.
- d) Concientizar a la población en general sobre la necesidad de conservar y manejar sustentablemente los recursos naturales.
- e) Legislación Contar con un marco legal armonizado y completo que apoye efectivamente la lucha contra la desertificación

## 7 PROGRAMAS A DESARROLLARSE

### 7.1 Programas de Mitigación

Programa Conservación de Bosques	
<b>Descripción General</b>	El Gobierno crea en el 2008 el Programa “Socio Bosque” cuyo objetivo principal es la conservación de bosques y páramos nativos en todos los rincones de la patria. Con estas consideraciones, se elabora este programa que busca conservar el área de bosques en el cerro Nitón como una contribución a la mitigación frente a la lucha contra la desertificación y degradación. ((MAE))
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Al conservar los bosques como una contribución a la mitigación frente a la lucha contra la desertificación buscamos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impulsar la gestión sostenible e integrada de bosques</li> <li>✓ Promover el desarrollo de sistemas productivos sostenibles.</li> <li>✓ Promover incentivos para la conservación de bosques.</li> </ul>
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Delimitación de bosques y monitoreo de su uso sostenible.</li> <li>✓ Implementación de sistemas productivos.</li> <li>✓ Fortalecimiento de capacidades para la gestión de bosques</li> <li>✓ Monitoreo del programa.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 1800 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

<b>Programa Conservación de fauna y flora</b>	
<b>Descripción General</b>	El programa busca disminuir la expansión de la frontera agrícola así como a la entrada de la tala ilegal indiscriminada; enfatizando la conservación de la fauna y la flora como una tarea fundamental para la mitigación. Actualmente, se ha puesto énfasis en crear proyectos o programas que impulsan la conservación sostenible de los recursos naturales comunes, promoviendo la cooperación para la gestión coordinada para un beneficio común.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Al conservar los bosques como una contribución a la mitigación frente a la lucha contra la desertificación buscamos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impulsar la gestión sostenible e integrada de bosques.</li> <li>✓ Promover el desarrollo de sistemas productivos sostenibles.</li> <li>✓ Promover incentivos para la conservación de bosques.</li> </ul>
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Delimitación de bosques y monitoreo de su uso sostenible.</li> <li>✓ Implementación de sistemas productivos.</li> <li>✓ Fortalecimiento de capacidades para la gestión de bosques</li> <li>✓ Monitoreo del programa.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 500 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

Proyecto de Reforestación y Conservación de la Vegetación Natural	
<b>Descripción General</b>	<p>El programa busca que los pobladores de la parroquia conformen comités locales forestales, (MINAM, 2010) los cuales tendrán como rol principal gestionar el manejo forestal en la comunidad que incluye la vigilancia y el combate a los incendios forestales y la tala de las especies arbóreas.</p> <p>La producción de leña y carbón vegetal estas han degradado su estructura y potencial de regeneración, por lo que el ecosistema ha disminuido drásticamente su productividad.</p>
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Conservar las áreas con vegetación natural con el fin de garantizar la conservación de flora y fauna silvestre de la zona
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Motivar y concientizar a la población sobre la conservación de la</li> <li>✓ Vegetación natural.</li> <li>✓ Capacitar a la población sobre la importancia de la conservación de la Vegetación natural.</li> <li>✓ Lograr un compromiso entre comunidades e instituciones involucradas</li> <li>✓ para apoyar la protección, conservación y restauración de la vegetación</li> <li>✓ Natural.</li> <li>✓ Reforestar con especies nativas, en las áreas degradadas y con pendientes fuertes</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 1 600 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

Programa de Protección y Mejoramiento de la Calidad del Agua	
<b>Descripción General</b>	Las actividades tanto agrícolas como diarias que realizan que los agricultores como aplicación de productos químicos, lavado de equipos y la acumulación de desechos sólidos causan alteraciones a la calidad del agua. Esto se vuelve más preocupante cuando esta se usa para el riego y en actividades domésticas, por lo que es necesario controlar las fuentes de contaminación. Este proyecto tiene como propósito realizar actividades protección y mejoramiento ambiental que promueva el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	✓ Localizar las fuentes de contaminación y controlar la eliminación de desechos sólidos y el derrame de agroquímicos en los cuerpos de agua.
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacitación a los agricultores sobre los peligros para la salud, por el mal manejo de agroquímicos y desechos sólidos.</li> <li>✓ Identificar las fuentes de contaminación del recurso agua</li> <li>✓ Capacitar a los miembros de las Juntas de agua en mantenimiento de los sistemas de captación, distribución de agua, y medición de caudales.</li> <li>✓ Capacitar a los agricultores sobre la utilización correcta de los sistemas de</li> <li>✓ Riego para optimizar su aprovechamiento.</li> <li>✓ Mejorar infraestructura de distribución del agua de riego para optimizar su aprovechamiento.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 400 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

<b>Programa de Residuos Sólidos</b>	
<b>Descripción General</b>	<p>Se plantea el desarrollo de sistemas de gestión de residuos sólidos en zonas prioritarias de la parroquia, con el fin de implementar una gestión integral de los residuos sólidos, concienciado a los pobladores de la zona el gran impacto negativo que da como resultado al no tratar de manera correcta los desechos sólidos. El incremento poblacional, así como el aumento de la producción y del consumismo, la producción de desechos sólidos aumenta cada día, tanto a nivel global y regional. La generación excesiva de basura y su inadecuado manejo tienen el potencial de contaminar el suelo, el aire y el agua, afectando el ambiente en que vivimos y provocando considerables problemas de salud a los pobladores.</p>
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Lograr una adecuada gestión integral de los residuos sólidos.
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de residuos sólidos per cápita a través de educación ambiental y participación ciudadana.</li> <li>✓ Mejor calidad y cobertura de los servicios de residuos sólidos (recolección selectiva, recuperación, reutilización y reciclaje de los residuos).</li> <li>✓ Valorización de la materia orgánica de los residuos sólidos (a través del compostaje).</li> <li>✓ Disposición segura, sanitaria y ambientalmente aceptable de los residuos sólidos no aprovechados o inservibles.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 600 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

## 7.2 Programas de Adaptación

<b>Programa de Agricultura Sostenible</b>	
<b>Descripción General</b>	En las actividades agrícolas que desarrollan los moradores de la parroquia Chiquicha, el uso descontrolado de agroquímicos es muy común, contaminando de forma agresiva el ambiente y en especial los recursos agua y suelo. Existe erosión de los suelos agrícolas debido a la disminución de la capacidad del suelo para retener agua y mantener su potencial productivo así como una pérdida considerable del contenido de materia orgánica teniendo como resultado suelos pobres. Con este programa se pretende dar a conocer alternativas de producción agrícola, mejorando el nivel de vida y a la vez ayudando a protección del medio ambiente a través de la implementación.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Promover técnicas y prácticas conservacionistas que permitan el desarrollo de una agricultura sostenible, de alta producción y productividad con el menor impacto ambiental. Reducir los niveles de contaminación de suelos y aguas, debido al uso indiscriminado de agroquímicos.
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Organizar un taller participativo para dar a conocer sobre ECA's.</li> <li>✓ Formación de una Escuela de Campo (ECA).</li> <li>✓ Campo (ECA). Talleres periódicos de revisión y avance del plan.</li> <li>✓ Capacitar a los agricultores sobre el Manejo integral de plagas.</li> <li>✓ Determinar un método de control biológico viable para aplicarlo en la zona.</li> <li>✓ Aplicar el método de control biológico en parcelas piloto.</li> <li>✓ Realizar la difusión de los resultados obtenidos.</li> <li>✓ Formar promotores comunitarios para escuelas de campo</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 2 800 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

<b>Programa Rescate de Cultivos Locales</b>	
<b>Descripción General</b>	<p>El conocimiento que tienen los pobladores sobre las propiedades medicinales y poderes curativos de varias especies de plantas que se encuentran en estado silvestre en el área de estudio. Por otra parte, existen variedades de productos agrícolas que en algunos casos están siendo substituidos con variedades mejoradas, y en otros están desapareciendo por la baja rentabilidad que representa cultivarlos. La ejecución de este proyecto procura rescatar el conocimiento ancestral de nuestros mayores, a los que se puede añadir nuevas prácticas agroecológicas. Por lo que mediante la promoción de las propiedades medicinales de las plantas y recuperación de las variedades agrícolas locales contribuiremos la preservación y el mantenimiento de la vegetación natural y a la diversidad genética en el área de estudio.</p>
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Promover el cultivo de estas variedades y especies para diversificar la producción del área agrícola.
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un taller participativo para la identificación especies medicinales, variedades agrícolas locales y sus métodos de cultivo.</li> <li>✓ Elaborar y distribuir una guía de las especies medicinales y variedades agrícolas locales.</li> <li>✓ Impulsar el cultivo y comercialización de estos productos.</li> <li>✓ Identificar familias interesadas en la implementación de parcelas agrícolas.</li> <li>✓ Apoyar para la implementación de las parcelas agrícolas.</li> <li>✓ Realizar el seguimiento de la evolución de las parcelas agrícolas.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 600 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

### 7.3 Medidas de Acción

	<b>Programa de Acción</b>
<b>Descripción General</b>	<p>El Ministerio del Ambiente, a través de la Subsecretaría de Cambio Climático, ejecutó el Programa de Acción Nacional para la Lucha contra la Desertificación, Degradación de la Tierra y Sequía (PAND) Con estas acciones el Ministerio del Ambiente ha logrado la recuperación de suelos, el manejo sustentable del agua, la reforestación, hemos mejorado la sostenibilidad en zonas desérticas y contribuido a mejorar la calidad de vida de varias familias” El objetivo del programa fue rehabilitar las tierras que han sido degradadas por causa de la deforestación, erosión, quemas, pastoreo excesivo en áreas frágiles, así como prácticas agrícolas insostenibles, entre otros factores</p>
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Promover el desarrollo y la implantación de sistemas de planificación integrales para el uso sostenible de los recursos naturales en las áreas susceptibles y/o afectadas por la desertificación.
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un taller de preparación del plan</li> <li>✓ Seleccionar punto focal técnico</li> <li>✓ Definir compromisos institucionales y mecanismos de coordinación</li> <li>✓ Inventariar proyectos y actividades en ejecución</li> <li>✓ Realizar un taller regional de discusión de un primer borrador</li> <li>✓ Talleres periódicos de revisión y avance del plan.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 200 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

	<b>Programa de Ciencia y Tecnología</b>
<b>Descripción General</b>	El uso de la tecnología en la actualidad es muy importante para el estudio de procesos y fenómenos naturales, que mejor que poderlos aprovechar para identificar los niveles de desertificación y degradación en el cerro nitón parroquia Chiquicha, hoy en día contamos con una gran variedad de sistemas de monitoreo y software que ayudaran a estudiar todo este tipo de procesos naturales.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Conocer científica y sistemáticamente el proceso de desertificación en el Ecuador; tanto sus causas antrópicas como naturales
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un taller para definición de una metodología única nacional para el diagnóstico actual y el monitoreo de la desertificación.</li> <li>✓ Realizar el diagnóstico de la situación actual.</li> <li>✓ Poner en marcha el sistema de Monitoreo.</li> <li>✓ Realizar un inventario de las entidades y las personas que investigan sobre desertificación.</li> <li>✓ Definir los mecanismos de comunicación.</li> <li>✓ Establecer una base de datos sobre desertificación.</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$200 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

	<b>Programa de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos</b>
<b>Descripción General</b>	<p>El propósito de este programa parte de un sistema de valores basados en la relación sociedad ambiente donde se pretende lograr un equilibrio al momento de utilizar los recursos naturales buscando la conservación ambiental, donde el usar deja de ser sinónimo de dañar. Sin embargo, para llegar a este equilibrio, se necesita del conocimiento y desarrollo de la ciencia y tecnología. El uso, desarrollo y protección de los recursos naturales permite a las personas y comunidades proveerse de bienestar social, económico y cultural en beneficio de su salud y seguridad manteniendo el compromiso de protección.</p>
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Concientizar a la población en general sobre la necesidad de conservar y manejar sustentablemente los recursos naturales
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar material informativo específico para las autoridades y pobladores de la parroquia</li> <li>✓ Sensibilizar a las altas esferas del gobierno parroquial sobre la lucha contra la desertificación para su consideración en políticas nacionales Realizar una campaña de concientización para evitar la contaminación del agua y los suelos</li> <li>✓ Realizar una campaña de concientización sobre la desertificación, causas, efectos y como combatirla</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 200 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

<b>Programa de Legislación.</b>	
<b>Descripción General</b>	Este programa busca la aplicación y el cumplimiento de los objetivos y prioridades de la política ambiental que van a formar parte de la estrategia de la Comunidad a favor de la lucha contra la desertificación y la degradación. La aplicación es el proceso mediante el cual las autoridades administrativas y ambientales de la parroquia harán que lo regulado se cumplan.
<b>Ámbito de aplicación</b>	Parroquia Chiquicha
<b>Objetivo General</b>	Contar con un marco legal armonizado y completo que apoye efectivamente la lucha contra la desertificación
<b>Resultados estimados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recopilar, analizar y proponer las modificaciones necesarias para armonizar las leyes relacionadas a la desertificación: agua, suelo, forestal, biodiversidad</li> <li>✓ Desarrollar el marco legal para la conservación y el manejo sustentable del suelo</li> <li>✓ Preparar el marco legal para su aplicación</li> <li>✓ Preparar propuesta de marco legal para formalización de "asociaciones institucionalizadas" para planificación/ejecución de PAND</li> </ul>
<b>Monto Presupuestado</b>	\$ 100 Financiado por la Fundación M.A.R.CO
<b>Actores Clave</b>	Junta parroquial Chiquicha

## BIBLIOGRAFÍA

1. **GADPR CHIQUICHA.** *Actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Chiquicha.* DIGIPREDIOS S. A. Pelileo 2015.
2. **FUNDACIÓN SACHA.** *Plan de manejo ambiental,* [En línea]. Quito-Ecuador . 2013. pp.40-65, [Consulta: 22 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://reservasprivadasecuador.com/?reqp=1&reqr=nzcdYaEvLaE5pv5jLabhpaN=>
3. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC).** *Población y demografía* [En línea]. Quito- Ecuador, 2011[Consulta: 30 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
4. **MINISTERIO DEL AMBIENTE (MAE).** Quito-Ecuador. *Programa socio bosque.* [En línea] 2015 [Consulta: 19 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-socio-bosque/>
5. **MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERÚ (MINAM).** *Plan De Acción De Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático.* [En línea] Lima-Perú, 2010. p.58. [Consulta: 19 de junio de 2016]. Disponible en: [http://thereddesk.org/sites/default/files/plan\\_de\\_accion\\_de\\_adaptacion\\_y\\_mitigacion\\_frente\\_al\\_cambio\\_climatico.pdf](http://thereddesk.org/sites/default/files/plan_de_accion_de_adaptacion_y_mitigacion_frente_al_cambio_climatico.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO A. ENCUESTA LÍNEA BASE

Nombre: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Idioma: \_\_\_\_\_

Ciudad/ Cantón: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

#### 1.-INFORMACIÓN GENERAL

NIVEL DE INSTRUCCIÓN				PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONÓMICA					
Ninguna	Primaria	Secundaria	Superior	Q.Q.D.D	Mig. Int	Mig. Ext	Agricultura	Ganadería	Servicios

##### 1. Uso del suelo:

Habitacional _____	Agrícola _____	Construcción _____	Uso múltiple _____	Otros _____
--------------------	----------------	--------------------	--------------------	-------------

##### 2. Cultivos que desarrolla:

Hortalizas	
Frutales	
Plantas medicinales	

**3. Tipo de suelo:**

Arcilloso	1
Franco arenoso	2
Franco limoso	3
Limoso	4
Negro	5

**4. Estado productivo del Suelo.**

Bueno _____	Regular _____	Malo _____
-------------	---------------	------------

**5. Tenencia de la tierra.**

Propietario _____	En trámite _____	Invasión _____	Cuidado _____
-------------------	------------------	----------------	---------------

**6. Problemas de Producción.**

Suelos pobres	
Falta de Asistencia Técnica	
Falta de mercado	
Plagas y enfermedades	
Suelos degradados	

**7. Conoce usted sobre la degradación del suelo**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**8. Cree usted que la falta de agua lluvia es una de las causas de la degradación del suelo.**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**9. Considera usted que el calentamiento global acelera el proceso de degradación del suelo.**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**10. Usted considera que los cambios bruscos en el clima tienen influencia en el proceso de degradación.**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**11. Cree usted que el riego a favor de la pendiente acelera el proceso de degradación del suelo**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**12. Cree usted que es una buena práctica la quema de rastrojos y tala de bosques.**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**13. Considera usted que el sobre pastoreo es uno de los causales de la degradación del suelo**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**14. Cuál considera usted que ha sido el principal problema de la pérdida de la cobertura vegetal.**

Arar en sentido de la pendiente	
Falta de rotación de cultivos	
Uso excesivo de plaguicidas	

**15. El uso indiscriminado de plaguicidas qué efectos genera sobre el suelo**

Altos niveles de sales	
Daño en los microorganismos del suelo	
Incremento en los procesos erosivos del suelo	

**16. Cuáles son las principales causas de la erosión del suelo**

Deficiente cobertura vegetal del suelo	
El agua	
El viento	

**17. Cuáles de estas técnicas considera usted que se deberían aplicar para mejorar la cobertura del suelo**

Protección vegetal	
Cortinas de viento	
Cobertura de suelo con pastos nativos	
Rotación de los cultivos	
Cultivos asociados	

**18. Por qué cree usted que se produce la erosión hídrica en el suelo**

Por el uso de prácticas agrícolas inadecuadas	
Por el agua lluvia	
Por la topografía del terreno	

**19. Por qué tipo de erosión cree que su suelo fue afectado**

Erosión hídrica	
Erosión eólica	

Erosión acelerada	
Erosión geológica / natural	

**20. Considera usted que en el cerro Nitón existe una tala indiscriminada de árboles.**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**21. Ha recibido capacitación y asistencia técnica en temas relacionados a la degradación y deforestación del suelo**

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_

**22. Estaría usted dispuesto a colaborar con las actividades a realizarse para la recuperación del suelo**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**23. Qué cultivos nativos considera usted que se podrían sembrar para la recuperación de la cubierta vegetal.**

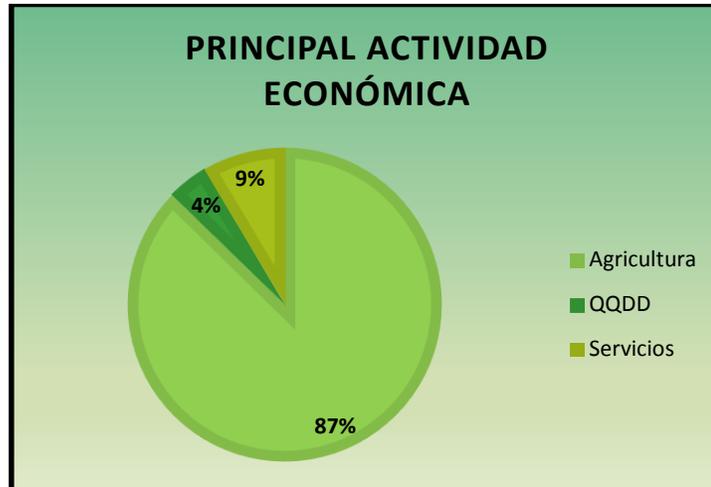
Avena	
Vicia	
Chocho	
Gramma de oveja	
Otros	

\_\_\_\_\_  
Firma del encuestado

C.I.

## ANEXO B. TABULACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### ✓ Principal actividad económica



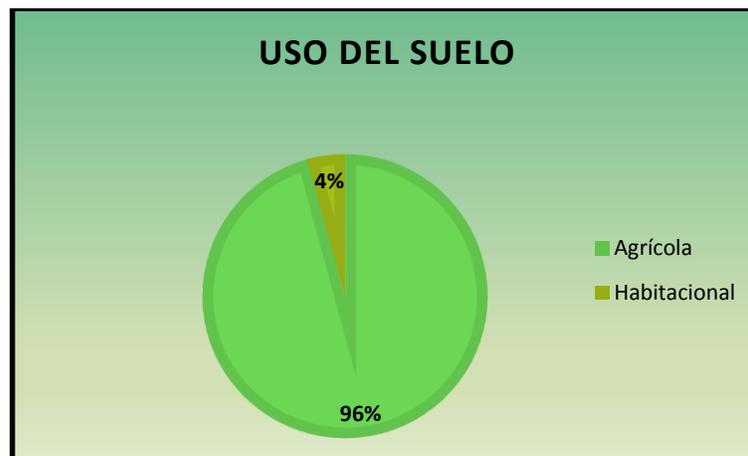
**Gráfico 1.** Actividad principal.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Las personas dedican el 87 % a las actividades agrícolas en sus predios, un 9% se dedican a los servicios y un 4% a los quehaceres domésticos.

## PRODUCCIÓN

### ✓ Uso Del Suelo



**Gráfico 2.** Uso del suelo.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

En la parroquia Chiquicha zona principal de influencia del cerro nitón el 96% del suelo está destinado para uso agrícola y un 4% es utilizado solamente para uso habitacional.

➤ **Cultivos que Desarrollan**



**Gráfico 3.** Cultivo que desarrollan.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De acuerdo a la información receptada por parte de los entrevistados se puede decir que uno de los principales productos que se desarrolla en la zona son hortalizas con un 52%, el 47% son frutales, y un porcentaje menor del 1% se desarrolla plantas medicinales.

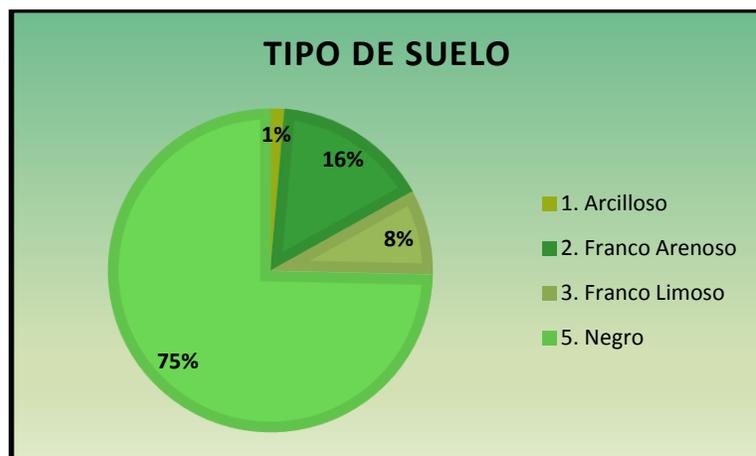
➤ **Tenencia de la tierra**



**Gráfico 4.** Tenencia de la tierra.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De los entrevistados el 85% es propietario Y el 11% en lo que respecta a la tenencia de las tierras, la realidad local de los habitantes se expresa en que existen lotizaciones que están solamente al cuidado, un 4% de los encuestados sus tierras están en trámite.

➤ **Tipo de suelo**

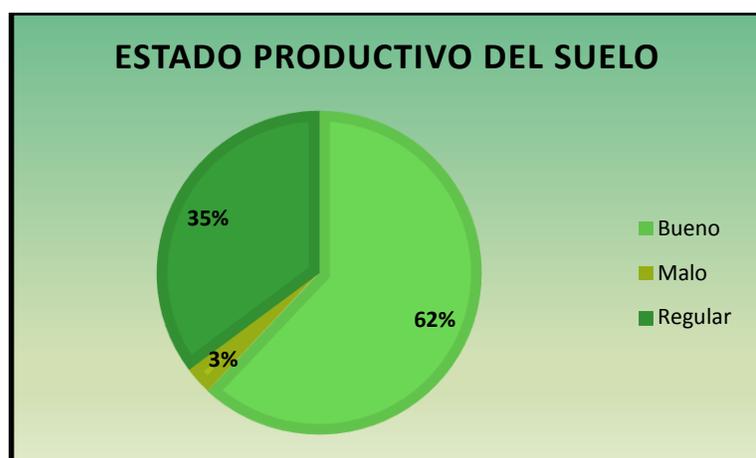


**Gráfico 5.** Tipo de suelo.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De acuerdo a la información receptada por parte de los entrevistados se puede decir que el tipo de suelo en la parroquia Chiquicha un 75% es negro el cual los habitantes de la zona consideran un suelo bueno para la agricultura, el 16% franco arenoso, y un porcentaje menor del 8% franco limoso.

➤ **Estado productivo del suelo.**



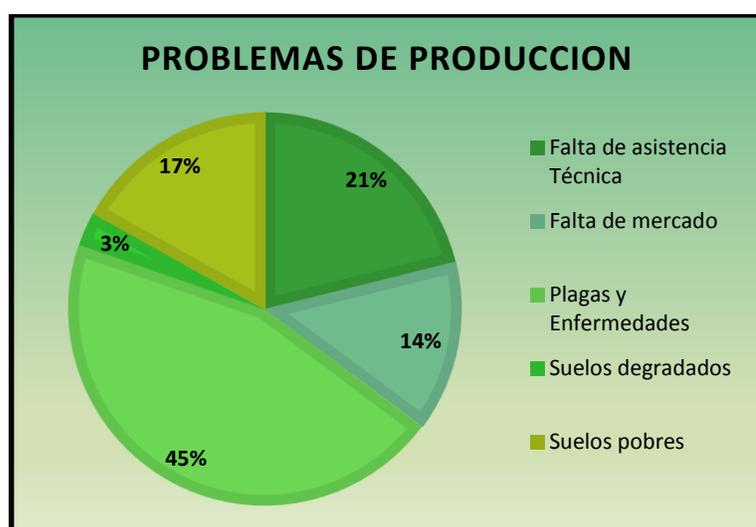
**Gráfico 6.** Estado productivo del suelo.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

La mayoría de los productores es decir el 62% de encuestados mencionó que el estado productivo de su suelo es bueno y como resultado de esto presentan productos de muy buena calidad, en cambio 35% manifestó que su suelo se encuentra en estado regular, mientras que un 3% manifestó que el estado productivo de su suelo se encuentra en mal estado.

Cabe recalcar que el estado productivo del suelo se ve afectado por el uso excesivo de pesticidas y las malas prácticas agrícolas.

➤ **Problemas de producción.**

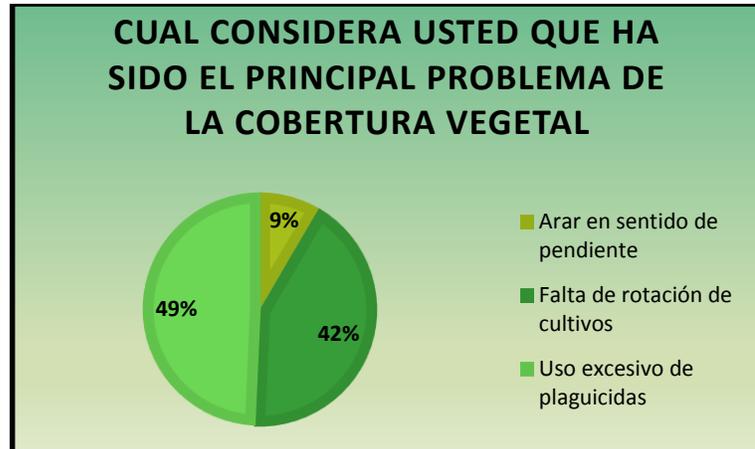


**Gráfico 7.** Problemas de producción.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De acuerdo a la pregunta formulada en problemas de producción el 86% de la comunidad supo manifestar que las plagas y enfermedades es uno de los principales problemas que enfrentan en el transcurso de la producción, el 21% manifestó que la falta de asistencia técnica influye mucho al momento de la producción, el 17% menciona que sus suelos son pobres en nutrientes afectado de manera considerable su producción, el 14% de los encuestados manifiesta que la falta de mercado es un problema que todo agricultor presenta, mientras que en una cifra menor del 3% los encuestados manifiestan que sus suelos se encuentran degradados.

## COBERTURA VEGETAL

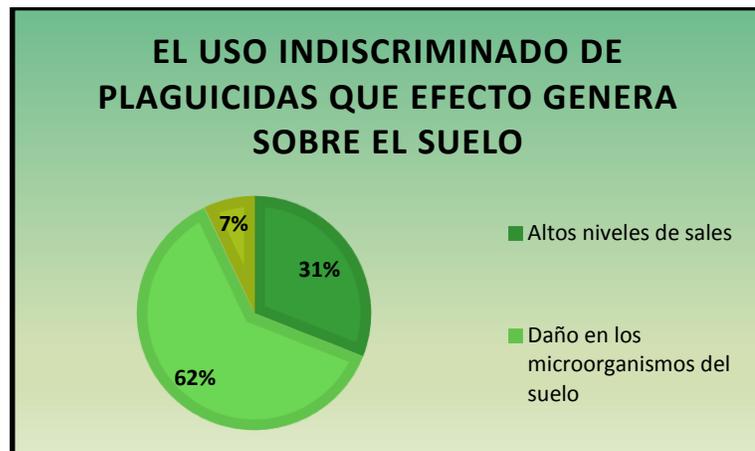
- **Cual considera usted que ha sido el principal problema de la pérdida de la cobertura vegetal**



**Gráfico 8.** Principal problema de la pérdida de la cobertura vegetal.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El 49 % de las personas entrevistadas cree que el uso excesivo de pesticidas es uno de los principales problemas para la pérdida de la cobertura del suelo un 42% manifiesta que la falta de rotación de cultivos también afecta la pérdida de la cobertura del suelo mientras que un 9% cree que arar en sentido de la pendiente provoca la pérdida de la cobertura.

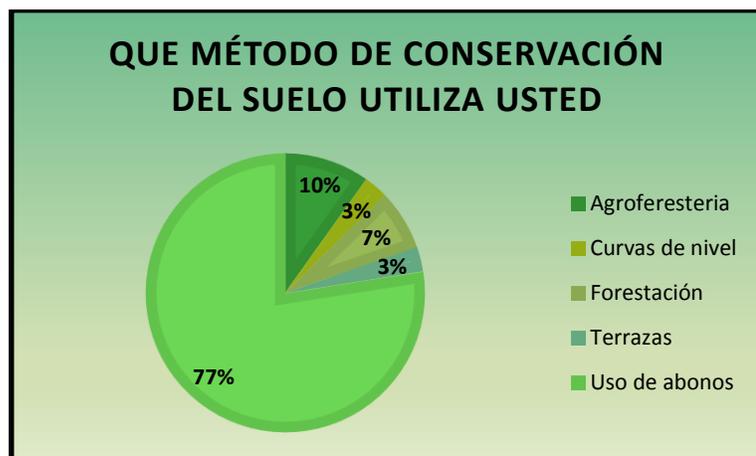
- **El uso indiscriminado de plaguicidas que efecto genera sobre el suelo.**



**Gráfico 9.** El uso indiscriminado de plaguicidas que efecto genera sobre el suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El 62 % de las personas entrevistadas manifiestan que el uso indiscriminado de plaguicidas afecta a los microorganismos del suelo, el 31% opina que los altos niveles de sales se debe a los plaguicidas y el 7% cree que el uso de los mismos produce un incremento en los procesos erosivos del suelo.

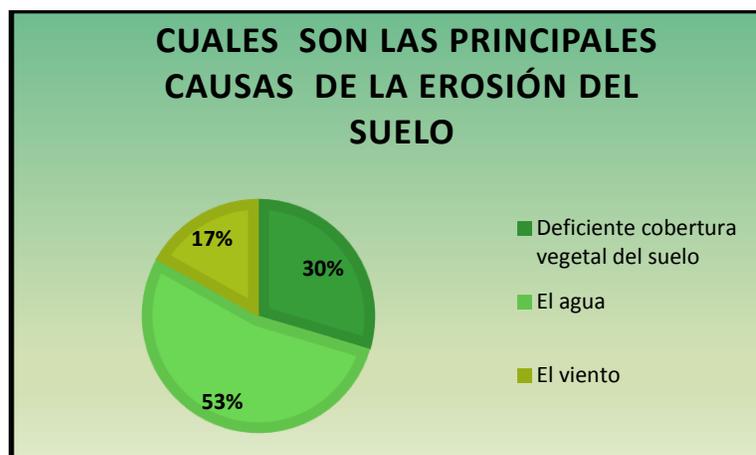
➤ **Que método de conservación del suelo utiliza usted**



**Gráfico 10.** Que método de conservación del suelo utiliza usted.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Acerca de los métodos utilizados para la conservación del suelo el 77 % de los encuestados manifiesta que utilizan abonos, un 10% realiza Agroforestería, mientras que un 7% se encamina a la forestación cabe mencionar que los encuestados tiene un pensamiento errado sobre la forestación con especies como el pino y eucalipto desconociendo los efectos negativos de los mismos sobre el suelo, mientras que un 3% realizan terrazas y curvas de nivel.

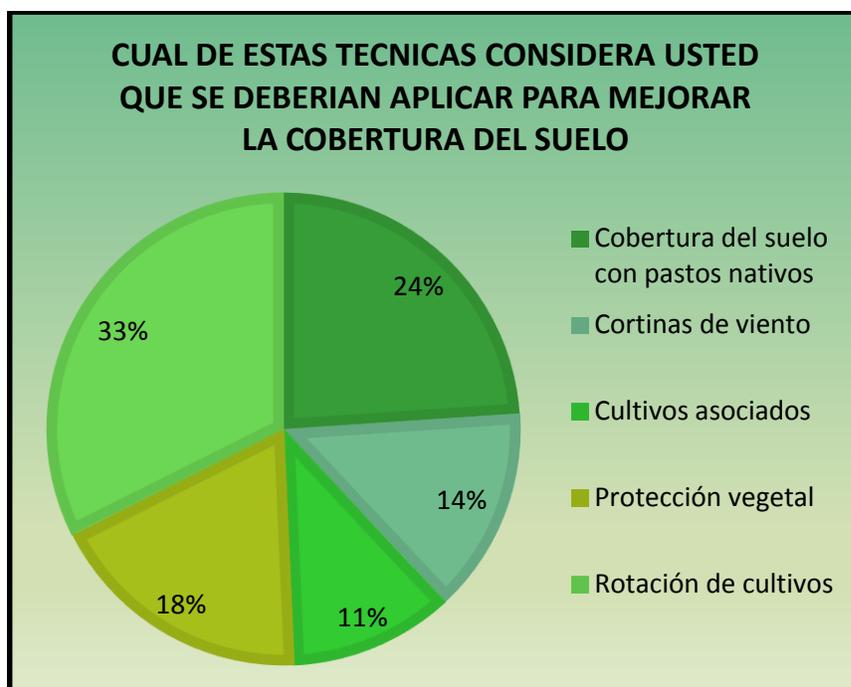
➤ **Cuáles son las principales causas de la erosión del suelo**



**Gráfico 11.** Cuáles son las principales causas de la erosión del suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De los entrevistados el 85% opina que el agua es la principal causa de la erosión del suelo acarreado gran cantidad de material de un lado a otro, un 30% opina que una deficiente cobertura vegetal acelera el proceso de erosión mientras que el 17% opina que el viento ocasiona la erosión en el suelo.

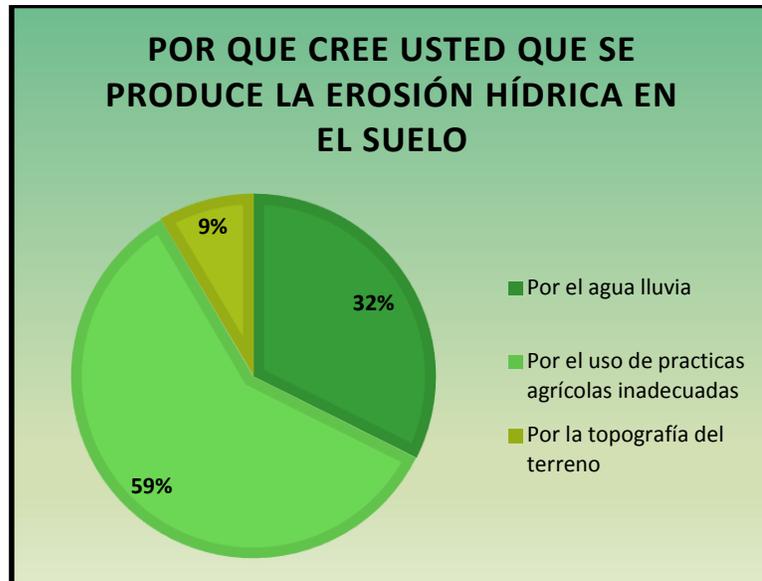
- **Cuáles de estas técnicas considera usted que se deberían aplicar para mejorar la cobertura del suelo.**



**Gráfico 12.** Técnicas para mejorar la cobertura del suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Acerca de las técnicas que aplicarían para mejorar la cobertura del suelo un 33% opina que la rotación de cultivos es la más apropiada, mientras que un 24% opina que la cobertura del suelo con pastos nativos es una técnica recomendada, el 18% cree que la protección vegetal es importante para mejorar la cobertura, mientras que un 14% opina que las cortinas de viento son de gran ayuda y el 11% manifiesta que los cultivos asociados ayudara a mejorar la cobertura del suelo.

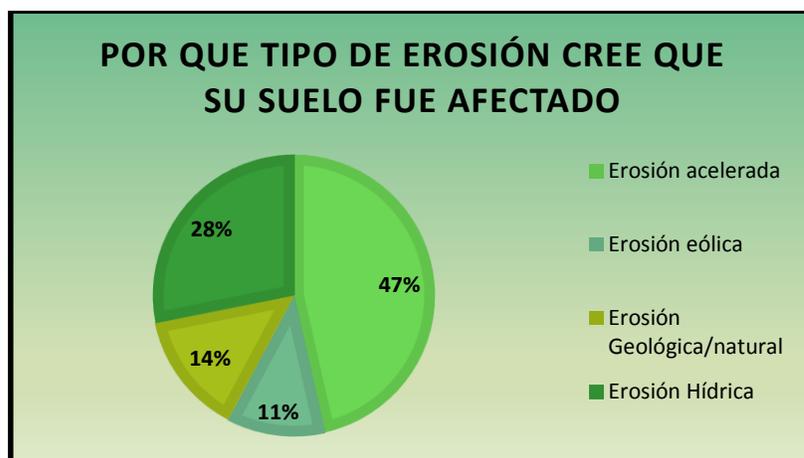
➤ **Por qué cree que se produce la erosión hídrica en el suelo**



**Gráfico 13.** Porque cree que se produce la erosión hídrica en el suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El 59% de los encuestados cree que las prácticas agrícolas inadecuadas aceleran los proceso de erosión, mientras que un 32% opina que el agua lluvia y un 9% opina que es por la topografía del terreno.

➤ **Por qué tipo de erosión cree que su suelo fue afectado.**



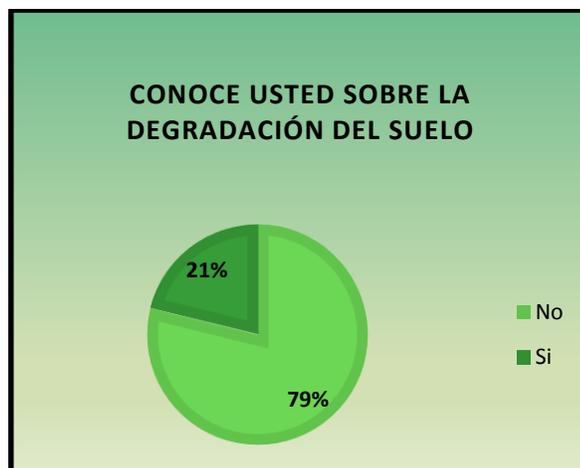
**Gráfico 14.** Porque tipo de erosión cree que su suelo fue afectado.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De acuerdo a la pregunta formulada en cuanto al tipo de erosión que afecta al suelo 47% opina que es por causa de la erosión acelerada cuando hablamos de esta nos referimos aquella ocasionada por

las malas prácticas agrícolas, un 28 % opina q es por casusa de la erosión hídrica, mientras que el 14 % cree que es por causa de la erosión geológica o natural y con un 11% los encuetados opinan que la erosión eólica afecta a su suelo.

## DEGRADACIÓN DEL SUELO

### ➤ Conoce usted sobre la degradación del suelo



**Gráfico 15.** Conoce Usted sobre la degradación del suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas entrevistadas el 79% manifiesta no conocer sobre la degradación del suelo, mientras que el 21 % manifestó si conocer o tener algún conocimiento acerca del tema aunque de una manera muy vaga o casi nula.

### ➤ Cree usted que la falta de agua lluvia es una de las causas de la degradación del suelo



**Gráfico 16.** La falta de agua lluvia es una causa de la degradación del suelo

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Un 75% de las personas entrevista nos manifestó que sí que el agua lluvia es una de las causas de la degradación del suelo una vez que fue explicado el concepto de degradación en cuanto un 25% señalo que esta no sería la principal causa.

- **Considera usted que el calentamiento global acelera los procesos de degradación del suelo**

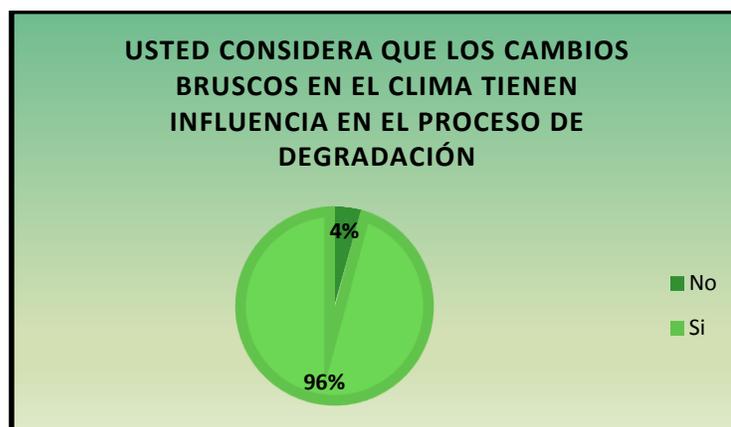


**Gráfico 17.** Falta de agua lluvia es una de las causas de la degradación del suelo.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas entrevistadas el 96% considera que el calentamiento global acelera los procesos de degradación del suelo y un 4 % manifestó que no consideraban que el calentamiento global acelere los procesos de degradación del suelo.

- **Usted considera que los cambios bruscos en el clima tienen influencia en el proceso de degradación**



**Gráfico 18.** Cambios bruscos en el clima influyen en el proceso de degradación.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas entrevistadas un 96% consideran que los cambios bruscos en el clima tienen una influencia en el proceso de degradación manifestando que ya no saben cuándo va a llover debido al cambio repentino del clima lo que genera problemas al momento de cultivar en cuanto un 4% consideran que no se genera mayor daño en la producción mucho menos en el estado del suelo.

- Cree usted que el riego a favor de la pendiente acelera el proceso de degradación el suelo



**Gráfico 19.** Riego a favor de la pendiente acelera el proceso de degradación

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El 82% de las personas entrevistadas cree que el riego a favor de la pendiente sí acelera el proceso de degradación del suelo debido a que el mismo pierde su productividad en cuanto un 18% cree que no precisamente se genera degradación por este tipo de riego.

- Cree usted que es una buena práctica la quema de rastrojos y la tala de bosques



**Gráfico 20.** Es una buena práctica la quema de rastrojos y la tala de bosques

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas entrevistadas un 87% manifiesta que es una mala práctica la quema de rastrojos y la tala de bosques puesto que estas malas prácticas aceleran la destrucción del suelo en cuanto un 13% señalo que es necesario hacer esto debido a que necesitan más áreas de cultivo

- **Considera usted que el sobre pastoreo es uno de los causales de la degradación del suelo**



**Gráfico 21.** El sobre pastoreo es uno de los causales de la degradación  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Un 66% de las personas entrevistadas considera que el sobrepastoreo es una de las causas de la degradación del suelo además señalan que reduce la utilidad, y la productividad del mismo en cuanto un 34% dice que no consideran que el sobrepastoreo genera algún tipo de daño al suelo.

## CERRO NITÓN

- **Considera usted que en el cerro nitón existe una tala indiscriminada de arboles**



**Gráfico 22.** En el cerro nitón existe una tala indiscriminada de árboles.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Un 61% de las personas encuestadas considera que sí que se produce una tala indiscriminada de árboles en el cerro Nitón en cambio un 39% de las personas encuestadas dice que no precisamente se produce una tala indiscriminada de árboles sino algo controlado o que no han visto que pase eso.

- **Cree que la introducción de especies forestales exóticas ha acelerado el proceso de degradación del suelo**



**Gráfico 23.** Las especies forestales exóticas aceleran el proceso de degradación  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas encuestadas un 76% cree que al introducir especies forestales exóticas como por ejemplo el pino y el eucalipto se ha generado un proceso de degradación en el suelo en cambio un 24% dice que no consideran que dichas especies generen algún tipo de daño más bien ellos consideran que se ha mejorado el suelo con dichas especies.

- **Ha recibido capacitación y asistencia técnica en temas relacionados a la degradación y deforestación del suelo**



**Gráfico 24.** Asistencia técnica en degradación y deforestación del suelo.  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

El 79% de las personas encuetadas dijo que no había recibido capacitación y asistencia técnica en temas relacionados a la degradación y deforestación del suelo en cuanto el 21% dijo que si había tenido ciertas capacitaciones realizadas por el MAGAP respecto a temas relacionados con la degradación del suelo.

- **Estaría usted dispuesto a colaborar con las actividades a realizarse para la recuperación del suelo**

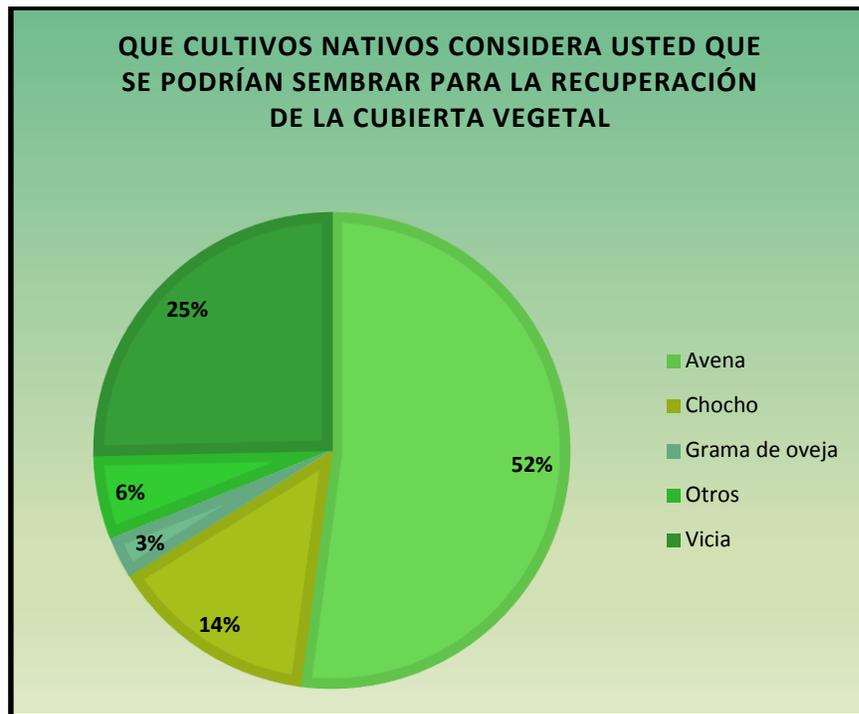


**Gráfico 25.** Actividades a realizarse para la recuperación del suelo.

Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

De las personas encuestadas un 94% señalaron que estarían prestos a colaborar con las actividades a realizarse para la recuperación del suelo en cambio un 6 % dijo que no podían colaborar debido a que no cuentan con el tiempo suficiente o la edad se los impedía.

- **Que cultivos nativos considera usted que se podrían sembrar para la recuperación de la cubierta vegetal**



**Gráfico 26.** Cultivos nativos para la recuperación de la cubierta vegetal  
Realizado por: Rivera Fernanda & Silva Carla, 2015.

Dentro de los cultivos que se podrían sembrar para la recuperación de la cubierta vegetal las personas encuestadas manifiestan que en un 52% se podría plantar avena, un 25% dice que el mejor cultivo nativo sería la vicia, un 14% sugiera el chocho como cultivo a plantarse, un 6% considera que otros cultivos serían los esenciales para la recuperación de la cubierta vegetal como por ejemplo el diluyo mientras que el 3% cree que sería mejor cultivar grama de oveja de esta manera se podrá recuperar la cubierta vegetal y al mismo tiempo será una forma de prevenir la erosión del suelo, además de conservar su fertilidad.