



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MAGISTER EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TEMA: “ANÁLISIS DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO CAUSADO  
POR LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI DURANTE EL  
PERÍODO 2010 – 2017 Y PROPUESTA DE UN MODELO DE  
INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA,  
CANTÓN LATACUNGA”.**

**AUTOR: ING. CHANCUSIG REA, FRANKLIN DAVID**

**DIRECTOR: MSc. BASANTES MORALES, EMILIO RODRIGO.**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “ANÁLISIS DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO CAUSADO POR LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI DURANTE EL PERÍODO 2010 – 2017 Y PROPUESTA DE UN MODELO DE INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA, CANTÓN LATACUNGA” fue realizado por el señor **CHANCUSIG REA, FRANKLIN DAVID** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 07 de junio de 2019

Firma:

MSc. Basantes Morales Emilio Rodrigo

C.C.: 1704709797



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Chancusig Rea, Franklin David** con cédula de identidad N° 0502296312 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO CAUSADO POR LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI DURANTE EL PERÍODO 2010 – 2017 Y PROPUESTA DE UN MODELO DE INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA, CANTÓN LATACUNGA”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecido por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 07 de junio de 2019

Firma:

  
.....  
**Chancusig Rea Franklin David**

C.C.: 0502296312



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Chancusig Rea, Franklin David**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO CAUSADO POR LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI DURANTE EL PERÍODO 2010 – 2017 Y PROPUESTA DE UN MODELO DE INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA, CANTÓN LATACUNGA”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 07 de junio de 2019

Firma:

  
.....  
Chancusig Rea Franklin David

C.C.: 0502296312

## **DEDICATORIA**

A mi esposa,

Desde hace 17 años deje de ser, para empezar a ser para ti, conseguir éxito profesional cualquiera, conseguir títulos académicos grandilocuentes cualquiera, tu esposa mía, eres mi mayor éxito y mi mayor bendición, eres tú con quien quiero estar hoy, mañana y siempre, quiero que sepas que no importa lo grande o pequeño de nuestro hogar, soy feliz al pensar que me falta mucho por caminar a tu lado.

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más difíciles, siempre has tenido una frase de aliento acompañada de abrazo cariñoso, tú y mis hijos son la razón de que me levante cada día, son mi motivación.

Gracias por darme la familia que tenemos y hacerme sentir un padre y esposo exitoso.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios, por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a ellos por apoyarme en cada decisión y proyecto que emprendido.

Agradezco de manera especial a mi director de Tesis Ing. Basantes Emilio sin su apoyo no hubiese sido posible la culminación de este trabajo, su profesionalismo, capacidad y conocimiento científico fueron fundamentales, gracias por haberme tenido toda la paciencia del mundo y sobre todo por su calidad de ser humano y don de gente.

Mi agradecimiento también va dirigido al Ing. Rendón Alberto, distinguido amigo y profesional, ten por seguro que tus valiosos consejos a lo largo de este trabajo me animaron a seguir adelante.

Por último, también quiero agradecer a todas las personas anónimas que me apoyaron en la realización de esta tesis, así como también a las personas que no lo hicieron, con ello entendí, hoy más que nunca que la vida está llena de obstáculos a los que hay que sortear, al final estos obstáculos me hicieron más placentero la culminación de este trabajo de tesis, sobre todo a usted.

Gracias Totales.

## RESUMEN

Guaytacama es una de las trece parroquias rural que constituyen el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, cubre una área de 20 km<sup>2</sup> de tierras planas con una altura media de menos de 3.000 m.s.n.m y alrededor de 2.750 ha de tierra cultivable. El cambio de uso del suelo y cobertura vegetal, genera degradación del suelo proveniente del mal manejo de los recursos naturales, lo que conduce a un desmedro en la economía local, menor rendimiento de cultivos, desmotivación en las labores agrícolas y emigración de la población por falta de plazas de trabajo. La importancia del estudio radica en determinar la ocupación actual del suelo, con lo cual se puede formular una propuesta de intervención sostenible y económicamente eficiente. El brócoli en Cotopaxi, constituye uno de los dos cultivos más importantes junto a las rosas para exportación, son fuente de ingreso de divisas por exportaciones y fuentes de trabajo en la provincia. Se detectó que en 2010 existían 225 ha con brócoli, en tanto que; para el año 2018 se registraron 335 ha; representado el 12.18% de la superficie cultivable. El cambio de uso del suelo ha implicado que exista menor superficie para el cultivo de pastos y un mayor uso del brócoli. Durante el periodo 2010 – 2017 las variaciones de precipitación mensual para cada año altamente variables con un coeficiente de variación 35.19 y siendo el año más lluvioso el 2012 y el menos lluvioso el 2017 con 512mm. La zona presenta condiciones favorables para los cultivos de chocho, papa, fréjol, quinua, amaranto.

Palabras clave:

- **RURAL**
- **BRÓCOLI**
- **SOCIOECONOMÍA**
- **SUELO**
- **SOSTENIBLE**

## **ABSTRACT**

Guaytacama is one of the thirteen rural parishes that constitute the canton Latacunga, province of Cotopaxi, covers an area of 20 km<sup>2</sup> of flat land with an average height of less than 3,000 m.a.s.l. and around 2,750 ha of arable land. The change in land use and vegetation cover, generates land degradation due to mismanagement of natural resources, which leads to a detriment in the local economy, lower yields of crops, demotivation in agricultural work and emigration of the population by lack of work places. The importance of the study lies in determining the current land occupation, with which a proposal for sustainable and economically efficient intervention can be formulated.

Broccoli in Cotopaxi, is one of the two most important crops together with roses for export, are a source of foreign exchange income for exports and sources of work in the province. It was detected that in 2010 there were 225 ha with broccoli, whereas; for the year 2018, 335 ha were registered; represented 12.18% of the arable land. The change in land use has meant that there is less area for pasture cultivation and greater use of broccoli. During the period 2010 - 2017 the variations of monthly precipitation for each year highly variable with a coefficient of variation 35.19 and being the wettest year in 2012 and the least rainy in 2017 with 512mm. The area has favorable conditions for the crops of chocho, potato, beans, quinoa, amaranth.

Key words

- **RURAL**
- **BROCCOLI**
- **SOCIOECONOMY**
- **SOIL**
- **SUSTAINABLE**

## TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
CAPÍTULO 1 .....	1
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema de investigación .....	5
1.3. Descripción del Problema.....	7
1.4. Preguntas de investigación .....	9
1.4.1. ¿Qué se requiere investigar? .....	9
1.4.2. En qué medida? .....	9
1.4.3. ¿Cómo?.....	9
1.4.4. ¿Cuándo y dónde? .....	9
1.4.5. ¿Por qué?.....	9
1.5. Justificación e importancia .....	10
1.6. Objetivos.....	11
1.6.1. Objetivo general .....	11

1.6.2. Objetivos específicos.....	11
1.6.3. Hipótesis.....	12
CAPÍTULO 2 .....	13
MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Importancia del cultivo de brócoli.....	26
2.2. Detección de cambios de cobertura con imágenes satelitales .....	28
2.3. Estudio Multitemporal .....	30
2.4. Sistema de Información Geográfica (SIG). .....	31
2.5. Georreferenciación .....	31
2.6. Datum .....	32
2.7. El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator, (UTM).....	32
2.8. Imágenes satelitales. ....	32
2.9. Formato digital .....	33
2.10. Píxeles de tamaño fijo.....	34
2.11. Bandas Espectrales.....	35
2.12. Ortofoto.....	35
CAPÍTULO 3 .....	37
MATERIALES Y MÉTODOS .....	37
3.1. Localización geográfica del tema y área de influencia.....	37
3.2. Metodología de investigación, recolección y procesamiento de la información.....	37
3.2.1. Variables e indicadores de la investigación. ....	37
3.2.2. Evaluación de resultados y validación .....	39
3.2.3. Tipo y nivel de la investigación .....	40
3.2.4. Método y diseño de la investigación .....	40

3.2.5. Población y muestra de la investigación .....	41
CAPÍTULO 4 .....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Análisis de ocupación del suelo.....	43
4.2. Cobertura y uso de suelo. ....	45
4.3. Zonas de vida de la parroquia de Guaytacama. ....	48
4.4. Tipos de clima de la parroquia de Guaytacama.....	50
4.5. Profundidad de los suelos de la parroquia de Guaytacama. ....	51
4.6. Uso de suelo agrícola en la parroquia de Guaytacama. ....	53
4.7. Isoyetas. ....	54
4.8. Isotermas.....	57
4.9. Pendientes.....	61
4.10. Taxonomía de suelos.....	62
4.11. Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017 .....	63
4.12. Precipitación promedio mensual período 2010 – 2017.....	65
4.13. Análisis de suelo 2012 - 2019 Hacienda Nintanga .....	70
4.14. Propuesta.....	77
4.15. Socializaciones.....	85
CAPÍTULO 5 .....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Cultivos predominantes en los años 2010 y 2017</i> .....	44
<b>Tabla 2</b> <i>Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017</i> .....	64
<b>Tabla 3</b> <i>Precipitación promedio mensual período 2010 – 2017</i> .....	66
<b>Tabla 4</b> <i>Cultivos más adecuados para la parroquia Guaytacama</i> .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Árbol de problemas, que se han identificado para esta investigación</i> .....	8
<b>Figura 2.</b> <i>Mapa político de la provincia de Cotopaxi</i> .....	43
<b>Figura 3.</b> <i>Mapa de cobertura y uso de suelo de la parroquia Guaytacama 2010</i> .....	46
<b>Figura 4.</b> <i>Mapa de cobertura y uso de suelo de la parroquia Guaytacama 2017</i> .....	48
<b>Figura 5.</b> <i>Mapa de zonas de vida de la parroquia Guaytacama</i> .....	49
<b>Figura 6.</b> <i>Mapa de tipos de clima de la parroquia Guaytacama</i> .....	51
<b>Figura 7.</b> <i>Mapa de profundidad de suelos de la parroquia Guaytacama</i> .....	53
<b>Figura 8.</b> <i>Mapa de uso de suelos de la parroquia Guaytacama</i> .....	54
<b>Figura 9.</b> <i>Precipitaciones promedio 2010 en la parroquia Guaytacama</i> .....	55
<b>Figura 10.</b> <i>Precipitaciones promedio del año 2017 en la parroquia Guaytacama</i> .....	55
<b>Figura 11.</b> <i>Mapa de isoyetas de la parroquia Guaytacama</i> .....	57
<b>Figura 12.</b> <i>Temperatura máxima, mínima y promedio de la parroquia Guaytacama</i> .....	58
<b>Figura 13.</b> <i>Temperatura máxima, mínima y promedio de la parroquia Guaytacama, año 2017</i> ...	59
<b>Figura 14.</b> <i>Mapa de isotermas de la parroquia Guaytacama</i> .....	60
<b>Figura 15.</b> <i>Mapa de pendientes de suelos la parroquia Guaytacama</i> .....	62

<b>Figura 16.</b> Mapa de taxonomía de suelos la parroquia Guaytacama.....	63
<b>Figura 17.</b> Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017 .....	65
<b>Figura 18.</b> Fuente: INAHMI (2019).....	67
<b>Figura 19.</b> Calicata para determinar horizontes de suelo. ....	69
<b>Figura 20.</b> Niveles de NH <sub>4</sub> , P y S en los años 2012 y 2019 de la Hcda Nintangá. ....	72
<b>Figura 21.</b> Niveles de P, Ca, y Mg en los años 2012 y 2019 de la Hacienda Nintangá. ....	74
<b>Figura 22.</b> Niveles de Zn, Cu, Fe, Mn y B en los años 2012 y 2019 de la Hacienda Nintangá. ...	75
<b>Figura 23.</b> Niveles de pH y Materia Orgánica 2012 y 2019 Hacienda Nintangá.....	77
<b>Figura 24.</b> Zonificación de cultivos en la parroquia Guaytacama.....	80
<b>Figura 25.</b> Reunión de trabajo y presentación, GAD Parroquial de Guaytacama.....	86
<b>Figura 26.</b> Reunión con los presidentes de los barrios de parroquia Guaytacama. ....	87

## CAPÍTULO 1

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1.1. Antecedentes

La parroquia Guaytacama se encuentra en la Provincia de Cotopaxi, a 12 km del cantón Latacunga, con una superficie aproximada de 27 km<sup>2</sup>, compuesta de suelos arenosos y franco arenosos lo cual tiene como características de fertilidad con altos contenidos de nutrientes como calcio, nitratos y magnesio, aptos para cultivos que alcanzan alta productividad, sus límites son: las parroquias de Toacaso, San Juan de Pastocalle, Mulaló, Tanicuchí, Aláquez, Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo y Joseguango Bajo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2011).

La parroquia cuenta con muchos sitios que pueden ser de mucho interés para visitar, tanto turísticos como religiosos, los barrios de Guaytacama son: Centro, Cevallos, Yanashpa, Pupaná Norte, Pupaná Sur, Santa Ana, La Floresta, Guamaní Narváez, Cuicuno, 12 de Octubre, Pilacoto, La Libertad, San Sebastián, Santa Inés, El Calvario (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2011)

En la Parroquia de Guaytacama existieron grandes haciendas lecheras. Una de esas fue la hacienda del Sr. Enrique Gangotena, que en el año 1919 realizó la importación de la primera maquinaria para la fábrica de elaboración de mantequilla y quesos denominada "Guaytacama".

Estas haciendas podían comercializar fácilmente los subproductos lácteos por su cercanía a las líneas del ferrocarril Quito-Guayaquil (Yumbla, 2011)

En la década de los años noventa la hacienda de la familia Gangotena se subdivide en cuatro haciendas. Actualmente se destaca la empresa productora de brócoli Nintanga y la procesadora Provefrut. En sus inicios, los cultivos de pastos los cambiaron por el de espárragos, pero con el paso del tiempo y por la poca adaptación de este cultivo en la zona, se inició el cultivo de brócoli.

Este sector de Cotopaxi, es influenciada directa e indirectamente por el nivel de expansión del cultivo de brócol, en el Ecuador se encuentra grandes extensiones de cultivo de brócoli, pero su producción está concentrada en la zona centro del país, siendo Cotopaxi la provincia con mayor producción; estudios realizados en el 2018 aseguran que este cultivo cubre una área 2.718 ha aproximadamente, destacando que los últimos 10 años es donde este cultivo ha repuntado en cuanto a su área de producción. Actualmente en la provincia de Cotopaxi la primera fuente de divisas agroindustriales son las flores, en segundo lugar, el cultivo de brócoli, ambas son las principales generadoras de fuentes de trabajo de manera directa e indirecta. (Rendón, 2018).

La parroquia de Guaytacama en décadas pasadas se constituía en su mayor parte por grandes haciendas, que han sido disueltas con el paso del tiempo, para luego dar lugar al establecimiento de nuevos barrios o comunidades como La Floresta, Cuicuno, Pupana y San Sebastián, el aumento poblacional propicio con el tiempo que dichos barrios se vuelvan a dividir en 14 más, estos son dirigidos o administrados por presidentes barriales; los que son elegidos mediante asamblea, como ejemplo de estos fraccionamientos podemos mencionar que la comunidad de San Sebastián se

dividió en dos más pequeños dando lugar a la conformación de los barrios Santa Inés y La Libertad (Yumbra, 2011).

La parroquia es netamente agrícola y se hace imprescindible tener información actual sobre el uso del suelo, sus cultivos tradicionales e intensivos como es el caso del brócoli que ha venido expandiéndose en la zona. El brócoli como monocultivo está rezagando a los cultivos ancestrales existentes en el cantón Latacunga y como una de las consecuencias de los monocultivos el suelo se va deteriorando, aunque por otro lado ha generado empleo en forma directa e indirecta para los habitantes de la zona. De ahí que es necesario conocer el uso actual del suelo y como este ha ido cambiando en el período de los años 2010 al 2017, mediante el empleo de las herramientas tecnológicas actuales tales como los Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita analizar ¿Cuáles son los cultivos de mayor extensión en la parroquia?, ¿Cuál es la extensión de los cultivos ancestrales?, y ¿Cómo se ha ido cambiando la cobertura vegetal del suelo?, y al mismo tiempo ¿Cómo se ha ido expandiendo los sistemas de producción mediante el monocultivo? enfocándose especialmente en las empresas agroindustriales del brócoli.

El Ecuador se encuentra ubicado en un sitio privilegiado dentro de la zona interandina, aquí podemos encontrar características edafoclimáticas ideales para diferentes cultivos andinos, los índices de radiación y deltas térmicos (cambios de temperatura), que se presenta en esta zonas, hacen que ciertos cultivos como el brócoli, brécol, bróculi (*Brassica oleracea* L. var italica), aprovechen estas condiciones a su favor, produciendo pellas de un verdor característico e inconfundible, a diferencia de lo que se produce en otro países del planeta, Cotopaxi sin duda es una de las mayores beneficiadas de estas condiciones, así como también las provincias de Imbabura, Chimborazo y Pichincha (Le Gall, 2009).

Las excelentes características nutricionales, los altos rendimientos de producción y por ende la gran oferta laboral que genera la producción y poscosecha de este cultivo, han hecho que la producción de este cultivo cada vez vaya en aumento. En el año 2000 se realizó en el Ecuador el III Censo Agropecuario Nacional, donde se afirma que en ese entonces la superficie cultivada de brócoli fue de 3,359 ha., el rendimiento promedio por hectárea fue de 14.6 t/ha, llegando a tener una producción de 50000 toneladas a nivel de todo el país. (SINAGAP, 2013)

La producción del brócoli en el Ecuador, ha demostrado una dinámica de crecimiento continuo en los últimos años; constituyéndose como un producto estrella, dentro de los rubros no tradicionales para la exportación por parte del Ecuador.

El brócoli no es la verdura favorita en los hogares ecuatorianos, sin embargo sus beneficios nutricional y por ende los beneficios en la salud de las personas que lo consumen son bastante claros, estas y muchas más razones han hecho que este cultivo este considerado en la provincia de Cotopaxi y principalmente en el Cantón Latacunga como uno de los cultivos más importantes: Europa, Asia y el norte de América son los principales mercados del brócoli, sus cualidades anticancerígenas y nutricionales son muy apreciadas en estos lugares del planeta, razón por la cual con el paso del tiempo se ha ido posicionando en la dieta de estas personas.

- La globalización también ha provocado cambios y nuevas tendencias en la alimentación a nivel mundial, la búsqueda de alimentos cada vez más nutritivos y sanos, ha hecho que en la actualidad se requiera mayores volúmenes de producción con fines de exportación y consumo interno, siendo la exportación el principal objetivo de estas empresas.
- La exportación que se realiza de este producto a diferentes mercados extranjeros, reportan al Ecuador y específicamente a la provincia de Cotopaxi, altos réditos económicos,

solamente superada por la exportación de rosas, lo que ha generado plazas de trabajo e ingresos de divisas.

- La generación de empleo de manera directa o indirecta, hacen que este cultivo sea uno de los más apreciados a la hora de invertir en agricultura, dentro de los principales empleos generados por este tipo de cultivos esta los directos: cosecha, pos cosecha y área administrativa; indirectos: proveedores de insumos agrícolas, venta de subproductos del brócoli, etc.
- Las condiciones climáticas del centro del país y en especial las de Cotopaxi, nos ayudan significativamente a tener un producto de alta calidad, la inflorescencia también conocida como pellas, adquiere colores verdes más intensos y de mejor tamaño, lo que hace que este producto sea cada vez más apetecido tanto por mercados internacionales como nacionales (Rendón, 2018).

## **1.2. Planteamiento del problema de investigación**

El Gobierno Nacional desde hace varios años ha venido promoviendo el desarrollo de programas y proyectos que reactiven y fortalezcan la producción de cultivos propios de cada zona, iniciativa que no ha logrado cumplir con su principal propósito que es garantizar que los ecuatorianos tengan acceso permanente de alimentos sanos y culturalmente apropiados, esto se debe a la falta de información relacionada a las necesidades hídricas, nutricionales, adaptación a las condiciones climáticas y manejo de cultivos, lo que permitan tomar decisiones a las autoridades pertinentes. La falta de motivación de los habitantes por cultivar productos propios de la zona debido a la baja rentabilidad ha hecho que cada vez la parroquia de Guaytacama vea como una alternativa en el cultivo de brócoli para reemplazar los cultivos tradicionales.

Según Rendón (2018), desde hace aproximadamente dos décadas nuestra provincia se ha transformado en la principal productora de brócoli abarcando el 68% de la producción del país, existe actualmente una área aproximada de 5500 hectáreas dedicadas al cultivo de brócoli en el Ecuador, el restante el 32%, está distribuido entre Pichincha, Imbabura, Carchi y Chimborazo, con el 16%, 11%, 3% y 2%, respetivamente.

Si bien es cierto el cultivo de brócoli hace que junto con el cultivo de rosas sean las principales fuentes de ingresos de manera directa o indirecta en el sector. Hay que tomar en cuenta que todas estas actividades también tienen repercusiones negativas sobre el medio ambiente y específicamente en el suelo, los que son degradados por el uso irracional de los recursos naturales.

Las proyecciones de uso del suelo nos ayudan a explorar, de manera técnica las posibles causas que generan los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo, pudiendo de esta manera desarrollar proyectos de intervención, buscando siempre el desarrollo sustentable de los territorios. El problema se ve agravado debido a que los dueños de las tierras que sobreviven en niveles de pobreza, con frecuencia se ven obligados a repartir a sus descendientes sus pequeñas tierras, agudizando cada vez más el problema del escaso tamaño de las parcelas, desembocando casi de manera dramática la migración de los campesinos a las grandes ciudades (Guachamín , 2017).

La falta de información sobre el uso del suelo en la parroquia de Guaytacama, ha hecho que los campesinos se formulen preguntas como: cuándo, dónde y que cultivar en sus parcelas, el cultivo del brócoli ha ido desplazando a los cultivos primitivos o tradicionales de la zona a lo largo del período 2010 al 2017, la investigación será desarrollada con información digital existente en el MAG, la cual servirá para analizar los cambios de la cobertura vegetal ocurrida, los impactos que ha ocasionado y en qué forma sería restituida, ya que el suelo ha sido afectado por los impactos de

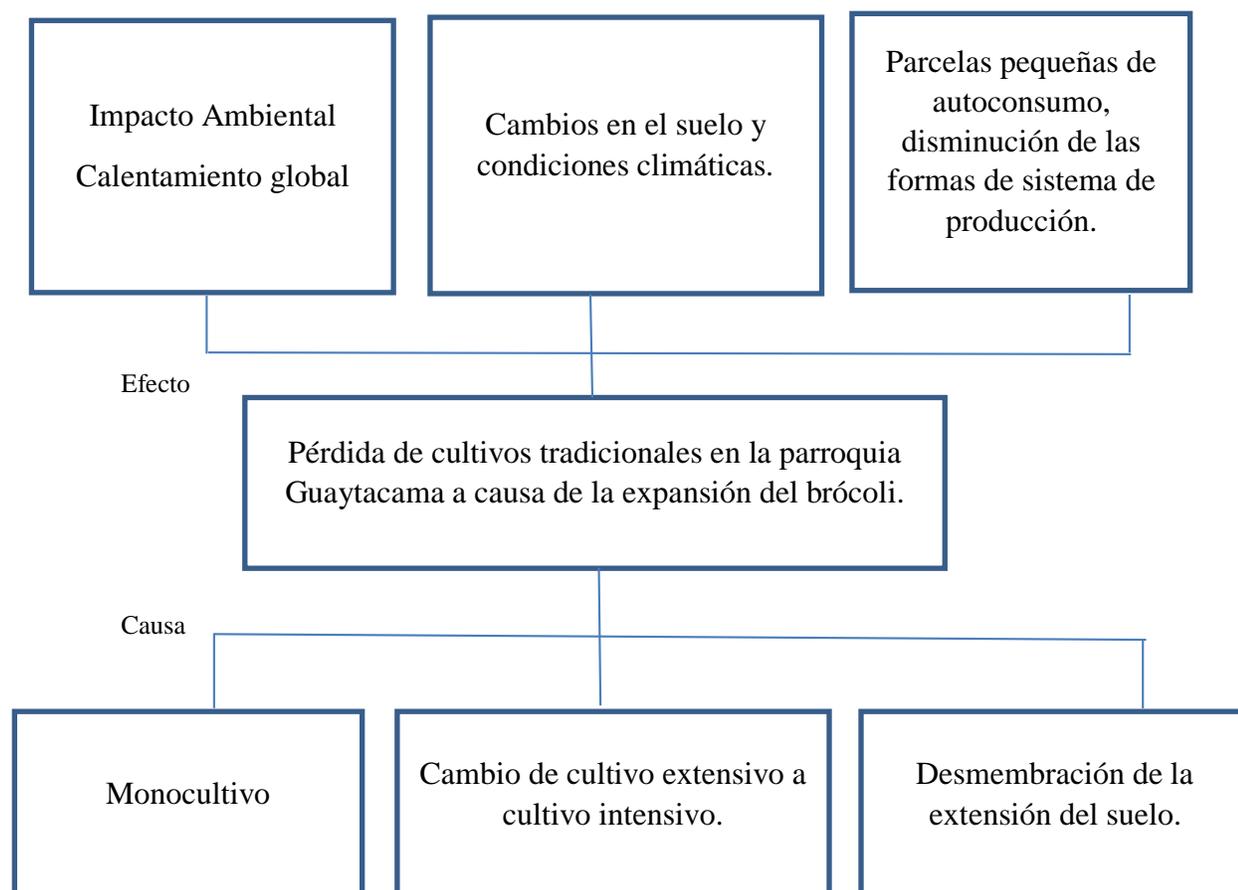
los monocultivos en detrimento de los sistemas tradicionales que eran los que predominaban en la década pasada.

### **1.3. Descripción del Problema**

El cambio de uso del suelo y cobertura vegetal planifica una tendiente a la conservación de la fertilidad del mismo, necesidad hídrica y nutricional del cultivo, genera degradación del suelo proveniente del mal manejo de los recursos naturales, salinidad y empobrecimiento de la capa arable, lo que conduce a un desmedro en la economía local, menor rendimiento de los cultivos, desmotivación en las labores agrícolas y por ende emigración de la población por falta de plazas de trabajo y menor generación de ingresos. Es importante recalcar que la parroquia se caracterizaba por el predominio de la agricultura familiar, mas hoy en día, por la falta de conocimiento de las variaciones climáticas, fertilidad del suelo, requerimientos nutricionales e hídricos de los cultivos, y en general de una propuesta orientadora para el manejo de cultivos, aptitud del suelo para los diferentes cultivos, épocas de siembra y acceso a mercados, con la finalidad de dar un buen uso del suelo, provocar mínimos impactos y generar mayor productividad e ingresos para los agricultores de la parroquia.

El brócoli representa para la parroquia de Guaytacama uno de los dos cultivos no tradicionales más importantes, generadores de empleo, pero a la vez son uno de los dos primeros responsables de la degradación de los suelos de la zona. Aunque se señala que la presencia de las florícolas ha acelerado los problemas de degradación de los suelos, debido al uso excesivo de agroquímicos, lo que conlleva a daños y contaminación de los recursos hídricos, suelo y medio ambientales. Los suelos de la parroquia tienen porcentajes muy bajos de materia orgánica, es por ello que los cultivos tradicionales han ido perdiendo espacio e importancia con el pasar de los años, esto ha provocado

que sean reemplazados por cultivos no tradicionales, los mismos que son manejados de una manera anti técnica abusando del en el manejo de insumos como fertilizantes, agroquímicos para los controles fitosanitarios, pero que con relación al cultivo de rosas los perjuicios al medio ambiente son menores (Rendón, 2018).



**Figura 1.** Árbol de problemas, que se han identificado para esta investigación

Con los antecedentes expuestos, es necesario conocer y analizar cómo ha ocurrido la expansión del cultivo de brócoli, la cobertura vegetal con la presencia de cultivos tradicionales, pasturas y otros, que serán analizados por los sistemas de información geográfica y caracterización del suelo,

que permitirá además realizar una propuesta de intervención sostenible para uso, manejo de los suelos y cultivos, de la parroquia Guaytacama.

#### **1.4. Preguntas de investigación**

##### **1.4.1. ¿Qué se requiere investigar?**

El presente estudio realiza un análisis del uso y cobertura del suelo causado por la expansión del cultivo de brócoli durante el período 2010 – 2017 y la propuesta de un modelo de intervención sostenible en la parroquia Guaytacama, Cantón Latacunga.

##### **1.4.2. En qué medida?**

La investigación se realizó a profundidad, además se establece los procesos más importantes de cambio de uso del suelo, por el monocultivo del brócoli.

##### **1.4.3. ¿Cómo?**

Mediante la elaboración de un análisis agrícola, social y económico del cambio de uso del suelo del monocultivo de brócoli en la parroquia Guaytacama.

##### **1.4.4. ¿Cuándo y dónde?**

Entre septiembre y diciembre del año 2018, en la parroquia Guaytacama, cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi – Ecuador.

##### **1.4.5. ¿Por qué?**

Se requiere conocer cuál es la superficie agrícola y pecuaria que ha cambiado desde el año 2010 al 2017, en la parroquia Guaytacama.

### **1.5. Justificación e importancia**

El cambio de uso del suelo agrícola por cultivos intensivos, motivan que exista menor superficie para los cultivos tradicionales, sumado a ello, el incremento de la población hace que se demande mayor cantidad de alimentos, por lo cual es necesario realizar un modelo de intervención sustentable, que permita en primer término garantizar la seguridad alimentaria de la parroquia y generación de excedentes para ingreso de capitales, que asegurarán un mejor porvenir para esta zona.

La generación de información técnica referente al uso y cambio de cobertura vegetal en el período 2010 al 2017, en la parroquia Guaytacama, contribuirá directamente para que la población de acuerdo a las condiciones agroclimáticas y sociales pueda dar uso al suelo y manejo de cultivos, cuidando satisfacer los requerimientos edafoclimáticas que necesitan cada cultivo, por lo que la información obtenida servirá de base para desarrollar un plan de manejo del suelo y cultivos adaptados a las condiciones de ese suelo. Pensando siempre en la sostenibilidad y sustentabilidad del agricultor de la zona. Al mismo tiempo que los cultivos empleados en forma tradicional e intensivos se seleccionen en base del conocimiento de las características del suelo, uso racional de los insumos a fin de causar el menor impacto en el sistema suelo-agua-planta, y así lograr mayores rendimientos que contribuyan a generar empleo, mayores beneficios para la empresa y agricultor de la zona.

Para el año 2011 existía alrededor 990 personas que trabajaban directamente en la planta procesadora de brócoli PROVEFRUT, constituyéndose en la primera empresa generadora de plazas de trabajo, esta empresa pertenece a un grupo de empresas pertenecientes a un mismo grupo

empresarial, en donde también destaca la empresa Nintanga, todas estas radicadas en la parroquia Guaytacama (Yumbla, 2011).

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Analizar el uso y cobertura del suelo causado por la expansión del cultivo de brócoli durante el período 2010 – 2017 y realizar una propuesta de un modelo de intervención sostenible para la parroquia Guaytacama.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características y la situación retrospectiva del cambio de uso de suelo agrícola a monocultivo de brócoli, mediante el análisis de sistemas de información geográfica.
- Determinar la aptitud del suelo de la parroquia en base a las variables climatológicas, isotermas e isoyetas.
- Caracterizar el suelo de la empresa Hcda. Nintanga, que es una de las mayores productoras de brócoli y describir el perfil del suelo, propiedades físicas, químicas y materia orgánica.
- Realizar una propuesta de intervención sostenible en base a las aptitudes del suelo y condiciones climáticas específicas de la parroquia.
- Difundir los resultados mediante transmisión de información con el GAD Parroquial.

### **1.6.3. Hipótesis**

Ho. La pérdida de los sistemas de producción tradicional y el impacto en el suelo no se verá afectada por la expansión del monocultivo del brócoli en la parroquia de Guaytacama.

Ha. La pérdida de los sistemas de producción tradicional y el impacto en el suelo se verá afectada por la expansión del monocultivo del brócoli en la parroquia de Guaytacama.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

Guaytacama, es una de las trece parroquias urbanas que constituyen el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. La parroquia cubre un área de 27 kilómetros cuadrados, de tierras planas con una altura media de menos de 3.000 msnm y con alrededor de 2661 ha de tierra cultivable. Su población era de 5.075 habitantes en 1950, para el año de 1962, existían 5.480, 5.669 habitantes en 1974, 5.686 en 1982 y para el año 2001 existieron 7475 habitantes, según el último censo de población y vivienda del Ecuador. Su clima está clasificado como templado andino, con temperaturas que varían entre 8 y 18 grados centígrados durante el día y con dos estaciones durante el año: de lluvias, de enero a julio y seca de este mes hasta diciembre (Pachano, 1985).

Guaytacama pertenece políticamente al cantón Latacunga, está ubicada a 12 km de la ciudad de Latacunga. Limita al norte con las parroquias Toacaso y Tanicuchí separada de la primera por la Colina llamada Yugsiloma. al sur limita con San Felipe y Poaló, separada de la primera por el río Pumacunchí, la quebrada Pucayacu y una zanja que deslinda los predios Rumipamba y La Calera hasta llegar al río Cutuchi, al oriente con el río Cutuchi que la separa de las parroquias Mulaló y Aláquez, al occidente con el Cantón Saquisilí, separándola de este, desde el norte el río Pumacunchi hasta el punto llamado Calicanto y desde aquí en camino público hasta la mitad de un ejido común llamado La Calzada que va a tomar los linderos de Poaló y termina en el mismo Pumacunchi (Guijarro, 2015).

La parroquia Guaytacama cuenta con una población de 7.475 habitantes, 3.739 hombres que representa el 5,4% a nivel cantonal, y 3.736 mujeres que representa el 5,0% a nivel del cantón. La tasa de crecimiento demográfico a nivel cantonal es de 1,84, y la tasa de crecimiento parroquial es de 0,86 con estos datos se concluye que la tasa de crecimiento parroquial es baja. La tasa de analfabetismo es de 15,27% para mayores de 15 años de edad siendo el 6,84% para hombres y el 23,32 % para las mujeres. La calidad de la educación se debe a la carencia de infraestructura, de servicios básicos, de material didáctico, de equipamiento tecnológico, profesores preparados, entre los factores más importantes, esto ha motivado que moradores del sector exijan a las autoridades de turno el apoyo necesario para llegar a tener una educación de calidad en la parroquia (Guijarro, 2015).

Otro sector de la población ha tenido que emigrar a distintos lugares del país, en busca de un futuro promisorio, la falta de fuentes de trabajo ha hecho que las personas del sector se vean obligados a emigrar a las grandes ciudades como Quito y Guayaquil, mientras que para las personas que se quedan, han tenido que sufrir los efectos de la globalización, afectando de manera directa a sus tradiciones y costumbres, lenguaje, vestimenta, etc., proyectando la imagen de un pueblo un pueblo emergente, buscando mejores condiciones de vida, todo este cambio se ha dado gracias en buena medida a las empresas que se han afincado en el sector.

El alcoholismo continúa siendo un problema socio-cultural más difícil de eliminar en estos sectores, siendo la pobreza un caldo de cultivo para este tipo de problemas. Los beneficios que ha traído este tipo de empresas a la zona de influencia es significativa, ya que hombres y mujeres son el motor de estas empresas, cabe destacar que no todas las empresas cumplen a cabalidad las

obligaciones, en muchos casos no se provee al trabajador con equipos de protección, exponiendo al trabajador a trastornos irreparables a la salud. (Gujarro, 2015).

Desde hace muchos años existe un problema grave, el cual se refiere al retaceo de la tierra, a pesar de esto, los campesinos siguen con la ardua labor de seguir cultivando sus parcelas, solo que con el inconveniente de que se sigue realizando monocultivos, como por ejemplo maíz, chocho, frejol y cebada, entre otros. El cultivo de pastizales es otra actividad que de alguna forma se ha mantenido he incluso ha crecido con el pasar de los años, contribuyendo directamente a la producción de leche, que sumado a lo que producen las haciendas del sector, representan cantidades y volúmenes altos, también la crianza de otro tipo de animales domésticos como las aves, cerdos y borregos, complementan la cadena alimenticia de la parroquia. Apreciable resulta las actividades realizadas por la hacienda Nintanga, la misma que posee 259 hectáreas, 210 de esta destinadas al cultivo de brócoli, alcanzando a producir 10 toneladas por hectárea, estos números de producción han hecho que esta empresa requiera por lo menos 247 plazas de trabajo en labores de campo y 310 plazas en la fábrica de procesamiento (Gujarro, 2015).

El crecimiento exagerado de la población en los últimos años y la expansión urbanística de las ciudades han comprometido a enormes superficies que antiguamente estaban cubiertas de manera abundante por cultivos y vegetación propia de cada zona. No existen dudas que este proceso continuará en las próximas décadas, por lo que se hace necesario pensar en cómo satisfacer las necesidades nutricionales de la población, por lo que se hace necesario producir alimentos a grandes escalas, este es el caso del brócoli, cultivo que ha incrementado su área de producción en los últimos años en la zona centro del Ecuador.

Las condiciones ecológicas y el fácil acceso (por la carretera panamericana E35 y por el ferrocarril) determinaron que muy tempranamente, esta zona sea incorporada a la producción nacional por medio de haciendas que ocupaban grandes extensiones (Arcos & Marchán, 1978). Estas unidades de producción se fueron orientando hacia la producción lechera, incorporando innovaciones tecnológicas y consecuentemente, modernizando sus sistemas productivos. Esto trajo como resultado el que muchas de ellas redujeran sustancialmente su tamaño, conservando las mejores tierras (planas, con riego y de calidad) y permitiendo la conformación de un extenso campesinado parcelario en sus alrededores (Guijarro, 2015).

A su vez, la modernización de las haciendas ha permitido el establecimiento de algunas industrias para el procesamiento de leche, las mismas que se asientan a lo largo de la carretera panamericana y que producen derivados lácteos como mantequilla, quesos, yogurt, crema y helados. También se han establecido empresas de procesamiento de carne vacuna para la elaboración de embutidos. Entre las primeras se encuentran tres empresas que se cuentan entre ellas las diez más grandes de su línea en el país: La Avelina, Indulac e Ilesa (Guijarro, 2015).

El proceso de transformación de las haciendas dio lugar a varios fenómenos en lo que respecta al campesinado. En primer lugar, se conformó un mercado de trabajo local que permitió la inserción de una parte de la mano de obra bajo formas salariales. En segundo lugar, se generó un campesinado parcelario que, para el momento actual, ocupa aproximadamente 2.000 hectáreas (Arcos & Marchán, 1978).

Por último, permitió la conformación de un mercado de productos a nivel local y articulado a una red que tiene como eje a la ciudad de Latacunga (Bromley, 1973). Por otra parte, la ruptura de las relaciones no capitalista que constituían la base de ese sistema de hacienda, significó la

posibilidad de que ese campesinado que se iba conformando accediera también al mercado de trabajo nacional, tanto en su forma urbana como en su expresión rural fuera de la zona. Esto generó procesos migratorios que anteriormente eran desconocidos y que en la actualidad tienen un peso fuerte en la parroquia.

Un resultado adicional de la disolución de las formas hacendarías fue el fortalecimiento de los asentamientos poblacionales concentrados, entre los cuales se destaca la cabecera parroquial, pero que incluye también otros poblados. Este aspecto, que es el que nos ocupa en el presente trabajo, tiene estrecha relación con lo que ocurrió con las haciendas más que con ningún otro factor, ya que es resultado directo del cambio en las pautas de asentamiento poblacional que se mantenían anteriormente (Guijarro, 2015).

La distribución poblacional, de la hacienda era básicamente dispersa, lo que obedecía a condicionantes de orden económico, pero también social y político. Guaytacama era precisamente un caso de 130 estas características. Por consiguiente, al transformarse esas condiciones también variaron significativamente las pautas de asentamiento. Consecuencia de esto fue la importancia que adquirieron los asentamientos relativamente concentrados, esto es, dos pueblos de la zona (Guijarro, 2015).

Por lo que hemos podido observar en el trabajo de campo, la población asentada en el pueblo se ha incrementado notablemente en el último período, pudiendo suponerse que la tasa mencionada ha tenido un incremento. Pero, como lo veremos más adelante, el hecho más significativo no es tanto el incremento de la densidad poblacional del área "consolidada", sino la incorporación de nuevos barrios, hecho que no aparece en el censo. En la actualidad existen once barrios: San Sebastián, La Libertad y Pilacoto, en el nororiente; La Floresta, Narvaez y Cuicunoen el

noroccidente; Santa Inés y Langabalin en el oriente. Estos dos últimos son los de más reciente conformación y son resultado de la parcelación de una de las haciendas existentes allí (Guijarro, 2015).

Entre el centro o cabecera parroquial y el conjunto de los barrios está contenido gran parte del espacio parroquial y casi toda su población, con excepción de la zona sur que está conformada por haciendas. Los habitantes de estos barrios se autodefinen como parte de la cabecera parroquial, en tanto que, como hemos señalado, en el censo quedan fuera de éste, inclusive los más cercanos. La autodefinición de los habitantes no es casual: está basada en la presencia de actividades que le confieren unidad y son parte de una misma problemática, por lo que en nuestro estudio hemos asumido esta delimitación más amplia. Por sobre la definición censal, se plantea aquí el problema de los "nombres propios" al que hemos hecho referencia anteriormente: el espacio social que constituye el pueblo incluye a los barrios que se encuentran alrededor, independientemente de las distancias que los separan (Pachano, 1985).

En definitiva, el pueblo no puede entenderse sin la referencia a ese conjunto y sin considerarlos como parte integrante de esa unidad a los distintos barrios. A más de la diferencia física entre el centro y los barrios, hay otros aspectos que están en la base de su conformación y que son los que constituyen el origen de sus especificidades. En términos económicos, en los barrios se encuentran fundamentalmente las actividades agrícolas y artesanales (esteras y canastas de totora), mientras que en el centro predominan las actividades comerciales. Esto conduce a que los sectores sociales que se asientan en uno y otro muestren diferencias considerables. Inclusive, en términos de la composición étnica de la población, el centro está ocupado mayoritariamente por la población mestiza mientras que los barrios lo están por la población indígena (que llega a constituir

aproximadamente un 80 % del total). Estos barrios ocupan una amplia superficie de la parroquia, en tanto que la otra parte (el 68.3% de la superficie) está en manos de las haciendas (Pachano, 1985).

Según el censo agropecuario de 1974, en Guaytacama existían 926 unidades de producción agropecuaria, en una superficie de 2.742ha. El 94.7% de esas unidades, esto es, 871 explotaciones, tenían una extensión menor a dos hectáreas y ocupaban una superficie de 582ha equivalentes al 21.2% del total. La mayor parte de las primeras, es decir, de las menores a dos hectáreas, se encontraban dentro de los barrios que hemos citado anteriormente, con lo que conforman dos espacios claramente delimitados: el de las haciendas y el del campesinado parcelario. El primero tiene su propia dinámica, estableciendo su comercio y demás vinculaciones de una manera autónoma. El segundo gira alrededor del pueblo y es el que le da vida y dinamismo. Esto, a pesar de que el pueblo no cuenta con una feria de importancia, dependiendo en ese sentido de la que tiene lugar en la vecina población de Saquisilí, feria que tiene gran importancia turística y comercial a nivel regional (Guijarro, 2015).

El pueblo constituye el punto de referencia de la población campesina parcelaria. Su adscripción está dada por la identificación con una misma problemática y con un mismo espacio económico social. Su dependencia de Saquisilí se reduce casi exclusivamente al aspecto comercial, la compra-venta de productos en su feria del día jueves. Sin embargo, la modernización de las vías de comunicación y el surgimiento de nuevos sectores sociales en el pueblo, así como la diversificación de sus actividades, han determinado que se acorten distancias con otras ferias de la región, especialmente con la de la ciudad de Latacunga, capital de la provincia de Cotopaxi. Esto ha llevado a que no exista una marcada dependencia con respecto a Saquisilí, aunque históricamente debe

haber sido relativamente fuerte, como se puede advertir por la ausencia de una feria de importancia en Guaytacama, existiendo una de escasa significación el día Martes (Pachano, 1985).

Siendo el pueblo un resultado de las transformaciones de las haciendas de la zona, es necesario poner atención en los sectores sociales que se conforman a partir de ese proceso y en las actividades sobre las cuales se asientan. Aquí juegan papel importante algunos aspectos, como la globalización de la economía, la conformación de un mercado de trabajo local y la constitución del campesinado parcelario "independiente". Estos factores son determinantes para la conformación de nuevos sectores sociales y para la definición de las características de las zonas de modernización de las haciendas. Anteriormente, la hacienda imponía sus pautas en todos los niveles y determinaba que la zona se constituyera en un espacio prácticamente cerrado (Pachano, 1985).

Las vinculaciones con el resto de la economía, con el país, en general, estaban restringidas solamente a los terratenientes y a un pequeño sector de población mestiza que cumplía funciones administrativas y de control en las haciendas. Fue este último sector el que conformó inicialmente el pueblo y nació como un lugar de asentamiento de esa población que se desempeñaba en las haciendas vecinas. Con el proceso de modernización, los terratenientes de la zona al igual que en el resto de la Sierra pasaron a formar parte de la burguesía agraria, en los términos que hemos definido anteriormente, es decir, como una fracción burguesa que pugna por un espacio dentro de la estructura de poder nacional. Su ámbito de acción deja de ser exclusivamente el de la zona y sus intereses rebasan la actividad agropecuaria. Su relación con la zona, en el momento actual, se da a través de la compra de fuerza de trabajo, es decir, aparecen como demandantes dentro del mercado de trabajo local, conformado tanto por las empresas agropecuarias como por las plantas de

procesamiento de leche. Su incidencia sobre el pueblo y en general, sobre las áreas de campesinado parcelario es hasta cierto punto indirecta.

La misma incidencia del mercado de trabajo local no tiene mayor peso en el contexto del pueblo. Tampoco existe ya la dominación política, característica inseparable de su presencia en el período anterior. En definitiva, la relación del campesinado con las haciendas se ha debilitado o, en el mejor de los casos, se ha vuelto indirecta. El sector mestizo, anteriormente ligado a las haciendas, ocupa en la actualidad una posición privilegiada dentro del pueblo. No se trata tanto de un grupo que haya logrado acaparar tierras, hasta convertirse en burguesía rural, de acuerdo a la definición que hemos dado, sino más bien de un sector que ha podido mantener ciertos privilegios a partir de su vinculación histórica con la clase terrateniente. Este sector es el que ocupa el centro del pueblo y maneja actividades muy dinámicas como el comercio local y el transporte. Mantiene además su ligazón con las autoridades eclesiásticas y ocupa indefectiblemente la tenencia política. Su lugar en la estructura de poder está dado, fundamentalmente, por móviles ideológicos antes que económicos: las diferencias étnicas, a pesar de que no llegan a manifestaciones agudas de enfrentamiento, son decisivas en este sentido. En todo caso, la mercantilización de la economía de la zona les ha permitido mantener un relativo control de las actividades señaladas, con lo que logran un apoyo sustancial para su proceso de dominación (Pachano, 1985).

Una parte de esta población mestiza abandona el pueblo, dirigiéndose sobre todo a la Costa, se trata de un proceso migratorio que asume formas definitivas, como lo confirma la actual existencia de nutridas colonias de “guaytacamenses” en las ciudades de Milagro, Babahoyo, Quevedo y Guayaquil. Sin embargo, ellos mantienen aún relaciones con el pueblo, especialmente en las fiestas religiosas y a través del parentesco con quienes han permanecido en el pueblo. Este grupo mestizo

aparece ante el resto de la población como el realizador de obras de adelanto para el pueblo. Es el que ha impulsado las obras públicas, la instalación de las escuelas y colegios y en general casi todos los logros obtenidos en los últimos años.

Para esto se ha valido de sus vinculaciones con la antigua clase terrateniente (que sigue detentando el poder provincial) y su mejor conocimiento de los mecanismos administrativos. Todo esto ha constituido un proceso de legitimación de este sector ante la población campesina. Por otra parte, luego de la paulatina disolución y transformación de las haciendas, se constituye un campesinado parcelario sin vinculaciones directas con las nuevas unidades de producción. El proceso que ha llevado a esto ha sido similar al que se ha seguido en muchas de las zonas con similares características en el país: las haciendas han reducido sus extensiones, manteniendo el control sobre las mejores tierras y el campesinado ha accedido a pequeñas parcelas, ya sea por compra o por posesión directa. El rápido proceso de modernización de las haciendas hizo innecesaria la aplicación de la reforma agraria en la zona, por lo que la forma parcelaria tiene sus orígenes más bien en una antigua negociación entre terratenientes y campesino (Pachano, 1985).

Los conflictos sociales fueron eludidos dotando de tierra al campesinado y elevando el desarrollo de las fuerzas productivas en las haciendas. Inicialmente esta población campesina cumplía funciones en las haciendas, bajo las formas tradicionales (huasipungo, yanapa, etc.). Más adelante, “los terratenientes para obviar las dificultades crecientes originadas en la abolición del concertaje y en la migración optaron por crear condiciones mínimas para mantener una reserva permanente de trabajadores. Así entregaron facilidades para que los ex-trabajadores dependientes compraran las tierras que mantenían en usufructo; esta situación se manifestó en el precio de la tierra de peor calidad, que en Guaytacama fue bastante más bajo que en otras parroquias de la

provincia de Cotopaxi. La temprana formación de las zonas de minifundio se debió también a ventas de tierras en el marco de un fraccionamiento controlado de las grandes propiedades” (Arcos & Marchán, 1978).

La producción de este campesinado entró, entonces, en un proceso de diversificación, combinando la de carácter agrícola con la pecuaria y con la artesanal. Predominantemente se produce maíz y en menor medida cebada, haba, papa y fréjol. En cuanto a la producción pecuaria, la mayor parte del campesinado ha introducido la crianza de cerdos, tanto para el autoconsumo como para el mercado. También se encuentra una alta proporción de ganado vacuno en las unidades parcelarias, aunque su expresión en el mercado zonal es relativamente insignificante, llegando a cubrir apenas el 1.0% del total de leche que compran las plantas de procesamiento. La comercialización de estos productos encuentra vías más cercanas al campesinado que las constituidas por el mercado agroindustrial: las ferias locales (tanto del pueblo, como de Saquisilí y Latacunga) constituyen los lugares de realización de esa producción al igual que de la agrícola (Arcos & Marchán, 1978).

La producción de artesanías tiene también mucha importancia, inclusive más que la pecuaria, para el campesinado. Los productos elaborados de esa manera son las esteras y canastas de totora, una fibra vegetal que crece en las pequeñas lagunas que existen en la zona. Para ello, algunos, pequeños propietarios han improvisado lagunas en las que cultivan totora para su propio uso pero también para la venta a otros artesanos. Además, existe una producción de tejidos de lana, que constituyen elementos para la indumentaria indígena y que actualmente son muy apreciados por los turistas que visitan la zona. En general, la producción campesina se basa sobre la economía doméstica. Es la familia, como unidad de producción, la que tiene a su cargo tanto el proceso

agrícola como el pecuario y el artesanal. Existe, obviamente, la presencia de asalariados, así como también de otras formas de inserción de la fuerza de trabajo extra familiar en este tipo de actividades, pero siempre está medida por los componentes del grupo doméstico (Arcos & Marchán, 1978).

Uno de los mayores problemas en estos sectores es la comercialización de los productos generados por el campesinado, estos se encuentran en manos de intermediarios, tanto en lo que se refiere a los agrícolas como en los pecuarios y artesanales. Sin embargo, en estos últimos hay un cierto cambio en los últimos años, ya que determinados miembros de la familia (generalmente las mujeres) comienzan a jugar un papel muy importante en la comercialización. Pero, aún en este caso no se rebasan los límites locales, a pesar de que la demanda tiene su origen en áreas muy diversas. La diferencia de precio entre el mercado local (incluyendo en éste a la feria de Saquisilí) y otros del país, especialmente en los productos artesanales, demuestran los altos niveles de ganancia que logran los intermediarios. Por lo general, estos últimos son mestizos, muchos de ellos los habitantes del centro del pueblo. En todo caso, la diversificación de actividades que tiene su base en la parcela ha significado un cierto afianzamiento de la población en la zona. Este enraizamiento se ha dado más por estos motivos que por la ampliación del mercado de trabajo local constituido por las modernizadas empresas agropecuarias y por las plantas agroindustriales. Inclusive, es muy notorio el hecho de que el campesinado local no se interese en trabajar en esas unidades, especialmente en las haciendas empresariales. Unos pocos lo hacen y algunos más en las plantas procesadoras, pero por lo general evitan ese contacto y prefieren salir a otras zonas, especialmente a la ciudad de Quito (Arcos & Marchán, 1978).

Es decir, se van abandonando algunas de las pautas culturales propias de la población indígena especialmente el lenguaje y el vestido para adoptar otras que provienen de la sociedad dominante nacional blanco-mestiza. En esto ha tenido un rol de importancia la educación formal a través del mercado y de la migración. Este aspecto tiene importancia para comprender la dinámica poblacional de los sectores indígenas, tanto por lo que significa para ellos su relación con las ciudades y otras áreas, como por la generación de nuevas actividades en el mismo pueblo. El reemplazamiento de las técnicas constructivas tradicionales de la vivienda por otras "más modernas" permite el surgimiento de fábrica de bloques (existen dos en el pueblo) y un nuevo tipo de trabajo para los artesanos carpinteros. La adopción de pautas formales urbanas (vestido, calzado, etc.) da vida a actividades como la sastrería e inclusive la peluquería, que antes eran inexistentes en el pueblo (Arcos & Marchán, 1978).

A partir de los años 80, la agroindustria del brócoli en el Ecuador ha tenido un constante crecimiento hasta la actualidad, la superficie de producción se ha incrementado, especialmente en las provincias de Cotopaxi y Pichincha, en donde se alberga las mayores superficies de cultivo y sus industrias de poscosecha. En el transcurso de estos años, se ha convertido en un producto estrella por la cantidad que se exporta, teniendo solo un 5% de producto para el consumo interno, pero su consumo en Ecuador cada vez se incrementa, dadas las últimas tendencias en dieta y cuidados en la salud. El brócoli congelado a través del proceso Individual Quick Freezing (IQF), es un producto 100% natural, que tiene una vida útil de hasta 2 años en percha, si no se rompe la cadena de frío. El consumo de este vegetal es considerado muy saludable, debido a que contiene vitaminas, minerales y ayuda a prevenir ciertos tipos de cáncer (Rendón, 2018).

## **2.1. Importancia del cultivo de brócoli.**

La provincia de Cotopaxi tiene una ubicación privilegiada en relación a otras provincias de nuestro país, la particularidad de estar cerca del centro de la tierra hace que pueda tener más horas luz/día, permitiendo que la luz llegue perpendicular al suelo y por lo tanto la planta tiene un mayor índice fotosintético y el color verde del brócoli ecuatoriano es muy intenso, comparado con otros países, también la calidad del suelo en Ecuador beneficia para la producción del brócoli ecuatoriano con un mayor “market share” (participación en el mercado internacional), que sus competidores; en mercados tan importantes como Japón, porque se tiene diferenciación en mejor presentación de la pella con un perfecto corte (Rendón, 2018).

El brócoli es un cultivo originario del Mediterráneo y Asia menor, que por sus atributos nutritivos se ha adaptado a nuestros suelos y se ha expandido en nuestro país, en especial en la provincia de Cotopaxi. En los años entre el 2000-2012 se registró un crecimiento del 41,88% pasando de los 14 989 tm en el 2000 a 21 266 tm producidas en el 2012, manteniendo una tasa de crecimiento anual promedio del 2,99 %. Para el desarrollo normal del cultivo es necesaria una temperatura entre 12°C – 20°C, con una precipitación por ciclo que va entre 800mm – 1200mm (SINAGAP, 2013).

Este producto se empezó a cultivar en la parroquia de Guaytacama hace aproximadamente 30 años surgió casi sin ninguna expectativa de consumo en la zona, pero en la actualidad se ha ido posicionado poco a poco en los mercados de todo el país, principalmente por su gran cantidad de atributos nutritivos y anticancerígenos que se le atribuyen calidad sea consistente todos los meses del año (Cartagena, Galvis, Hernández, & Arévalo, 2008)

A pesar de las bondades nutricionales de este alimento su consumo todavía es bajo en nuestro país, lo que contrasta con los niveles de exportación de la hortaliza a mercados internacionales, sobre todo a países asiáticos, la falta de difusión y poco conocimiento de las características culinarias, nutricionales y antioxidantes es lo que ha provocado su bajo nivel de consumo.

Los deltas térmicos en la provincia de Cotopaxi permiten que las condiciones sean óptimas para el cultivo de brócoli, es decir las variaciones de temperatura marcadas muy bajas en la mañana y en la noche, así como temperaturas altas al medio día, incluyendo la radiación solar que ejerce su efecto de manera directa, proveen un color verde intenso al brócoli, las cuales no se las pueden encontrar en otras latitudes, estas particularidades han hecho que la provincia de Cotopaxi, se convierta en mayor productor de este cultivo, abarcando el 50% de la superficie total cosechada a nivel país, así mismo es allí, en donde se logran los rendimientos más altos, con rangos que van desde 16 a 29 ton/ha. Destinando un 95% de esta producción para exportación y el 5% restante para consumo en mercado interno (Rendón, 2018).

El proceso agroindustrial para el brócoli de exportación, es el Individual Quick Freezing (IQF), que puede ser producido en forma tradicional u orgánica. En el país existen tres empresas exportadoras de brócoli: Provefrut, Ecofroz y Nova, las cuales realizan labores de cultivo, poscosecha, comercialización y exportación. Provefrut y Nova, tienen sus instalaciones de poscosecha en la provincia de Cotopaxi; en tanto que, Ecofroz, sus instalaciones se encuentran en la provincia de Pichincha, en el cantón Mejía (Rendón, 2018).

En la industria del brócoli ecuatoriano, por más de 15 años Estados Unidos fue su principal socio comercial, en la actualidad Japón tiene una amplia demanda y los precios que este país paga a sus proveedores es mayor al mercado norteamericano, a inicios del año 2013, se redujeron

notablemente las exportaciones hacia Estados Unidos. Mucha incertidumbre entre los socios comerciales, debido a los clientes por la no renovación de contratos por las preferencias arancelarias de Estados Unidos (ATPDEA). El impuesto de 14.99% para el brócoli ecuatoriano no permitió precios competitivos en el mercado de Estados Unidos, además los altos costos de producción, la apreciación del dólar con relación a las monedas de países vecinos; generan baja competitividad al sector (Proecuador, 2015).

Según Proecuador (2015), la oferta está condicionada por la limitada producción agrícola, en el país existe una capacidad industrial instalada para procesar y exportar aproximadamente 70,000 toneladas métricas de brócoli congelado (IQF) anualmente. De acuerdo a esta capacidad, en los últimos años se han ubicado en el mercado internacional alrededor del 80% a 85% de su capacidad máxima.

## **2.2. Detección de cambios de cobertura con imágenes satelitales**

Es un proceso mediante el cual se analiza y contrasta diferencias o semejanzas de un objeto o fenómeno mediante observación de imágenes satelitales en períodos de tiempos diferentes. El análisis de estas imágenes en función del tiempo puede ser realizado de acuerdo a las necesidades del investigador, esta puede ser basada en píxeles y basada en objetos. Con el paso del tiempo se han desarrollado métodos más sofisticados, que nos proporcionan imágenes con mayor resolución, lo que nos ayuda a interpretar de una mejor manera los cambios de cobertura (Jaramillo & Antunes, 2018).

En los últimos años, uno de los factores plenamente implicados en el deterioro de los ecosistemas terrestres es el cambio de cobertura de suelo, la mayoría debido a cultivos intensivos,

monocultivos y el uso excesivo de agroquímicos, lo que ha provocado la pérdida o deterioro de la capa arable. Estos procesos usualmente abarcan y desembocan en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a impactos ecológicos importantes en casi todas las escalas (Bocco, Mendoza, & Masera, 2001).

Los procesos de cambios de uso de suelo y cobertura vegetal se ven influenciados por diversos factores los que producen un cambio en las actividades humanas en una determinada área. También se refieren a un conjunto de disposiciones, actividades y portes de que es objeto determinado tipo de cubierta terrestre que hace referencia específicamente a acciones humanas que responden a la actividad en la tierra, por ejemplo, la extracción de madera, la conservación, el pastoreo, etc (Paruelo, Guerschman, & Verón, 2005).

Uno de los aspectos más importantes en lo que se refiere cambio del uso de suelo es la deforestación, éste término ésta relacionado con otros tales como pérdida de bosque, fragmentación, conversión o degradación, en donde la actividad humana tiene un efecto negativo directo sobre las tierras boscosas, mientras que la remoción de bosque genera una pérdida de biomasa y de la captura de carbono (Aliaga Lordemann, 2010).

Existen estudios como los realizados sobre cambios de uso y cobertura vegetal donde para una mejor comprensión utilizan dos conceptos básicos, siendo el primero el de conversión o reemplazo, el cual es el concepto utilizado en esta investigación y describe el cambio de un tipo de cubierta por otro, mientras la modificación o transformación es cuando no se operan cambios de categoría pero si se detecta algún nivel de afectación en uno o varios atributos de una cobertura (Aldana & Bosque, 2008).

La expansión agrícola genera diferentes opiniones, por una parte, la producción agropecuaria y sus sectores industriales y comerciales asociados celebran la incorporación de nuevas áreas productivas al mapa agrícola del país y los ingresos que generan. Por otra parte, las entidades conservacionistas alertan sobre riesgos para la continuidad de los ecosistemas, mientras grupos políticos pronostican efectos sociales negativos. Para poder planificar el uso del suelo hay que disponer, primero, de la información básica: la tasa de expansión del área agrícola, su distribución espacial, los controles ambientales aplicados, y las dimensiones tecnológicas, socioeconómicas y políticas del fenómeno (Paruelo, Guerschman, & Verón, 2005).

### **2.3. Estudio Multitemporal**

Dentro de los temas que aborda los estudios de cambio de cobertura vegetal esta sin duda los estudios multitemporales los mismos que están enfocados en comparar los procesos dinámicos que se han ido realizando dentro de una zona determinada, a partir de un análisis de dos o más imágenes satelitales, donde se puede observar los cambios ocurridos sobre el territorio mediante imágenes capturadas en distintos años y períodos , en este aspecto es muy importante conocer y manejar los sistemas de información geográfica como punto básico el tema de teledetección, técnica que permite captar o adquirir imágenes de la superficie terrestre, mediante la ayuda de sensores instalados en plataformas espaciales (Chuvienco, 1991).

Se debe entender como cobertura todo aquello que cubre la superficie del suelo, que puede originarse a partir de ambientes naturales o de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre, con el objetivo de satisfacer sus necesidades sociales, culturales y económicas, mientras que los usos de suelo expresan el destino o uso humano del territorio (Bocco, G.; Mendoza, M.; Masera, O., 2001).

#### **2.4. Sistema de Información Geográfica (SIG).**

Los SIG son software que tienen un amplio campo de acción, los mismos que dependen de una base de datos, obtenidas de objetos reales que se pueden medir en tres dimensiones (x; y; z) información que puede ser procesada para obtener representaciones gráficas reales, en consecuencia, todo objeto es medible y por lo tanto tiene una localización en el espacio. En la actualidad estos software son de gran utilidad, su versatilidad es puesta a prueba en muchas áreas de conocimiento como por ejemplo, arquitectura, agricultura, arqueología, evaluación de impactos ambientales, generación de cartografía (Carmona & Monsalve, 2011).

Este software tiene como objetivo procesar, almacenar y presentar bases de datos espaciales, para diferentes propósitos, sumado a este concepto estudiosos de estos temas describen que los SIG nos dan la posibilidad de manejar información de carácter geográfico, como por ejemplo para evaluar aspectos agrícolas de una zona o sector, lo que nos ayudara a optimizar nuestros recursos (Aronoff, 1989).

Los SIG han dado la posibilidad que personas que se dediquen a estas tareas pueden manipular información geográfica y/o espacial, facilitando su comprensión, para poder tratar aspectos incluso temas sociales y económicos de zonas específicas, tratando siempre de llegar a la verdad y de esta manera plantear soluciones en tiempo y espacio (Bosque, 1992).

#### **2.5. Georreferenciación**

La georreferenciación se refiere a la posición de un objeto en el espacio, dicho de otra manera su localización espacial, este objeto puede ser representado mediante polígonos, líneas o puntos en un sistema de coordenadas y un *Datum* determinado (Strobl & Nazarkulova, 2011). Se añade que

la georreferenciación es un proceso técnico-científico que muestra la existencia de un objeto en un espacio físico, donde además confluyen imágenes raster o vectoriales sobre un mismo sistema de coordenadas geográficas, todos estos elementos son esenciales a la hora de trabajar con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Chapman & Wieczorek, 2006).

## **2.6. Datum**

Es un sistema creado para que el geoide sea ajustado en parte o su totalidad y fue desarrollado en base a un modelo matemático. Para establecer el Datum se debe conocer un punto en una superficie topográfica y la relación con el elipsoide. Esta relación se la define sobre seis parámetros: los dos componentes de la deflexión de la vertical en el origen, longitud, latitud y la altura de origen.

## **2.7. El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator, (UTM)**

Se refiere a la geo-referenciación de un punto u objeto sobre la superficie de la tierra, en otras palabras es un sistema de proyección cartográfica basado en cuadrículas. Existen diferentes modelos elipsoidales, actualmente el modelo más utilizado es el WGS84, la ventaja de este modelo es que su unidad de medida es el metro, lo que lo hace compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS, este sistema divide a la tierra en 60 husos de 6° de longitud que completan sus 360°. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60 (Bosque, 1992).

## **2.8. Imágenes satelitales.**

Los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo han sido evaluados desde hace muchos años mediante la interpretación ya análisis de fotografías aéreas, con el avance de la tecnología también se han desarrollado nuevos métodos para la obtención de imágenes, específicamente lo que se

conoce como sensores remotos que han facilitado la obtención de imágenes satelitales, las mismas que son procesadas en computadores igualmente sofisticados, dando como resultado información más confiable y en menor tiempo.

La importancia de los sensores remotos radica en la posibilidad que nos da para poder medir y analizar los datos obtenidos mediante un instrumento los mismos que no está en contacto físico con el objeto de estudio, por ejemplo, cuerpos de agua, procesos de deforestación, cambios de uso de suelo, etc., facilitando de esta manera la generación de cartografía cada vez más precisa (Cámara, 1983).

El manejo de los recursos naturales es el principal enfoque de la información obtenida mediante percepción remota, estos sensores remotos tiene la facultad de capturar longitud de onda diferentes, por lo tanto, se puede utilizar esta información de acuerdo a la necesidad del investigador, el satélite Landsat TM 5 tiene 7 bandas, cada una de estas capta una determinada longitud de onda, así por ejemplo: banda 1 es determinada para el estudio y mapeo de cuerpos de agua, banda 2 estudio de cobertura vegetal, banda 3 determinar tipos de cultivos, banda 4 contenido de biomasa, no hace diferenciación de cultivos salvo cultivos extensivos, banda 5 estudio de humedad, nubes y nieve, banda 6 información vulcanológica y banda 7 estudio de la geografía física de la tierra (Soria, Ortiz, Islas, & Volke Haller, 2000).

## **2.9. Formato digital**

Es importante distinguir la diferencia entre imágenes y fotografías en percepción remota. Una imagen es cualquier representación gráfica, sin importar cuales métodos de percepción remota se utilicen para detectar y registrar la energía electromagnética. La energía electromagnética puede

ser captada de manera fotográfica o electrónica. Las fotografías son el resultado de reacciones químicas producidas en la superficie de una película sensible a la luz para detectar y registrar las variaciones en energía. Por esto, se dice que una fotografía constituye un tipo específico de imagen que ha sido detectada y plasmada en una película fotográfica. Introducción a Imágenes Satelitales Preparado por Centro de Investigaciones Geoespaciales (CIG) 4 (León, 2002).

A diferencia de las fotografías, las imágenes satelitales registran la energía electromagnética de manera electrónica desde el inicio. Estas imágenes están conformadas por cuadritos del mismo tamaño, llamados píxeles, y que representan la brillantez de cada cuadrito correspondiente al terreno mediante un valor numérico o número digital (que representa la variación en el voltaje de la radiación que capta el sensor). El conjunto de píxeles o cuadritos de una imagen forman una malla o raster. En la mayoría de las imágenes satelitales el rango de valores del número digital de los píxeles va desde 0 hasta 255, correspondiendo al rango de intensidades de la brillantez de cada pixel. Una fotografía puede también ser mostrada en formato digital si se subdivide la imagen en píxeles, como comúnmente se hace con un sistema de barrido o scanner, pero a veces se pierde detalle en la conversión. Las imágenes satelitales están en formato digital desde el inicio, y no hace falta conversión alguna (León, 2002).

### **2.10. Píxeles de tamaño fijo**

Otra diferencia entre imágenes satelitales y fotografías es que los píxeles que conforman una imagen satelital son de un tamaño fijo que corresponde a un área fija en el terreno. El número digital de cada píxel es el promedio de la brillantez reflejada en cada una de estas áreas fijas (pueden ser de 25 x 25m, 1 m x 1 m, etc., dependiendo de la resolución espacial del sensor, de la cual hablaremos más adelante). El tamaño de los píxeles de una fotografía escaneada vienen dados por

la película, la capacidad del scanner utilizado, y las preferencias del usuario a la hora de escanearla (León, 2002).

### **2.11. Bandas Espectrales**

La generación de mapas espectrales para el estudio de coberturas y uso de suelo, así como también de problemas sanitarios y otros aspectos fenológicos de las plantas, son generados por valores altos o bajos de reflectancia en el espectro electromagnético visible (longitud de onda), Esta información es registrada en distintos canales o bandas espectrales, para poder interpretar estas imágenes satelitales, podemos combinar y visualizar las distintas bandas digitales mediante los tres colores primarios (azul, verde y rojo) que capta el ojo humano (Aronoff, 1989).

### **2.12. Ortofoto.**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), entran a cumplir un papel básico luego de realizar el trabajo de campo, una vez es vaciada la información en los software para poder ser manipulada; los SIG pueden definirse en grandes rasgos como hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados. Sin duda uno de los insumos más importantes para trabajar con SIG es la manipulación de ortofotos, las que nos ayudan entender mejor los cambios de uso de suelo y coberturas vegetales.

Una ortofoto es un insumo fotográfico elemental para el procesamiento de información digital georreferenciada, que se preparara mediante la ayuda de software como por ejemplo ArcGIS, donde los desplazamientos de la imagen debido al relieve, la inclinación del eje de la cámara y la distorsión de la lente han sido eliminados, de tal manera que se obtiene mapa con propiedades

geométricas a una escala conocida. Aunque no sean nuevas, el empleo o uso de ortofotos en diferentes campos comparado con el uso de las fotos (no orto)” éstas han tomado gran auge; y resulta así pues “las ortofotos como los mapas” tienen la ventaja de poseer una escala, y al igual que las fotografías, ellas muestran al terreno en detalle real (sin líneas y símbolos); en esencia las ortofotos son mapas de fotos muy útiles en la actualidad (Strobl & Nazarkulova, 2011).

La utilización de ortofotos más aun como mosaico tienen la ventaja de lograr una gran exactitud planimetría que permite efectuar estudios monotemáticos fácilmente combinables en investigaciones de un determinado plan económico regional (Gutiérrez, 2005). Cuando las ortofotos están alineadas apropiadamente, juntas, representan un mapa de ortofoto, esto significa podemos observar grandes extensiones de terreno en un solo archivo digital, lo que nos ayuda rápidamente a obtener mediciones precisas y rápida de distancia y área ya que las fotos fueron montadas para encajar una red de puntos de control de tierra (Strobl & Nazarkulova, 2011).

## **CAPÍTULO 3**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geográfica del tema y área de influencia.**

El presente estudio se realizó en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia de Guaytacama ubicada al noroccidente de la cabecera cantonal.

#### **3.2. Metodología de investigación, recolección y procesamiento de la información**

##### **3.2.1. Variables e indicadores de la investigación.**

El tipo de investigación usado, es del tipo descriptiva; se realizó una estadística descriptiva de las distintas variables; al no haber intentado inferir respuesta de alguna variable en estudio, no fue necesario usar diseño experimental.

Se dispusieron de bases de datos agropecuarias actualizadas como infografías, diagnósticos, análisis situacionales; las cuales servirán para determinar los cambios de uso del suelo, esta información se la dispondrá realizando el trámite respectivo para su liberación por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En este tipo de estudios determinaremos la demanda de productos, oferta, dinámica de crecimiento del cultivo de brócoli.

Las imágenes utilizadas fueron orto fotos y satélites a escala 1:50000; para comparar los cambios de uso del suelo, desde el año 2000 al 2017. Para el análisis de la información se utilizó

el software de sistemas de información geográfica Arc GIS. Así mismo, se dispondrán bases de datos de las empresas productoras de brócoli para determinar su expansión en la parroquia.

Se realizó investigaciones del Censo Nacional Agropecuario del año 2000 y diagnósticos provinciales, que posee el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para hacer una revisión y análisis de los mismos, con ello tener una perspectiva de la situación agro-socioeconómica de la parroquia y con ello poder analizar la realidad local.

Se analizó los datos de los mapas de isotermas e isoyetas, para determinar los cambios de temperatura y rangos de precipitaciones; para con ello determinar si estas dos variables han influido en la productividad de los rubros que se producen en el sector; así mismo con base en estas variables se presentó una propuesta de intervención sostenible.

Se realizó un análisis del manejo del cultivo del brócoli para exportación, tomando en cuenta las siguientes variables: clima, fenómenos climáticos, superficie, rendimientos, plagas, enfermedades, precios a nivel de productor, precios internacionales, variedades, costos de producción, manejo fitosanitario, fertilización, jornales. Todas estas variables serán tabuladas y presentadas en tablas y figuras para una adecuada comprensión.

Se presentó un mapa temático, en el cual se indicó las zonas adecuadas para cada uno de los cultivos tomando en cuenta el tipo de suelo, climatología y la demanda del mercado de los diferentes productos.

A continuación, se presenta, un cuadro resumen de las fuentes de información en donde se va a realizar la investigación y las principales variables a evaluar.

### **3.2.2. Evaluación de resultados y validación**

Para determinar el cambio en la superficie agropecuaria desde el año 2010 al 2017; se procedió a realizar un análisis retrospectivo de la superficie agropecuaria de la parroquia; mediante el análisis de imágenes satelitales y se demarcaron zonas por cultivo, las cuales se las analizó en dos períodos de tiempo en el software ARCGIS mediante un modelamiento de tablas atributos y una comparación entre ellas. Se estableció zonas de cambio de uso del suelo por el cultivo de brócoli.

Este análisis se realizó en un período de tiempo que comprenden los años 2010-2017, posterior a ello se procedió a evaluar el diagnóstico agroproductivo provincial, el cual es la herramienta estadística que el MAG posee como fuente de consulta desde el año 2000. Una vez analizada esta información, se establecieron tablas en Excel con el uso del suelo por cultivo y su porcentaje de cambio desde el año 2010 al 2017.

Para determinar los principales procesos de cambio medio ambiental, que determinan el cambio de uso de suelo; se realizaron análisis de cartografía y bases de datos de isotermas, isoyetas, tipos de suelo, flora, fauna, así como el mapa de uso y cobertura de la tierra del año 2014, el cual fue realizado en trabajo conjunto entre el MAG y el MAE, entre los años 2013 y 2014; así mismo se determinó los principales productos e insumos agropecuarios que se requieren para el cultivo de brócoli. La aptitud del suelo de la parroquia en el ámbito agrícola, se analizaron los mapas de uso y cobertura de la tierra a escala 1:100000 del Ecuador continental; así mismo se analizaron los cultivos actuales, anuarios climatológicos del INAMHI y mapa de taxonomía de suelos.

Para finalizar, se identificaron los cambios de uso del suelo desde el año 2010 al 2017, se analizaron los mapas de cobertura y uso del suelo; pendientes, textura, estructura, isotermas,

isoyetas y se presentó un modelo de intervención sustentable, analizando por igual la oferta actual de productos de la zona y se comparó con la demanda de productos tanto para mercado local como para exportación.

Para finalizar, se identificó los cambios de uso del suelo desde el año 2010 al 2017, y se presentó un modelo de intervención sustentable, con mapas de cobertura y uso del suelo, de acuerdo al análisis de pendientes, textura, estructura, isotermas, isoyetas, analizando por igual la oferta actual de productos de la zona y se comparó con la demanda de productos tanto para mercado local como para exportación.

### **3.2.3. Tipo y nivel de la investigación**

Tipo: Investigación cuantitativa y cualitativa aplicada

Nivel: Exploratoria y Descriptiva

### **3.2.4. Método y diseño de la investigación**

Método: Deductivo e Inductivo: analítico y sintético.

Diseño: El diseño que se utilizó en la investigación fue por objetivos, conforme al esquema siguiente:

OG = Objetivo General

OE = Objetivos Específicos

CP = Conclusiones Parciales

HP = Hipótesis General

CF = Conclusiones Finales.

### **3.2.5. Población y muestra de la investigación**

#### **3.2.5.1 Población**

En la provincia de Cotopaxi, existen 3 empresas dedicadas al cultivo y exportación del brócoli, NOVA, ECOFROZ y Nintanga - Provefrut; contando con alrededor de 1,798 ha; las cuales se distribuyen en los cantones, Latacunga, Saquisilí, Pujilí y Salcedo.

#### **3.2.5.2 Muestra**

La muestra se la define como la población total, para la determinación de las distintas variables, se obtuvieron los datos totales de las tres empresas antes descritas.

### **3.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.2.6.1. Técnicas:**

Las principales técnicas que se utilizó en la investigación fueron:

- Encuestas de campo.
- Entrevistas a jefes de cultivo.
- Análisis Documental.
- Análisis estadístico

#### **3.2.6.2. Instrumentos**

Los principales instrumentos que se utilizó en la investigación fueron las siguientes:

- Cuestionarios.

- Guía de entrevista.
- GPS.
- Guía de análisis mensual.
- Software: Excel, SPSS, Arc G

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis de ocupación del suelo

La parroquia de Guaytacama tiene una superficie de 2661 ha en las cuales existe una diversidad de cultivos, suelos, climas que influyen en las especies vegetales, como se observa en la Figura 2. Donde se visualiza la división política de la provincia de Cotopaxi, en esta esta provincia se puede ubicar zonas de vida que van desde los 250 msnm que corresponde al Cantón La Mana y Pangua como las zonas más bajas, y que contrasta con la parroquia Zumbahua pertenecientes al Pujilí, que está a una altura que sobrepasa los 4000msnm en algunos sectores.

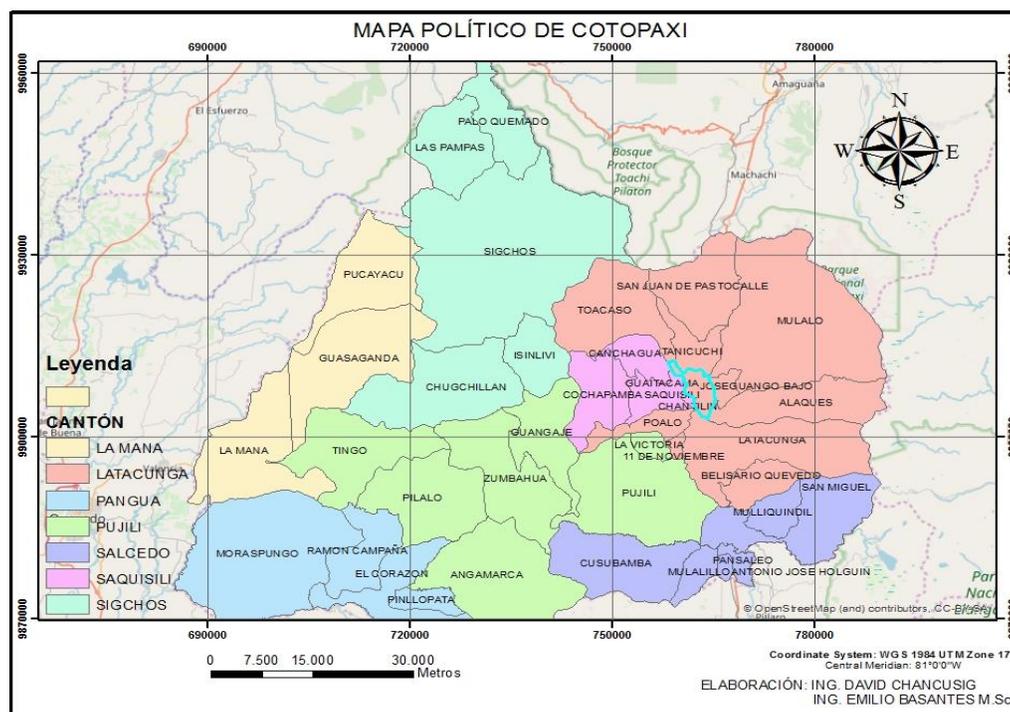


Figura 2. Mapa político de la provincia de Cotopaxi

Al referirse a la zona de estudio que corresponde a Guaytacama, conforme a la Tabla 1, se observa que el establecimiento de los cultivos según la Coordinación General del Sistema de Información Agropecuaria tuvieron una variación durante el período del 2010- 2017, así por ejemplo, las hortalizas tuvieron un área de producción de 310 ha en la cual el brócoli fue el que predominó con 225 ha, constituyéndose como el monocultivo principal de la zona y que actualmente pertenece en su totalidad a la empresa Nintanga Provefrut, cuya principal actividad es la producción y procesamiento de brócoli (SINAGAP, 2013).

Con el pasar de los años cultivos tradicionales como maíz, quinua, avena han ido disminuyendo, esto debido a que su espacio ha sido ocupado por cultivos extensivos como el brócoli. Mientras bajo invernadero se mantuvieron casi estables, recalando que en la parroquia se cultiva en esta modalidad flores de exportación y tomate esencialmente. De esta forma se observa que en la zona de estudio ha existido una actividad agrícola muy activa en el uso del suelo y al mismo tiempo se ha incrementado el área de producción de cultivos extensivos como el brócoli.

**Tabla 1**  
*Cultivos predominantes en los años 2010 y 2017*

Año	ha	
	2010	2017
Hortalizas	310	573
Cereales	1658	1344
Pastos	410	373
Misceláneos de ciclo corto	180	262
Misceláneos indiferenciado	72	80
Invernaderos	31	29
<b>Total</b>	<b>2661</b>	<b>2661</b>

Fuente: Coordinación General del Sistema Información Nacional Agropecuaria 2010.

## **4.2. Cobertura y uso de suelo.**

La Figura 3, muestra un mosaico de colores que indican las distintas actividades agrícolas referentes al uso del suelo que se ha dado durante el período 2010 - 2017, donde la cobertura vegetal ha sido muy diversa y cambiante, debido a las necesidades agrícolas que responden a actividades socioeconómicas desarrolladas en la zona. Este mapa temático generado en la zona de estudio contribuye en forma detallada y simplificada la optimización de uso del suelo correspondiente a la zonificación agroecológica de la parroquia, que permite determinar las zonas más aptas para cada cultivo, considerando los factores climáticos y edafológicos indispensables para desarrollar una agricultura sostenible.

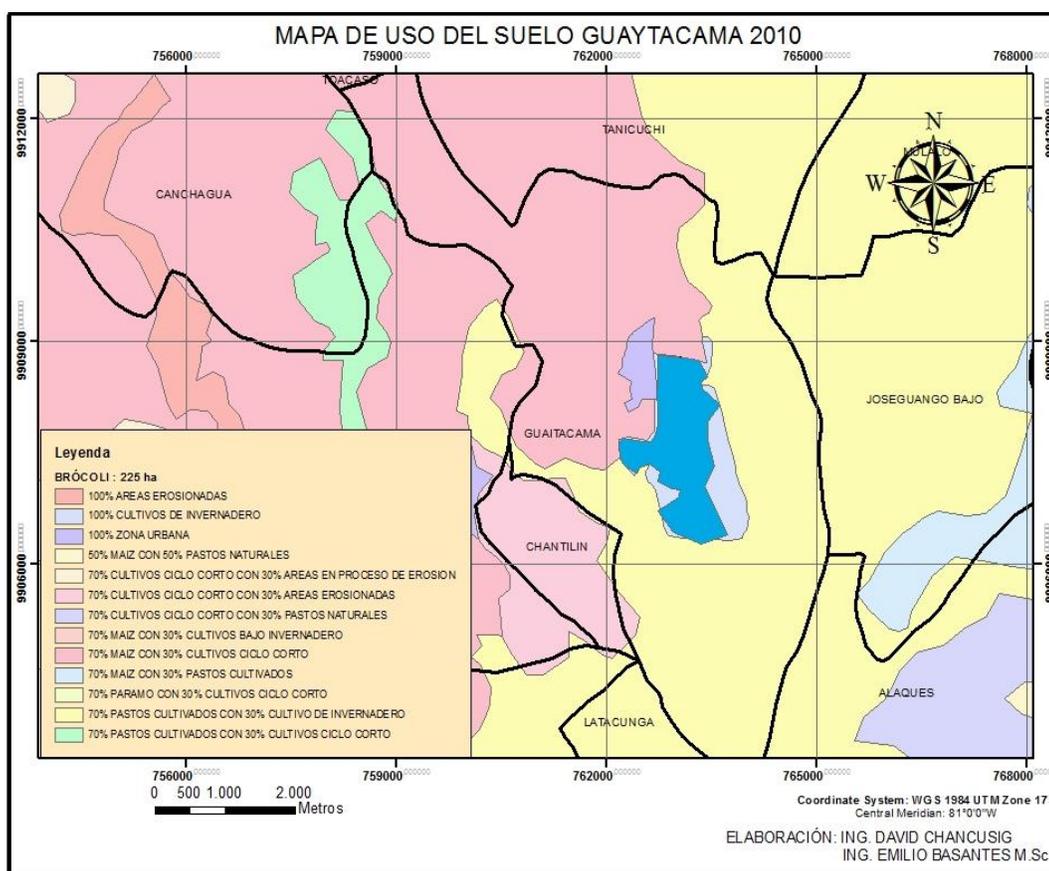
El mapa de la Figura 4, como el resto de mapas temáticos, fueron elaborados en base a la información y metodología del Ministerio de Agricultura del Ecuador la cual está clasificada en 4 niveles o capas de diferenciación de cobertura y uso de suelo, cuyos niveles se describen a continuación:

Nivel 1.- Muestra información sobre cuerpos de agua, tierras agropecuarias, vegetación arbustiva, zona antrópica y otras áreas.

Nivel 2.- área sin cobertura vegetal, bosque nativo, cultivos anuales, permanente y semipermanentes, área poblada, glaciares, infraestructura, paramo pastizales, plantaciones forestales, vegetación arbustiva, mosaicos agropecuarios.

Nivel 3.- cereales, frutales, hortalizas industriales, invernadero, leguminosas, misceláneo de cereales, misceláneo ciclo corto, frutales, indiferenciado, oleaginosas, raíces y tubérculos.

Nivel 4.- En el mapa de uso y cobertura de suelo que se presenta como producto, no indica diferenciación de cultivos, salvo los cultivos extensivos como son banano, maíz duro, palma africana y papa.



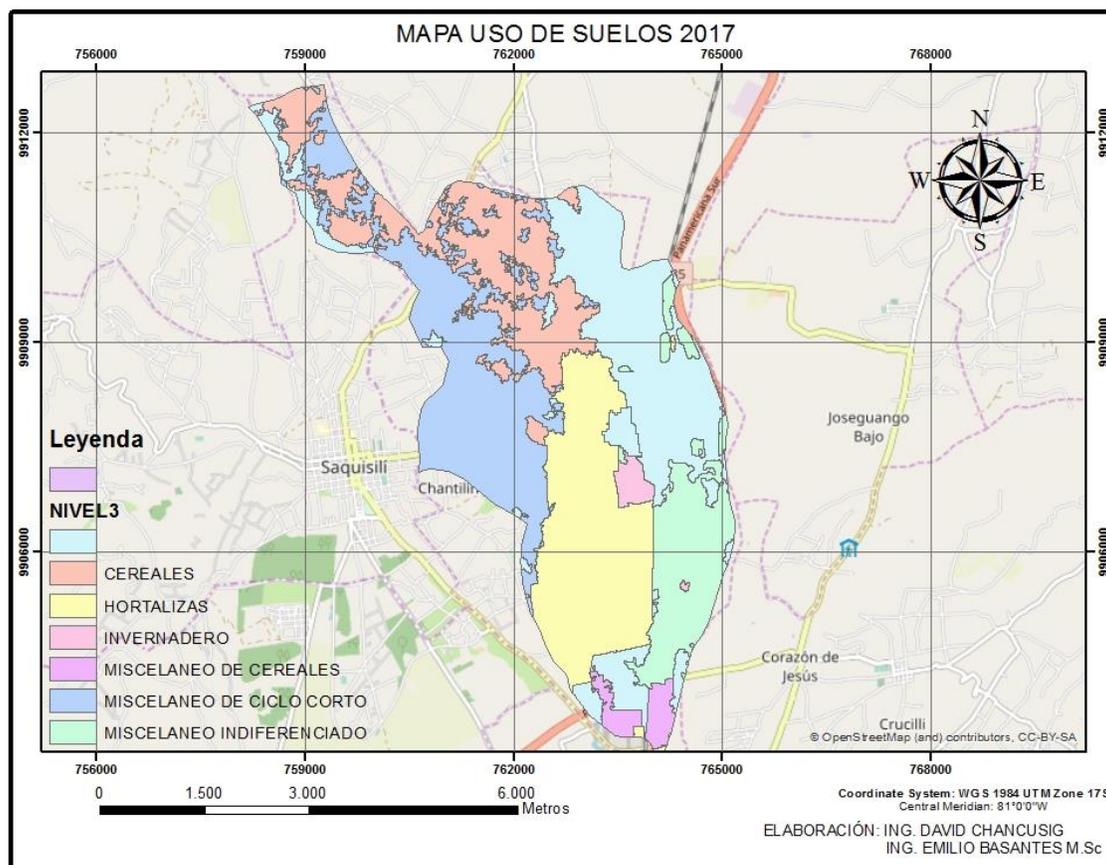
**Figura 3.** Mapa de cobertura y uso de suelo de la parroquia Guaytacama 2010

Esta investigación se desarrolló utilizando información del Nivel 3, siendo la más apropiada para solventar los objetivos del proyecto, la información fue procesada en el software de Sistemas de Información Geográfica. En la Figura 3 se observa que la parte sur de la parroquia un 35% aproximadamente se encuentra en una zona considerada como área erosionada, sector que engloba los barrios de Pilacoto, La libertad, Narváez y parte de San Sebastián, siendo este lugar

efectivamente un sector muy seco, de suelo arenoso y que no cuenta con sistemas de riego, situación que se ha ido agravando con el pasar del tiempo, provocada tal vez por el poco interés de los moradores de estos sectores en realizar agricultura, casualmente esta situación coincide con el hecho de que todos los moradores de estos sectores tienen como actividad económica el comercio de animales, legumbres y víveres en general, la misma que es realizada en las ferias de Sangolquí y Quito, dejando en segundo y hasta tercer plano las actividades agrícolas.

En la parte sur de la parroquia se observa un 45% de su área con una cobertura vegetal que corresponde a cultivos como el maíz y pasto, los que en aquel entonces eran cultivos que predominaban en esta zona de la parroquia, esto gracias a que este sector cuenta con sistemas de riego, solo que monopolizados por las haciendas del sector. Mientras que el 15% está repartido entre los cultivos de brócoli y cultivos bajo invernadero y la parte urbano o lo que sería el centro parroquial cubre el 5% de la superficie.

Para el año 2017, la Figura 4 muestra de manera más diferenciada que las hortalizas como el brócoli ha aumentado su área de cultivo alcanzando un 40%, los cereales como el maíz un 20%, monocultivo que ha predominado desde hace décadas en este sector sur de la parroquia, lo que ayudado a empobrecer los suelos volviéndolos poco productivos, cultivos de ciclo corto y misceláneos de ciclo corto indiferenciados están en un porcentaje del 10%, aproximadamente siendo un porcentaje bajo.



**Figura 4.** Mapa de cobertura y uso de suelo de la parroquia Guaytacama 2017

#### **4.3. Zonas de vida de la parroquia de Guaytacama.**

Los países de la región andina como Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia y Ecuador poseen la mayor extensión de sus tierras dentro de lo que se conoce como la zona de vida Bosque Húmedo Montano. La vegetación predominante en esta zona son los árboles, generalmente los suelos de esta región son sobre explotados y presentan bajo número de especies (Cavellier & Etter, 1993).

La clasificación en zonas de vida es un aspecto importante ya que permite conocer diferentes variables ecológicas y de esta manera poder tomar decisiones en relación a aspectos productivos y cambio de uso de suelo. La parroquia de Guaytacama está ubicada casi en su totalidad en la zona

de vida Bosque Húmedo montano bajo (bh-MB), con una topografía muy accidentada y suelos de baja productividad. Sus condiciones climáticas son relativamente buenas tanto para los seres humanos como para animales domésticos, el centro parroquial es muy poblado, lo que no sucede a sus alrededores, a causa de la baja calidad de sus suelos, potenciado por el monocultivo durante décadas. Las lluvias son muy irregulares y la temperatura fluctúa entre los 6 – 14 °C., siendo una zona propensa a heladas. En cuanto a su vegetación natural predomina el eucalipto.



*Figura 5.* Mapa de zonas de vida de la parroquia Guaytacama.

En lo que respecta al Bosque Seco Montano se menciona dos ejemplos como son Chota y Guayllabamba, los mismos que se encuentran ubicados en las provincias de Imbabura y Pichincha (Valencia, Cerón, & Palacios, 1999). El extremo sur de la parroquia está ubicado en la conocida

como zona de vida Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), este se caracteriza por un promedio anual de lluvias entre 500-1000mm, provocando que los suelos no sufran un lavado excesivo, conservando su fertilidad, siendo la razón que hasta la actualidad, se hayan asentado grandes extensiones del cultivo de brócoli.

#### **4.4. Tipos de clima de la parroquia de Guaytacama.**

La parroquia de Guaytacama se encuentra en los valles de la Cordillera de los Andes, su temperatura promedio esta entre los 12 y 20°C, con precipitaciones de 500 a 700 mm anuales, con dos períodos de lluvia no bien definidos pero que se enmarcan entre febrero-mayo y octubre-noviembre. En el cantón Latacunga predominan tres tipos de climas: Ecuatorial Mesotérmico Seco, Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo y Ecuatorial de Alta Montaña, específicamente en la parroquia de Guaytacama predomina el Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo con una incidencia del 80 %, el restante corresponde al tipo de clima Mesotérmico Seco con el 20% (Instituto Nacional de Meteorología, Hidrología (Ecuador), Ecuador. Servicio Nacional de Meteorología, & Hidrología., 2019).

Estudios realizados por Quintero (1986), aseveran que el brócoli como el resto de las crucíferas necesitan de un clima húmedo y fresco, pero su producción se puede ver afectada por condiciones de calor extremo, destacando además que pueden adaptarse a temperaturas relativamente bajas. Otro aspecto muy importante para este tipo de cultivos es la humedad relativa siendo la óptima del 70% y máxima 80%; alcanzado su pico de producción en altitudes que oscila entre los 2200 hasta 3000 msnm



**Figura 6.** Mapa de tipos de clima de la parroquia Guaytacama.

El cultivo de brócoli, responde bien a los deltas térmicos; en la parte central de la provincia de Cotopaxi se presenta rangos de temperatura que van de 3°C en las mañanas, pasando por los 23°C al medio día y llegando a los 10°C por las noches; estas variaciones de temperatura hacen que se logre pellas compactas y un color verde intenso, al contrario de otras latitudes del planeta, donde no se alcanzan estos deltas térmicos, lo que provoca que la pella sea de un color verde amoratado y no alcance los rangos de compactación requeridos para exportación.

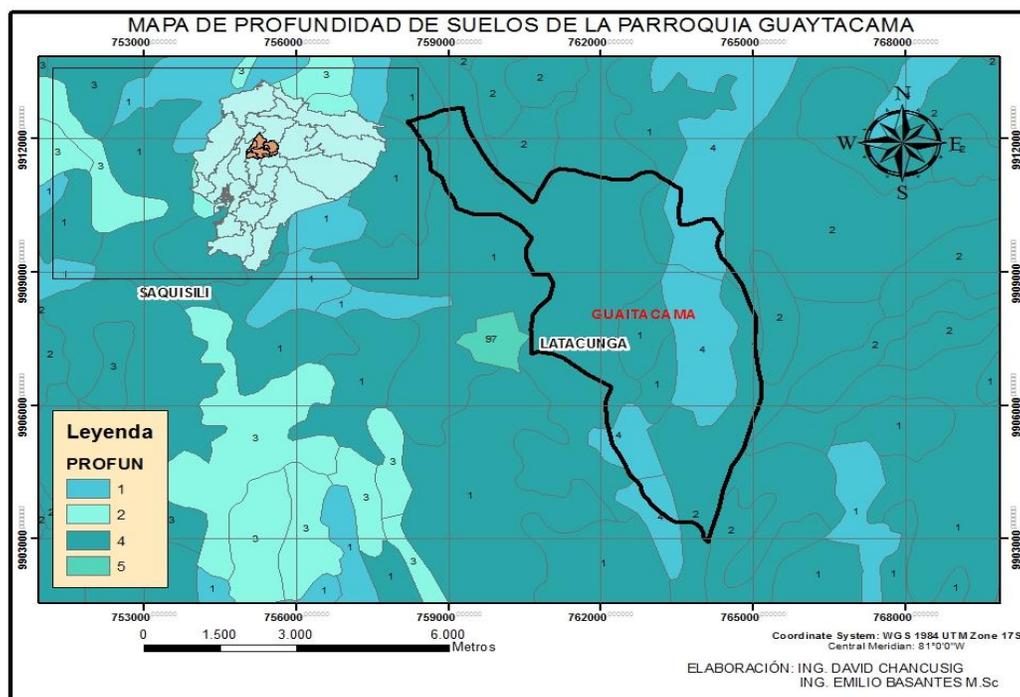
#### **4.5. Profundidad de los suelos de la parroquia de Guaytacama.**

En el Ecuador se ha venido dando una sobre explotación a su área agrícola, siempre con el único objetivo de obtener mayores ingresos económicos casi siempre poniendo a parte la sostenibilidad

de esos suelos y afectando su biodiversidad, Es por este motivo que se hace necesario la utilización de nuevas herramientas, que nos ayuden a tomar decisiones con el objetivo de realizar una agricultura amigable con el medio ambiente.

La profundidad de un suelo es determinante en el crecimiento de las plantas, restringe la capacidad de almacenar agua, la exploración de las raíces. En el período 2000 -2002 se ejecutó un proyecto por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador la geo - referenciación de coberturas vegetales y mapas de suelos, como el que se muestra en la Figura 6 en el que se observa la profundidad de los suelos de la parroquia de Guaytacama, la misma que posee un 80% de su suelo con una profundidad efectiva de 1.0 m, es decir es un suelo con condiciones favorables para realizar agricultura (SINAGAP, 2013).

Como casi todos los cultivos, el brócoli requiere de terrenos sueltos, con abundante materia orgánica, de preferencia suelos profundos, ya que este tipo de suelos evitan que se produzcan encharcamientos (Quintero, 1986). En lo que se respecta a las propiedades de un suelo Knott (1979), describe que los suelos de pH de 6.0 y 6.8 son los más aptos para la mayoría de los cultivos entre ellos el brócoli, con un alto contenido de materia orgánica y sobre todo los suelos franco y profundo, la ausencia de cualquiera de estas propiedades podría provocar que el sistema radicular no se desarrolle completamente, ya que incluso estos factores son determinantes a la hora de almacenar agua, incrementando o disminuyendo la capacidad de infiltración, asegurando así que puedan llevarse a cabo todos los procesos biológicos.



*Figura 7.* Mapa de profundidad de suelos de la parroquia Guaytacama.

#### 4.6. Uso de suelo agrícola en la parroquia de Guaytacama.

En la actualidad existen sistemas de teledetección los mismos que nos ayudan a visualizar los diferentes cultivos que se producen en nuestro país, así como también paramos, bosques, pastizales, cuerpos de agua, etc. Esta información es muy importante porque se podría determinar el mal uso del suelo, pero sin duda el mayor beneficio será para nuestros campesinos, siempre y cuando esta sea bien utilizada, ya que podría ser una ayuda para las autoridades a la hora de tomar decisiones respecto a políticas públicas.

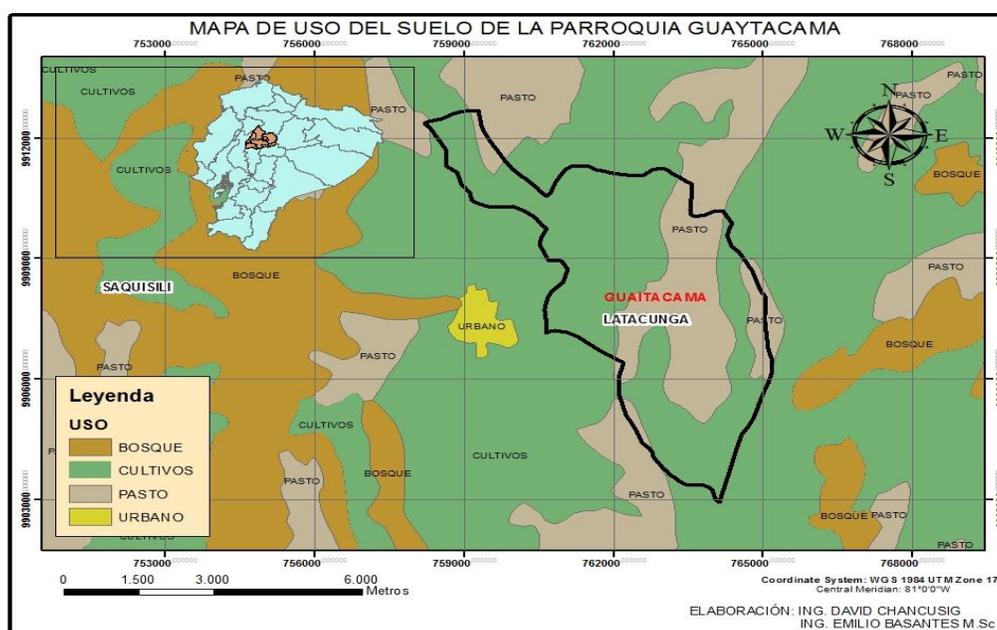
El cambio de uso de suelo puede tener diversas explicaciones, autores como Geist & Lambin, (2001), explican que la modificación de la cobertura y uso del suelo son consecuencia de factores políticos, económicos, culturales y ecológicos. Otros autores determinan que los aspectos

socioeconómicos y el poco interés de las autoridades en realizar estudios sobre el uso de suelo provoca más de una dificultad para integrar aspectos biofísicos y humanos (Nagendra, Munroe, & Southworth, 2004)

La detección de los cambios de suelo utilizando imágenes satelitales, percepción remota, ortofotos, son útiles para la toma de decisiones. Con estas herramientas tecnológicas se desarrolló un mapa de suelo para la parroquia de Guaytacama, donde se puede determinar que el 30% del territorio, está ocupado con pastos, como alfalfa, avena, ray grass entre otros, en el restante 70% está ocupado por cultivos de ciclo corto como maíz, papas, chocho, entre otros.

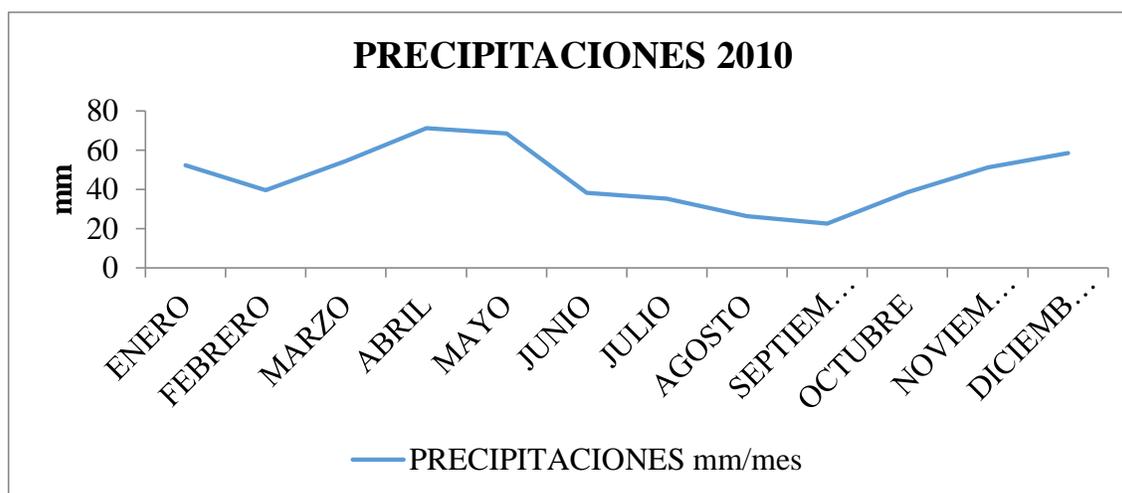
#### 4.7. Isoyetas.

Como se muestra en la Figura 8, para el año 2010 los promedios de precipitaciones fueron de 46.4 mm, los meses más lluviosos van desde marzo a mayo y los meses de menor presencia de lluvias fueron de junio a septiembre.



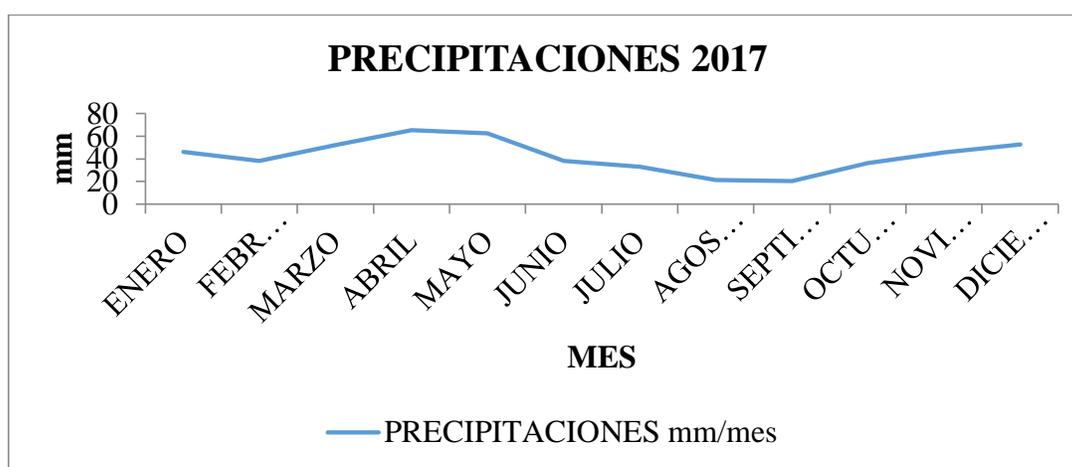
**Figura 8.** Mapa de uso de suelos de la parroquia Guaytacama

Para el año 2017, se observa en la Figura 9; que los promedios de precipitaciones fueron de 42.6 mm, los meses más lluviosos van desde marzo a mayo y los meses de menor presencia de lluvias fueron de junio a septiembre. Es de recalcar que los rangos de precipitaciones se redujeron en 3.8mm por mes; esto quiere decir que existe una disminución en las precipitaciones de 3.8 lt/m<sup>2</sup> de lluvia mensual.



**Figura 9.** Precipitaciones promedio 2010 en la parroquia Guaytacama

Fuente: (INAMHI, 2010).



**Figura 10.** Precipitaciones promedio del año 2017 en la parroquia Guaytacama

Fuente: (INAMHI, 2017).

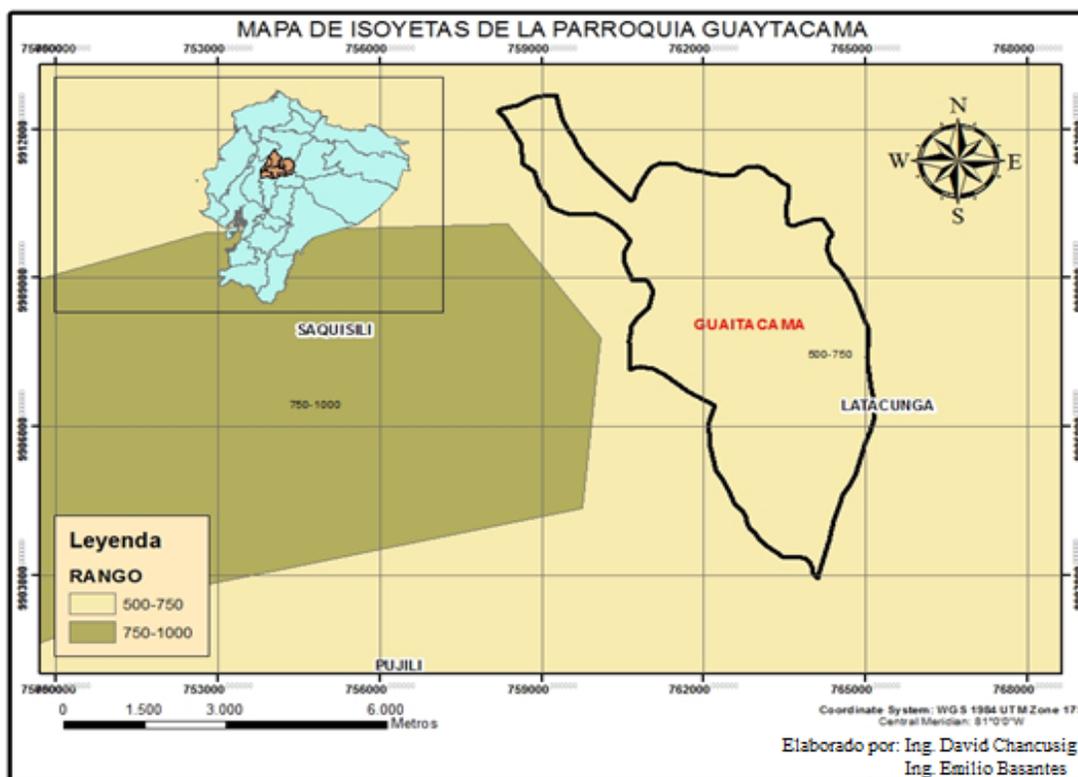
Con base a la información disponible, la presente investigación tiene por objetivo desarrollar un modelo de intervención sostenible, mediante la elaboración de mapas temáticos para determinar una zonificación agroecológica de cultivos en la parroquia de Guaytacama, aplicándose a cultivos propios de la zona. Los criterios para el desarrollo de estos mapas fueron climáticos (isoyetas e isothermas).

En Latinoamérica la mayor parte de la producción que abastece a los mercados proviene de pequeños agricultores quienes dependen directamente del agua de lluvia para la producción. Estudios realizados con modelos de cambio climático predicen que los regímenes de lluvia podrían reducirse en un 50% antes del 2020, provocando una severa disminución de la producción de zonas agrícolas especialmente en zonas semi áridas (Rosenzweig & Hillel, 1998).

La producción de brócoli a nivel provincial se ha ido desarrollando con el paso de los años, como caso particular mencionamos a la parroquia de Guaytacama ya que es una de las parroquias donde más se ha incrementado la producción de este cultivo, gracias a las condiciones climáticas de esta zona que han hecho que empresas productoras del brócoli se afiancen en esta zona, autores como Knott (1979), sostiene que zonas como la del cantón Latacunga son las más propicias para la producción de brócoli, esto en referencia a su clima en el que predomina lugares de climas templados y fríos, con humedades relativas del 75%; y altitudes que promedian los 2800 m.s.n.m.

La lluvia es un factor trascendental para la producción del brócoli, afectando en forma positiva o negativa, según Quintero (1986), establece que la lluvia es determinante en el desarrollo normal del brócoli, no solo por el daño mecánico que podría producir en la pella, sino también por estar asociada directamente con algunas enfermedades, los períodos próximos a la cosecha son los más

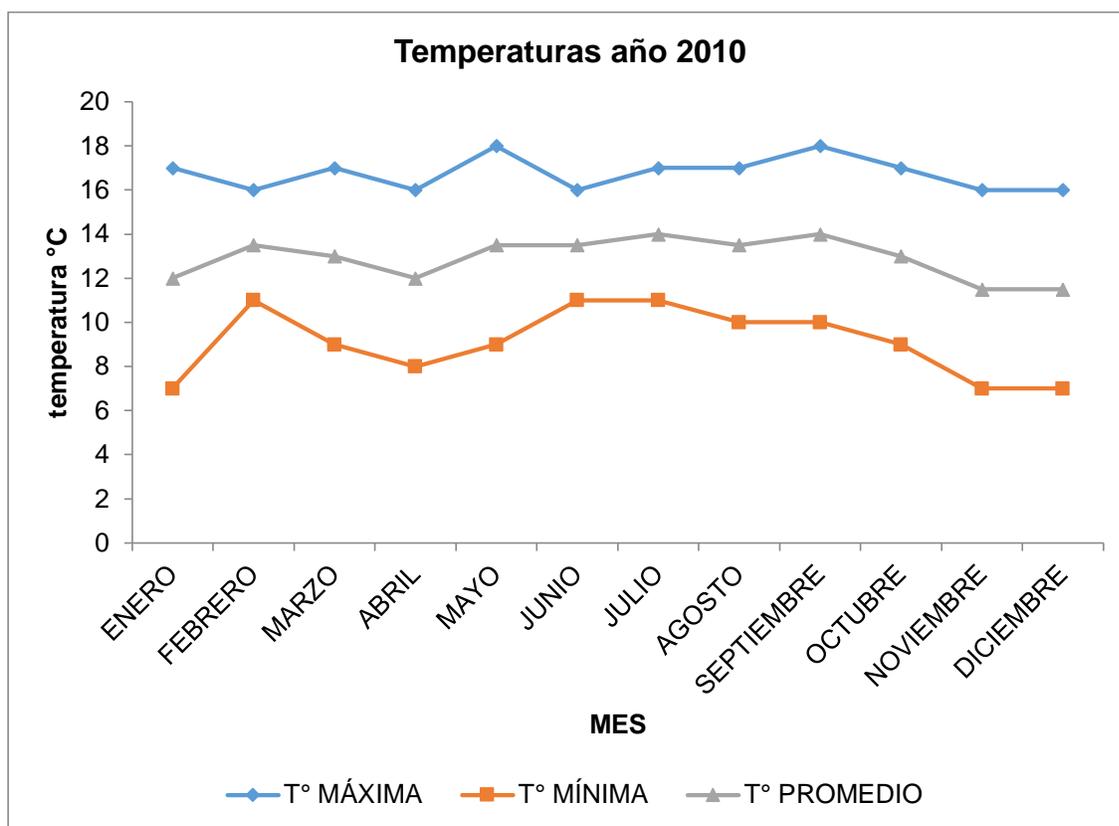
delicados en cuanto se refiere a lluvia, ya que esta podría acelerar la maduración de la pella, provocando que la cosecha se la realice antes de tiempo, afectando la calidad del producto.



*Figura 11.* Mapa de isoyetas de la parroquia Guaytacama

#### 4.8. Isotermas

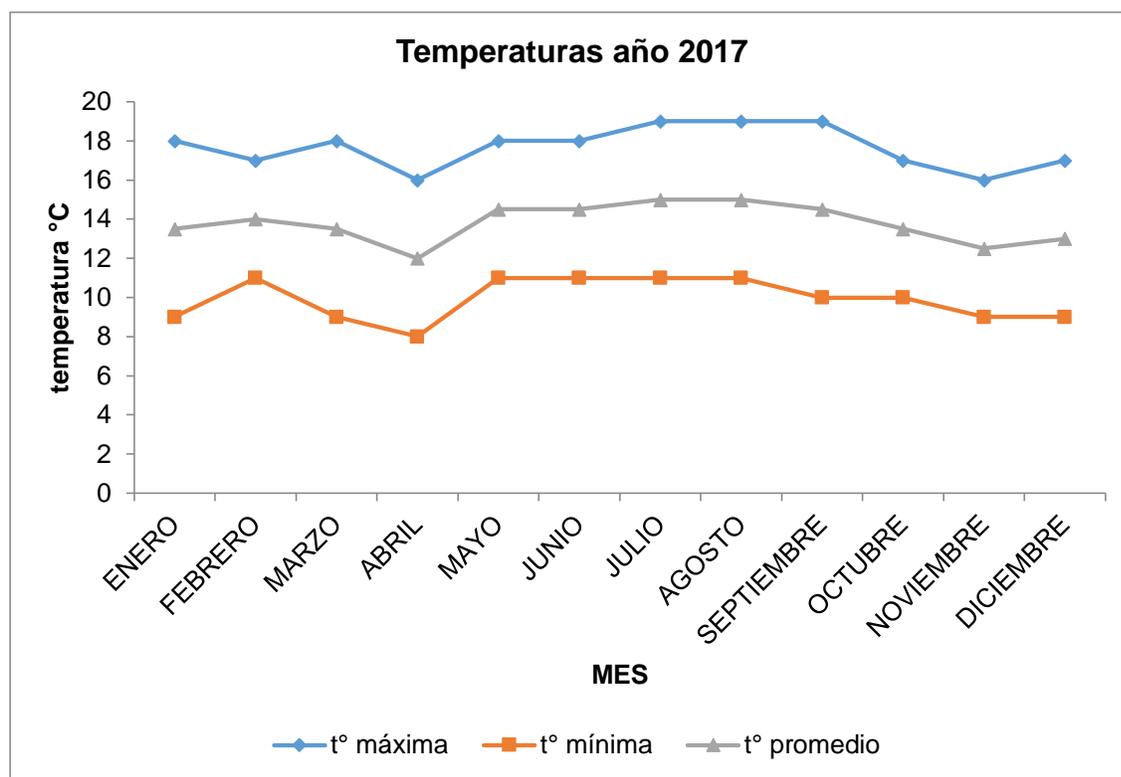
La Figura 10, muestra los promedios de temperatura en la parroquia de Guaytacama, los mismos que fueron  $12.9^{\circ}\text{C}$ , con una temperatura máxima promedio de  $16.75^{\circ}\text{C}$  y una temperatura mínima promedio de  $9.08^{\circ}\text{C}$ . Los meses más cálidos van desde mayo a septiembre y los meses más fríos se presentaron en los meses de noviembre y diciembre.



**Figura 12.** Temperatura máxima, mínima y promedio de la parroquia Guaytacama

Fuente: (INAMHI, 2010).

Para el año 2017, según se puede observar en la Figura 12; los promedios de temperatura fueron de 13.7°C, con una temperatura máxima promedio de 17.6°C y una temperatura mínima promedio de 9.9°C. Los meses más cálidos van desde mayo a septiembre y los meses más fríos se presentaron en los meses de noviembre y diciembre. Contrastando los valores del año 2010 al 2017, se puede observar que existe un incremento de temperatura promedio de 0.89°C.



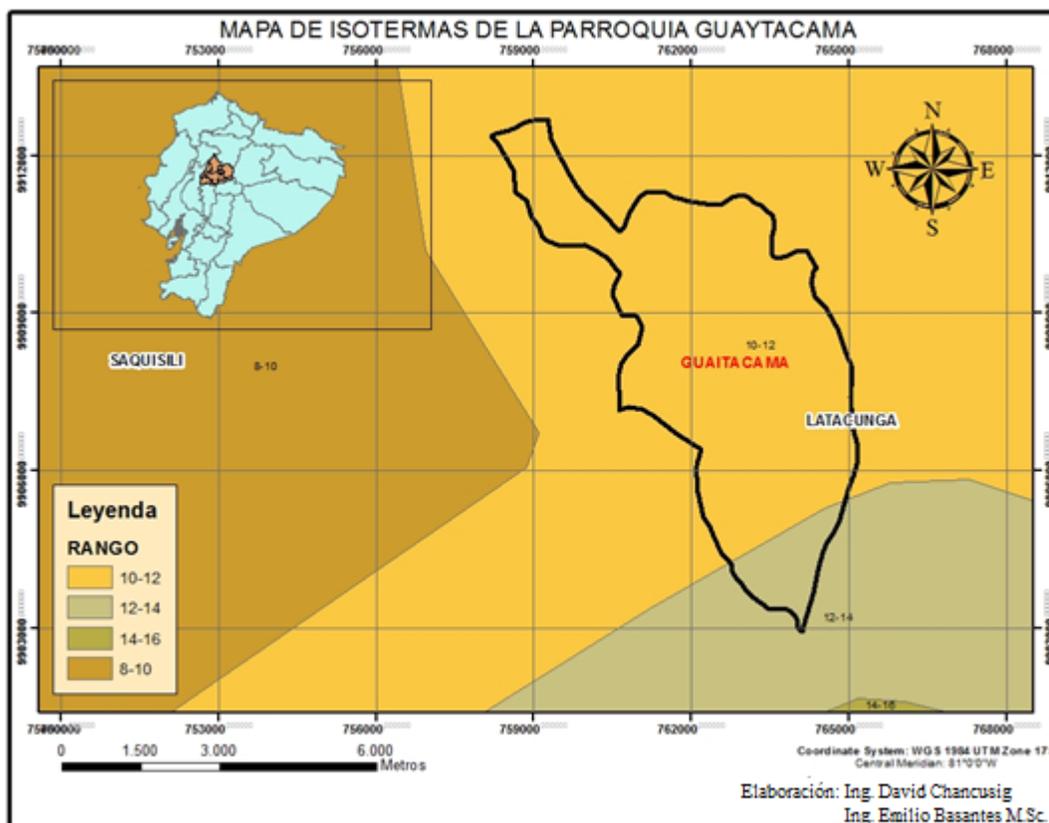
**Figura 13.** Temperatura máxima, mínima y promedio de la parroquia Guaytacama, año 2017

Fuente. ((SINAGAP, 2013)).

Existen estudios que pronostican una disminución del 10% en la producción del maíz hasta el año 2055 en África y América Latina, siendo los más afectados la población campesina latinoamericana y África sub-Sahariana. Esta disminución de producción está estrechamente relacionada con el aumento de temperaturas y detrimento de los regímenes de lluvia. Como es lógico todos estos perjuicios provocados por el cambio climático no solo afectan directamente a la alimentación de nuestros campesinos sino también a la economía de estos pueblos, los que en su mayoría se dedican a la producción agrícola (Jones & Thornton, 2003).

Estudios realizados por Edmond (1967), afirman que el brócoli es un cultivo que se adapta fácilmente a climas fríos, en estas condiciones es donde se registran sus picos de producción en

cuanto a cantidad y calidad, las temperaturas mas propicias sonon en las que la temperatura oscila entre los 10 y 21°C., asegurando asi que las pellas tengan una buena calidad.



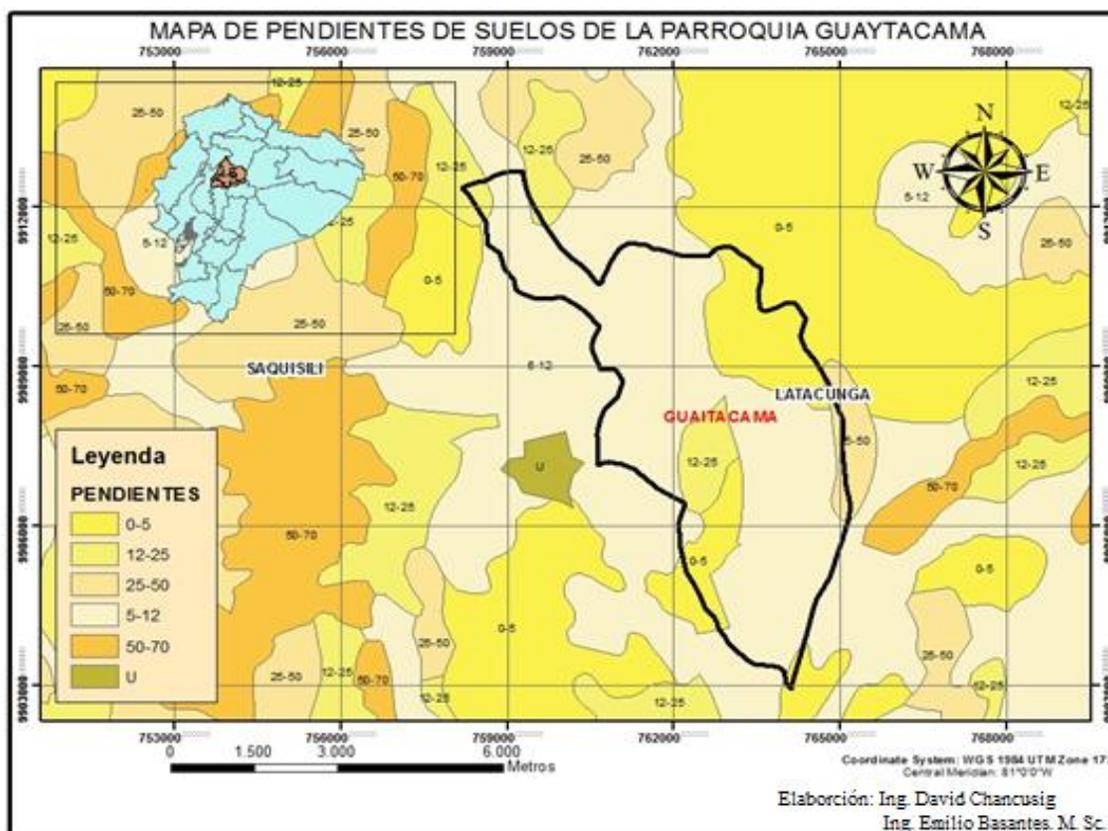
*Figura 14.* Mapa de isotermas de la parroquia Guaytacama.

Los regimenes de lluvia (frecuencia, duracion e intensidad) de una zona y su relación con la pendiente del terreno son factores determinantes de la erosión, la cualidad que tiene un suelo para que el agua pueda infiltrarse es muy significativa para que este no sea movilizado a causa de la escorrentía.

#### **4.9. Pendientes.**

Estudios realizados por Poudel *et al* (2002), determinan que los efectos negativos de la erosión son más evidentes y ocurren con mayor rapidez en suelos de pendiente, es por esta razón que se hace indispensable el estudio de mapas de la geomorfología del suelo, ya que este fenómeno es un limitante al realizar agricultura sostenible. En contraste a lo argumentado, existe un efecto positivo y este se presenta al pie de la pendiente, este sitio se ve favorecido a causa de la escorrentía que al arrastrar la capa arable enriquece estos sitios.

La pendiente de los suelos es un desencadenante de problemas, por ejemplo la erosión por escorrentía, este fenómeno está relacionado con muchos factores como la topografía, cobertura y uso de suelo, el clima, factores antrópicos y sobre todo la falta de investigaciones sobre estos temas que son específicos para cada zona; es por esta razón que es muy difícil cuantificar la pérdida de productividad y de suelo agrícola a causa de la erosión por escorrentía (Calvache, 2015).



*Figura 15.* Mapa de pendientes de suelos la parroquia Guaytacama.

Debido a la pendiente en ocasiones pueden ser removidos completamente los horizontes de suelo, es por ello que la productividad de los suelos puede verse afectados de manera drástica perjudicando así directamente a la economía de nuestros campesinos, por lo tanto, se debe reducir estos efectos nocivos para los suelos como por ejemplo con la que construcción de terrazas, que disminuirán el efecto de la erosión (Calvache, 2015).

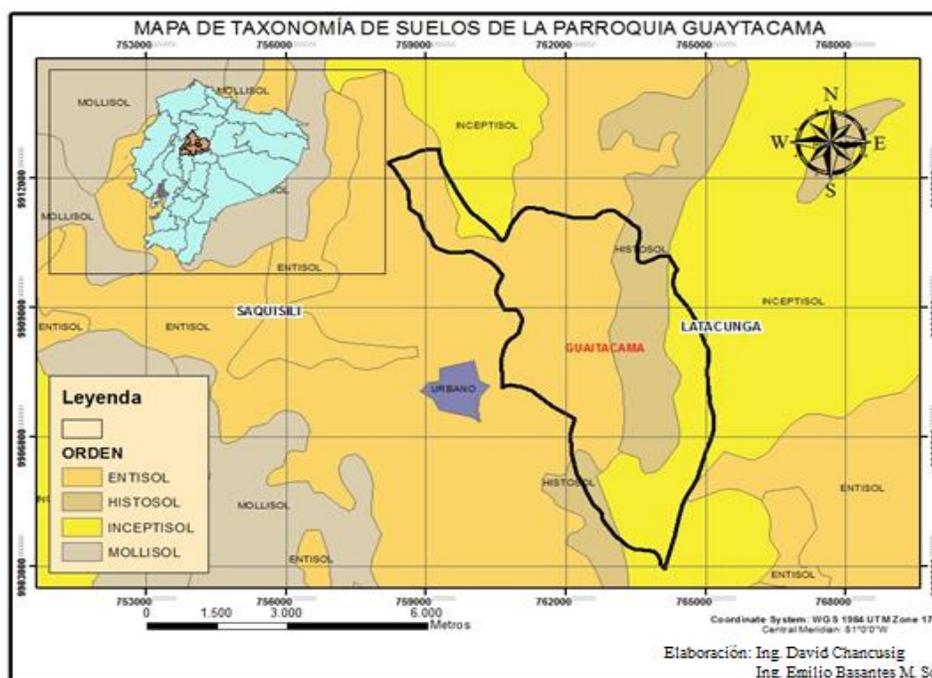
#### **4.10. Taxonomía de suelos**

En la parroquia se puede distinguir tres clases de suelos, prevaleciendo los que se conoce con el nombre de entisoles, histosoles e inceptisoles (Calvache, 2015)

Entisoles: son suelos superficiales, poco desarrollados, se originan de materiales arrastrados por la escorrentía.

Histosoles: Son de carácter orgánico, la incorporación de materia orgánica es constante en algunos países también se los conoce como turbas.

Inceptisoles: Son suelos propios de la sierra, de buena profundidad, su color oscuro es una de sus principales características, ya se puede distinguir sus diferentes horizontes. (Calvache, 2015)



**Figura 16.** Mapa de taxonomía de suelos la parroquia Guaytacama.

#### 4.11. Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017

Los meses de enero, agosto y diciembre son los más calurosos mientras y los meses de mayo, junio, julio y noviembre no sufren un cambio alarmante; febrero marzo, septiembre y octubre, no se observan alteraciones que influyan en el campo climático. La variable temperatura esta no varía

significativamente ya que el coeficiente de varianza tanto mensual como anual, presenta un coeficiente de varianza de 8,59%.

**Tabla 2**

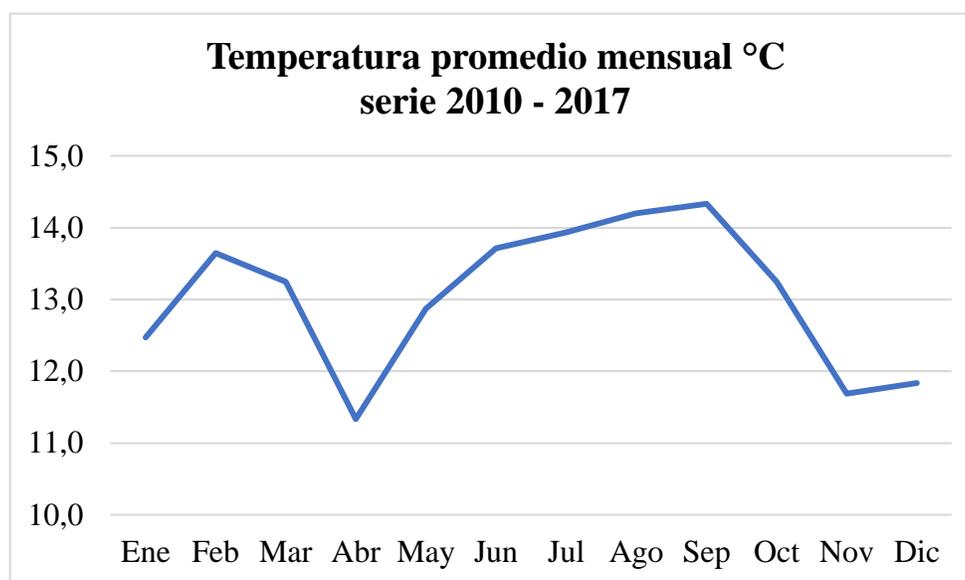
*Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017*

	Promedio	Std	CV %
Ene	12,5	0,8	6,04
Feb	13,7	0,5	3,84
Mar	13,3	0,5	4,01
Abr	11,3	0,8	6,63
May	12,9	1,1	8,35
Jun	13,7	0,6	4,64
Jul	13,9	0,7	5,22
Ago	14,2	0,9	6,06
Sep	14,3	0,3	1,79
Oct	13,3	0,3	1,93
Nov	11,7	0,5	3,87
Dic	11,8	0,6	5,23
	13,0		4,80

Fuente: (INAHMI 2019)

La varianza es de 4.8, mucho menor de la variación entre meses, destacando que los meses de septiembre y octubre son los meses de menos variación con un promedio de 1.86 en tanto que el mes de mayo presenta mayor variación de la temperatura 8.35%, seguidos por los meses de enero, abril y agosto con alrededor de 6%.

De los datos correspondientes a la temperatura 2010 – 2017 se observa que la temperatura media es alrededor de 13°C siendo “estándar” tanto anual como mensual, por lo que se resalta que las condiciones climáticas de la zona son regulares este período.



**Figura 17.** Temperatura promedio mensual período 2010 – 2017

Fuente: INAMHI (2017)

#### **4.12. Precipitación promedio mensual período 2010 – 2017.**

En cuanto a los valores de precipitación son bajos llegando a tener un valor promedio de 541.7 por año, con una media anual de 45.1 la cual es baja que no va cubrir las necesidades hídricas de los cultivos por lo que habrá la necesidad de desarrollar proyectos de riego parcelario y así, poder contribuir con la agricultura familiar campesina de la zona.

Sin embargo, durante el período 2010 – 2017 las variaciones de precipitación mensual para cada año fueron altamente variables con un coeficiente de variación 35.19 y siendo el 2012 el año más lluvioso y el menos lluvioso correspondió al 2017 con 512mm. La variación de la precipitación en esta serie 2010 – 2017 tuvieron un coeficiente de variación de 8,59; siendo la menor en enero.

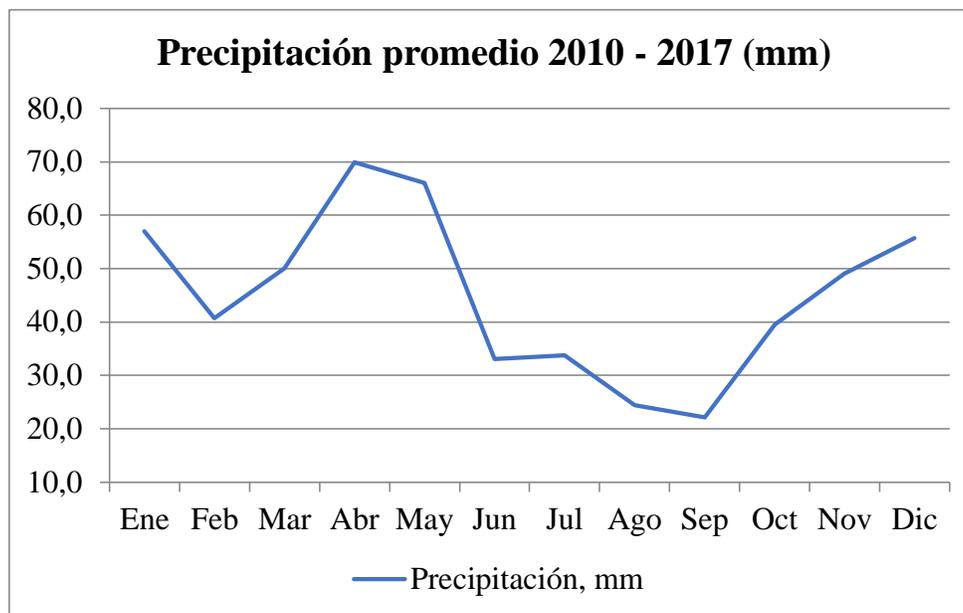
Los meses de enero, junio, agosto y diciembre son los más variables con un coeficiente de variación de 11 a 13.8%. Los meses de menor variación fueron en el mes de abril con un coeficiente .47, mayo 5,54 y octubre 5.5. Asumiendo una necesidad hídrica mínima de 1.5 mm se diría que los meses de febrero, junio, julio, agosto, septiembre y octubre tendría que darse riego y solamente los meses de enero, marzo, abril, mayo y diciembre no necesitarían riego, pero si se asume una lámina de riego de dos milímetros todos los meses a excepción de abril y mayo, entonces en esta zona la papa no es un cultivo recomendable, sino los cultivos de secano como arveja, amaranto, quinua e adaptarían a estas condiciones climáticas.

**Tabla 3**

*Precipitación promedio mensual período 2010 – 2017*

	Media	Std	CV %
Ene	57,1	7,8	13,74
Feb	40,8	2,6	6,28
Mar	50,1	3,6	7,11
Abr	69,9	2,4	3,47
May	66,1	3,7	5,54
Jun	33,1	4,6	13,76
Jul	33,8	3,1	9,20
Ago	24,4	2,7	11,05
Sep	22,2	1,4	6,17
Oct	39,5	2,2	5,51
Nov	49,1	4,8	9,88
Dic	55,7	6,3	11,39
	45,1		8,59

Fuente: INAHMI (2019)



**Figura 18.** Fuente: INAHMI (2019)

La provincia de Cotopaxi ha sido netamente agrícola, pero a la hora de elegir productos para la alimentación, el brócoli es un producto que desde hace unos 20 años se ha ido posicionando en los mercados del país, siendo esta provincia la principal productora de este cultivo, los suelos de la parroquia son poco profundos con un promedio de 10 cm de capa arable; las condiciones agroclimáticas de la parte sur de la parroquia son las más propicias para el cultivo de hortalizas.

Como se pueden observar en la Tabla 1, en el año 2010 existía 225 ha con brócoli en la parroquia; en tanto que, para el año 2017 se registraron 335 ha. El cambio de uso del suelo ha implicado que exista menor superficie para el cultivo de pastos y un mayor uso del brócoli. Por las condiciones climatológicas, el brócoli es un cultivo que se adapta a las condiciones de la zona, obteniendo mejores rendimientos y características especiales.

En la provincia de Cotopaxi, existen muchos productores dispersos de hortalizas e incluso asociaciones de productores; pero que no están adecuadamente capacitados para acuerdos de

comercialización y producción con empresas exportadoras de brócoli; por experiencias locales, existe la asociación de hilanderas de la parroquia Poaló, la asociación de productores de hortalizas de San Buena Ventura; entre otras, las cuales realizan producción de brócoli de manera dispersa, no se llegan a entendimientos asociativos para que la pequeña extensión de tierra que posee cada socio, se pueda unir y dar a la agroindustria una producción constante y de igual calidad (Rendón, 2018).

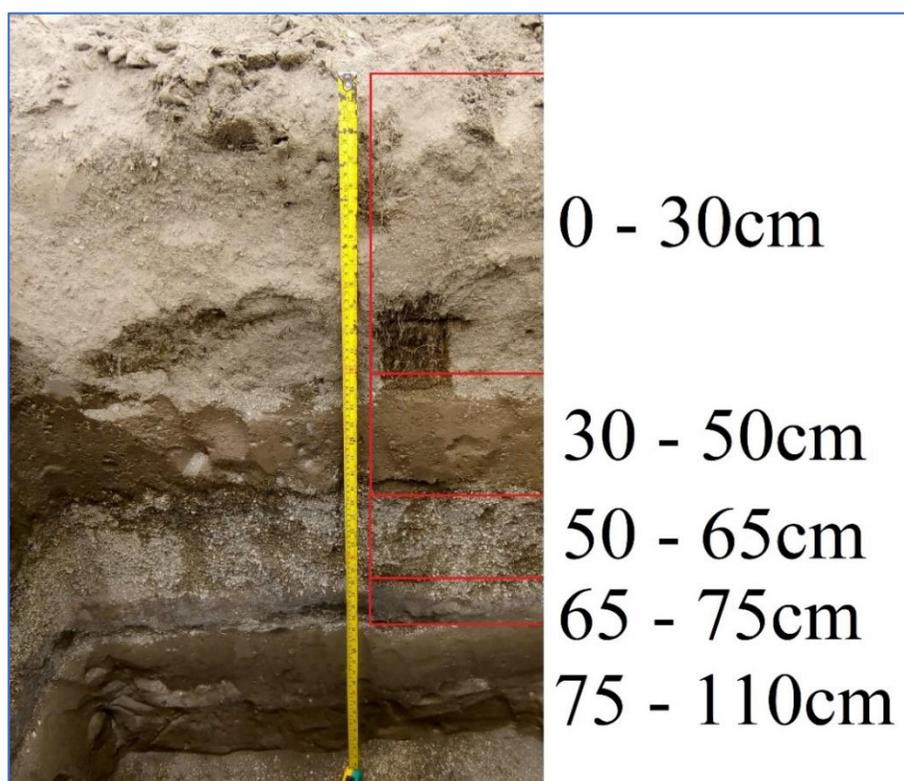
Existe una demanda insatisfecha, que va en aumento en el mercado de Estados Unidos y Canadá; cada vez se requieren mayores volúmenes de brócoli congelado; por lo cual se debe re potencializar el aeropuerto de carga internacional Cotopaxi, hasta mediados del año 2017, todas las empresas de carga decidieron abandonar sus operaciones por los altos costos que implica operar en este aeropuerto; más es igual una decisión política y de difusión, hacer que empresas de carga regresen a operar; pero esto solo se logrará cuando los volúmenes de producción sean adecuados, las vías de acceso estén en excelente estado, con existencia de acopio y recepción (Rendón, 2018).

En la parroquia, la ganancia de superficie urbana; provoca la disminución de la superficie cultivable; hace que la agricultura requiera lograr mejores rendimientos y aumentar la productividad; por lo cual, es posible la seguridad alimentaria de la familia, mediante el uso de huertos caseros urbanos, hidroponía; obviamente los volúmenes no son una alternativa para exportación; pero si para lograr la seguridad alimentaria familiar.

Luego del proceso de cosecha del brócoli, los tallos, hojas y pellas no comerciales; en muchos casos, no reciben un adecuado tratamiento de composta; sino solo se incorporan directamente al suelo; con lo cual muchas de las plagas y enfermedades, permanecen en este barbecho; se recomienda una adecuada composta de los mismos, o en su defecto los productores de leche de la zona, han empezado a usar a los restos del brócoli como una fuente de alimento para el ganado

bovino, con esto se consigue dinamizar el sector lechero de la zona, al disminuir los costos de producción por compra de alimentos balanceados (Rendón, 2018).

De acuerdo a la figura 19, se muestra que el suelo varía en profundidad, observando un horizonte de 0 a 30 cm con propiedades físicas correspondientes a una textura areno-limosa, suelto, sin estructura, con gran cantidad de raíces de medianas a finas, con una coloración café clara, proveniente de ceniza volcánica y con relación al contenido de humedad esta no tiene capacidad de retención de agua con una capacidad de almacenamiento del 16% de humedad (tabla) la cual es un contenido muy bajo, el ph de neutro a alcalino, debido a que su origen es de procedencia de roca volcánica (calcita).



**Figura 19.** Calicata para determinar horizontes de suelo.

De acuerdo a estos resultados, este suelo presenta aptitud agrícola para cultivos con sistema radicular de 30cm y para mejorar su fertilidad es recomendable altas incorporaciones de materia orgánica en el orden de 50 a 100 toneladas por ha, las cuales pueden adicionarse anualmente de 5 a 10 toneladas. A continuación, se observa una capa de consistencia más dura con un espesor de 20 cm, localizado a una profundidad de 30 a 50cm con una textura areno – limoso, estructura granular fina (sin estructura) de color café oscuro, proveniente de la materia orgánica y material alofónico e origen volcánico. No se observa raíces abundantes por lo que es una capa más compacta impermeable, lo que indica acumulación de bases, luego de este horizonte se presenta tenemos una capa de 15 cm correspondiente a un material piroclástico que ha sido sedimentado durante las emisiones volcánicas, este material es muy permeable y hay ausencia complete de raíces. Nuevamente se observa otro horizonte de acumulación entre los 75 y 110 de profundidad y luego sigue otra capa de sedimentos.

#### **4.13. Análisis de suelo 2012 - 2019 Hacienda Nintangá**

Las condiciones de fertilidad del suelo fueron evaluadas en base a los resultados del análisis de suelos en dos épocas diferentes años 2012 - 2019, con el análisis de suelos se determinó el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad, y la toxicidad de algunos elementos. El análisis de suelo permite determinar el grado de fertilidad del suelo, lo que es vital para las plantas, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores de tipo físico como el mal drenaje, escasa profundidad, piedra superficial, déficit de humedad, etc., entre otros que pueden limitar la producción, aun cuando

la fertilidad del suelo sea adecuada, por lo que el grado de potencial productivo de un suelo está determinado por sus características químicas y físicas.

De los resultados obtenidos de los análisis de suelo, se observa en la Figura 19, que el año 2012 presenta niveles bajos de nitrógeno ( $\text{NH}_4$ ) 14,0 ppm, lo que afecta directamente la absorción de fósforo, En el que manifiesta que el nitrógeno incide directamente en la disponibilidad del fósforo para las plantas, este fenómeno genera un ambiente ácido alrededor de la raíz, empeorando radicalmente la absorción del fósforo (Calvache, 2015).

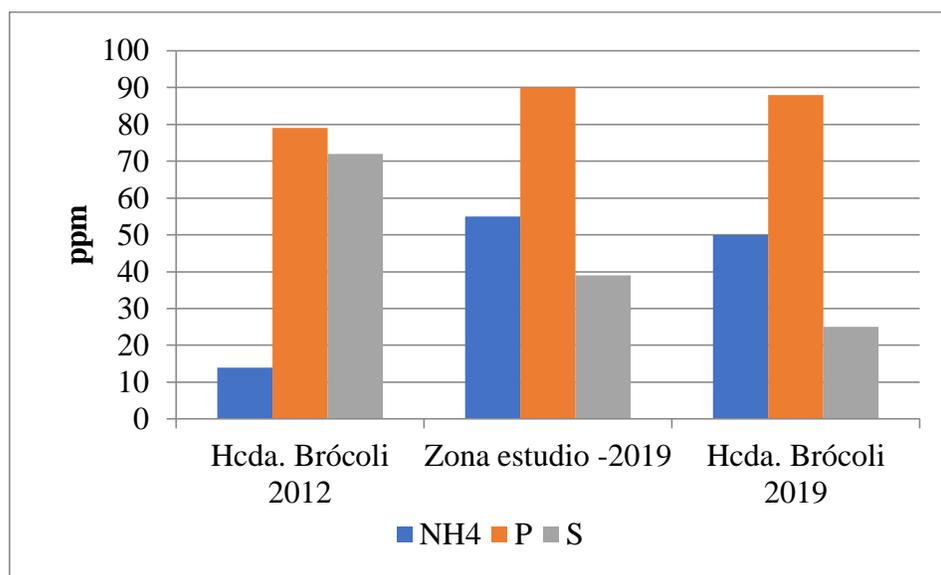
Los niveles fósforo según los resultados realizados en el INIAP, muestran niveles altos de este elemento lo que resulta perjudicial para el cultivo de brócoli, según Rincón *et al* (1999), existen complicaciones por la fertilización excesiva con fósforo, pues el exceso de este influye en la maduración precoz de las plantas provocando deficiencias de zinc y hierro.

En cuanto a los niveles de azufre los registrados en el 2012 se encuentran en niveles altos (72 ppm), según Sarli (1980), el azufre debe ser transformado en el anión sulfato ( $\text{SO}_4=$ ) para que las plantas tengan capacidad de absorber este elemento, esto difiere del calcio y el magnesio que son absorbidos por las plantas como cationes.

Con relación al estado de fertilidad del suelo en el período 2012 – 2019 se observa que hay un incremento de los niveles de nitrógeno y potasio, mientras que los niveles de azufre han ido en detrimento observados en el 2012, este incremento puede deberse al manejo intensivo y al abuso de fertilizantes químicos cuya fuente de fertilización ha sido el nitrógeno y potasio.

En el Figura 19, se presenta los valores correspondientes a la variación de los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, que están presentes en la hacienda Nintanga y un suelo de una zona aledaña al brócoli, evaluados de acuerdo a los resultados disponibles del año 2012 y 2019. En estos se puede observar que en lo referente al nitrógeno fue subiendo debido actividades de

aplicación de fertilizantes nitrogenados en tanto que con relación al fósforo su contenido es alto superando los 80ppm lo que refleja que es una zona de origen volcánico y con las actividades de aplicación de fertilizantes fosforados se ha incrementado, con relación al azufre este ha ido disminuyendo debido a las actividades agrícolas y posiblemente a la falta de aplicación de fuentes de azufre.



**Figura 20.** Niveles de NH<sub>4</sub>, P y S en los años 2012 y 2019 de la Hcda Nintanganga.

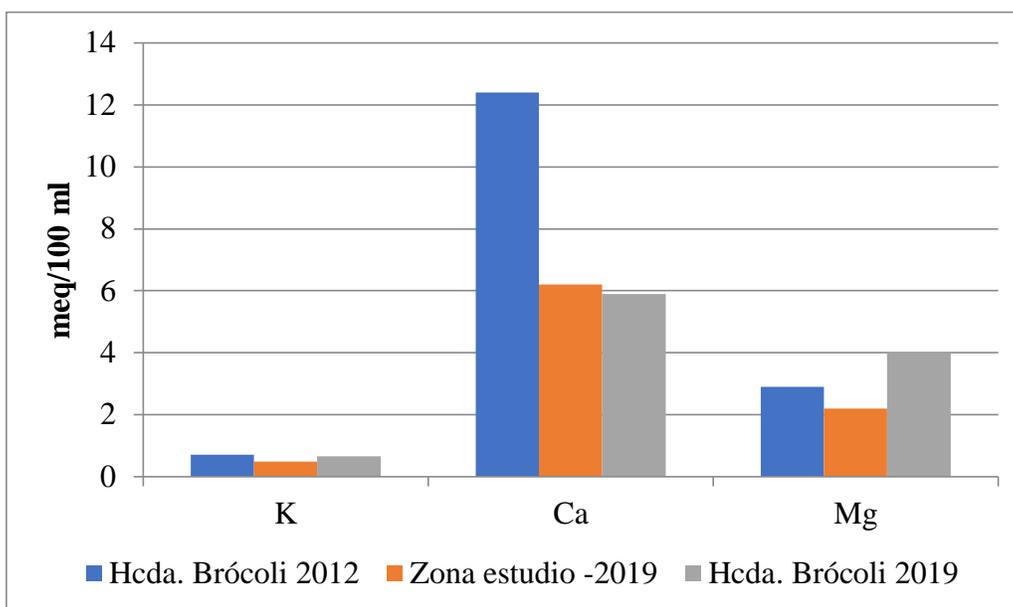
En la Figura 20, la variación de los contenidos de las bases cambiables potasio, calcio y magnesio durante el período 2012 – 2019, donde el Ca es el que predomina en relación al K y Mg, en una relación de 17,7 (Ca/K); 4,27 (Ca/Mg) en el año 2012, mientras que para el año 2019 las relaciones fueron 12,65 (Ca/K); 2,81 (Ca /Mg). Por lo que podemos decir que estos suelos tiene una mala distribución de bases por lo que el potasio es el elemento marginado debiendo por lo tanto incorporar como fertilizantes fuentes de K, el Mg también muestra niveles altos con relación al K y Ca, esta sobre saturado debido a que este suelo tiene un pH alcalino de

(7,8), por lo que se hace imprescindible incorporar fuentes de azufre con el principal objetivo de disminuir la alcalinidad del suelo y de esta manera mantener el suelo en niveles de capacidad de campo de esta forma se tratara de balacear el contenido de nutrientes y disponibilidad de estos nutrientes lo que ayudara a un mayor rendimiento de los cultivos.

En el suelo se da un sin número de fenómenos físico, químicos y biológicos, así como interacciones, entre las más importantes son las que se produce entre Calcio, Magnesio y Potasio, siendo clasificados en un mismo grupo, por sus cualidades bioquímicas y funciones fisiológicas, entre las principales tenemos que el  $K^+$  y  $Ca^{2+}$  regula potenciales osmóticos, influye en la permeabilidad de las membranas;  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  y  $K^+$ : permiten la unión de moléculas orgánicas, es decir influyendo estructuralmente ;  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ : permiten que los iones acepten un par de electrones, para que de esta manera catalice y polarice grupos reactivos, esta interacción hace que se puede formar ácidos Lewis, para que se dé una adecuada interacción los porcentajes en los que deben estar cada elemento son Ca 60%, Mg 30% y K 10%. (Mengel & Kirkby, 1987).

En la Figura 21, se indica que este suelo es de origen volcánico donde el hierro es el elemento que existe en mayor cantidad y que por su falta de oxidación puede llevar a niveles tóxicos en la planta, un caso particular es el elemento Boro, el mismo se encuentra en niveles tóxicos, por lo que se hace necesario aumentar la lámina de riego, esto ayudara a bajar la concentración de este elemento, gracias al fenómeno de infiltración.

El resto de elementos está en niveles adecuados o al menos no representan un problema para el suelo y la planta, es importante recalcar que los niveles de micronutrientes se han ido elevando desde el 2012 hasta la actualidad, los factores pueden ser muchos, pero podemos inferir que se debe a aplicaciones anti técnicas de fertilizantes.



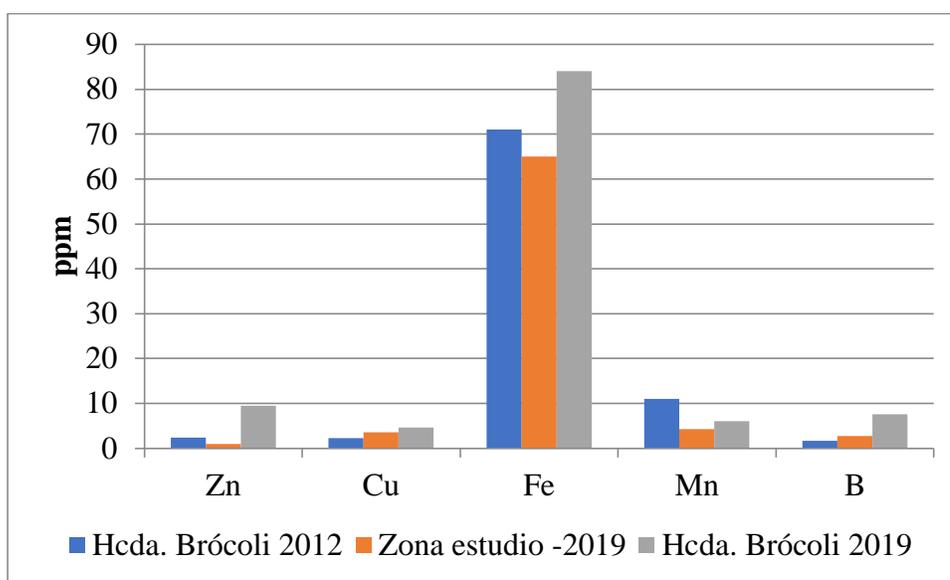
**Figura 21.** Niveles de P, Ca, y Mg en los años 2012 y 2019 de la Hacienda Nintanga.

En el siguiente Figura 22, los niveles Cobre y Manganeso están en niveles medios lo que significa que no había problemas de asimilación de estos elementos, en cuanto al Zinc y el Hierro presenta niveles altos en las dos épocas analizadas, esto podría ser el resultado de los altos niveles de fosforo ya que por lo argumentado por Mengel & Kirkby (1987), niveles altos de fosforo pueden ocasionar poca asimilación de Zn y Fe.

De los análisis de suelo se observa que los niveles de Boro en 2012 se encuentran en niveles medios, pero en el año 2019 presenta un aumento significativo llegando a estar en 7,6 ppm lo que significaría que este elemento se encuentra en niveles tóxicos para las plantas, de forma general se determina que el exceso de Boro provoca una disminución del rendimiento de los cultivos, principalmente por un retraso y reducción del tamaño y peso del fruto, es decir se produce una alteración fisiológica y metabólica de la planta, por lo que en lo referente al año

2019 se debe tomar medidas urgentes para remediar este exceso de Boro (Nable, Bañuelos, & Paul, 1997).

Los análisis de suelos realizados a un suelo nativo y en el suelo de la Hacienda Nintanga (2012 y 2019), muestran que las la concentración de macro y micronutrientes no es muy significativa, aclarando que no con esto podemos decir que los niveles sean los adecuados para realizar agricultura, por lo que debemos buscar un balance nutricional con fertilizaciones e incorporación de materia orgánica que generen y regulen los balances nutricional.



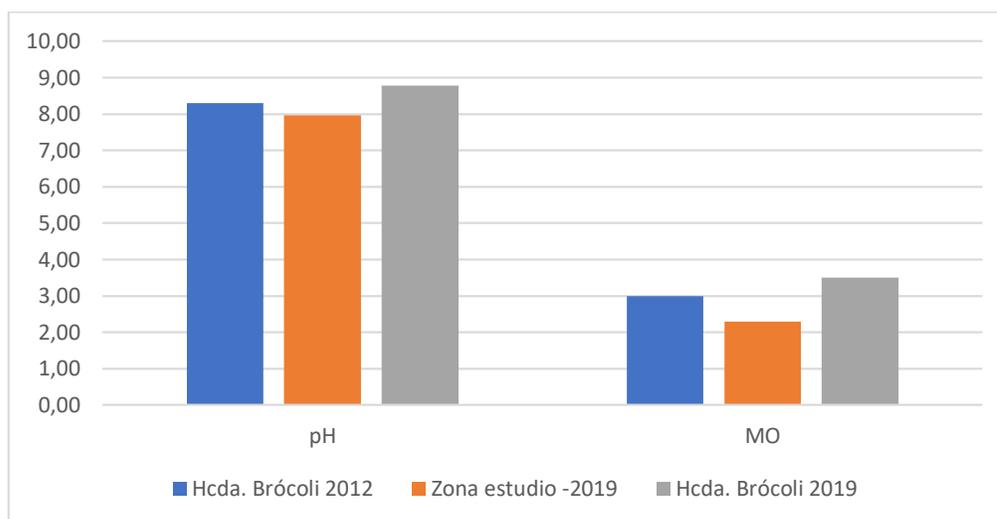
**Figura 22.** Niveles de Zn, Cu, Fe, Mn y B en los años 2012 y 2019 de la Hacienda Nintanga.

Hay que tomar en cuenta que hablar de un suelo fértil no es solo la incorporación de nutrientes, es más que eso, primeramente cada cultivo tiene sus requerimientos específicos, debemos tomar en cuenta que el suelo sea capaz de tomar y retener humedad, tener una buena

aireación, no contener sustancias nocivas para los cultivos, entre otros aspectos propios para cada zona y cultivo.

Analizando la Figura 23, podemos decir que los niveles de pH en los períodos estudiados siempre han sido altos es decir alcalinos, hortalizas como el brócoli son muy sensibles a suelos ácidos, esto es lo que manifiesta Sarli (1980), en sus investigaciones, pH muy bajos podrían provocar que los elementos nutricionales no estén disponible para las plantas, por lo que recomienda pH de 6,8 de promedio; el tema de materia orgánica es otro aspecto de suma importancia a la hora de hacer agricultura, como se observa en la Figura 25, la materia orgánica se ha mantenido en un rango de 3% - 3,5% lo que significa que la MO está en rangos de medio a bajo, por lo que se hace imprescindible la incorporación de la misma hasta alcanzar al menos un porcentaje de 5%, esto ayudaría incluso a mejorar el pH del suelo, la textura y estructura, contenido de minerales, incluso la temperatura y humedad del suelo.

La siguiente Figura 26 muestra el pH y porcentaje de materia orgánica entre un suelo nativo de la zona comparado con el suelo de la hacienda Nintangá, en lo que respecta al pH en ambos casos se muestran como un suelo alcalino. El contenido de materia orgánica es 2,3 % y 3,5% respectivamente, por lo que resulta urgente para el suelo nativo realizar la incorporación de materia orgánica para así alcanzar al menos un 4% en su contenido de materia orgánica.



**Figura 23.** Niveles de pH y Materia Orgánica 2012 y 2019 Hacienda Nintanga

#### 4.14. Propuesta

##### 4.14.1 Nombre del Proyecto

Modelo para una agricultura sostenible en la parroquia Guaytacama, basado en la utilización de sistemas de Información Geográfica SIG.

**4.14.2 Institución a la que se presenta el proyecto:** GAD. Parroquial de Guaytacama.

**4.14.3 Participantes:** 16 barrios de la parroquia de Guaytacama.

**4.14.4 Periodo de ejecución:** 2019 al 2023

##### 4.14.5 Justificación del Proyecto:

Cuando hablamos de agricultura sostenible debemos enfocarnos fundamentalmente en el aprovechamiento de manera racional de los recursos naturales con base en un modelo de desarrollo que abarque algunos criterios como por ejemplo económicos, de equidad y respeto

al medio ambiente. Al desarrollar estos modelos de intervención sostenibles se debe tener claro que los mismos deben ser aplicables al corto, mediano y largo plazo, deben estar orientados sobre todo a la solución de problemas como el calentamiento global y la sobrepoblación de nuestro.

La agricultura no solo tiene que centrarse en fines económicos, la verdadera agricultura describirse como el uso eficaz de todos los recursos, sobre todo cuidando de los recursos no renovables, con el objetivo de obtener alimentos en mayor cantidad y de mejor calidad, estas actividades permitirán que los agricultores transformen sus parcelas o sus granjas en centros de reciclaje, convirtiendo todos los residuos orgánicos en fertilizantes, recolectando el agua lluvia para regar sus parcelas, a todo esto y demás actividades se puede llamar agricultura sostenible.

A continuación mencionaremos algunas actividades que nos ayudaran a realizar una agricultura sostenible, que mientras más las pongamos en práctica nos ayudaran incluso ahorrar dinero:

#### **4.14.6 Objetivos:**

- Establecer los cultivos que mejor se adapten a las condiciones agroecológicas de la parroquia de Guaytacama.
- Presentar mapas temáticos de los cambios de cobertura vegetal ocurridos en el periodo 2010-2017.
- Determinar la aptitud del suelo de la parroquia, en base a las variables agroclimatológicas de la zona.
- Desarrollar talleres con la participación del GAD parroquial, profesionales afines al campo agrícola y agricultores de la zona.

#### **4.14.7 Resultados esperados**

Como aspecto fundamental es concientizar a los agricultores de la urgencia de cambiar nuestro malos “hábitos agrícolas”, quitar de sus mentes esa idea de que producir más, abusando de los agroquímicos es la mejor salida a nuestros problemas socioeconómicos, si bien es cierto en los países llamados de primer mundo los índices de productividad son muy altos, esto ha ido en detrimento del aspecto ambiental, el agotamiento del suelo y la contaminación de las reservas de agua ha sido la consecuencia de ese abuso indiscriminado.

#### **4.14.8 Descripción de actividades.**

##### **4.14.8.1 Zonificación de cultivos**

Dado los resultados obtenidos con relación a la cantidad de lluvias que cada año se han presentado en la zona, se menciona que los cultivos de secano como arveja, amaranto, quinua, son recomendables, esto se aplica solo para suelos que no tienen riego. Los meses de enero, agosto y diciembre son los más calurosos y los meses de mayo, junio, julio y noviembre no sufren un cambio alarmante; febrero marzo, septiembre y octubre, no se observan alteraciones que influyan en el campo climático. Estas variaciones de temperatura, indican que se debe cultivar cultivos como chocho, quinua, amaranto, arveja, brócoli.



**Figura 24.** Zonificación de cultivos en la parroquia Guaytacama

El presente estudio se desarrolló con el objetivo primordial de analizar el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, la misma que fue enmarcada en una investigación de tipo no experimental, por lo que se analizó las características y comportamiento de las coberturas vegetales dentro de un contexto territorial delimitado con anterioridad, tratando de enfocar de manera cuantitativa la investigación.

La agricultura de secano es una clase de agricultura que se realiza en las regiones semiáridas y en donde no es necesario el riego por parte de las personas, sino que este proviene de las lluvias. Este tipo de cultivos es propio de zonas en donde la precipitación anual se encuentra por debajo de los 500mm.

#### 4.14.8.2 Cultivos más adecuados para la parroquia Guaytacama

Luego de haber determinado diferentes aspectos climáticos, agronómicos, agroecológicos e incluso socio-económicos, podemos determinar que los cultivos que mejor se adaptarían a la zona de estudio sería los cultivos de secano propios de la zona, la agricultura de secano es característico de las zonas semiáridas, donde el riego es escaso, el agua solo está presente en temporadas lluviosas, la precipitación anual promedia los 500mm.

**Tabla 4**  
*Cultivos más adecuados para la parroquia Guaytacama*

Cultivos más adecuados para la parroquia Guaytacama				
	msnm	Precipitación	Temperatura °C	pH
Frejol	2780	350 - 600	10 - 18	6.5 - 7.5
Arveja	1700-3000	400 - 600	12 - 18	6 - 7.2
Haba	2600 - 3000	500 - 800	7 - 14	5.5 - 7.5
Lenteja	2000 - 2800	400 - 700	13 - 17	5.6 - 7.5
Chocho	2000-3500	300 - 600	7 - 14	6 - 7.5
Trigo	800 - 3000	500 - 700	8 - 14	6 - 7.5
Cebada	2400-3300	400 - 600	8 - 20	5.6 - 7.5
Maíz	2200 - 2800	600 - 1200	10 - 20	5,6 - 7.5
Quinoa	2600 - 3500	400 - 550	9 - 16	6.3 - 7.3
Amaranto	1500 - 2800	400 - 600	15	6 a 7
Papa	2600- 3500	700 - 1000	13-18	5.5 - 6
Melloco	2600 - 3800	600 - 1000	8 - 14	5.5 - 6,5

Fuente: Manejo de cultivos Andinos del Ecuador, (Basantes, 2015)

Este tipo de agricultura de secano se fundamenta primordialmente en sistemas de cultivo específicos que permiten lograr hacer un uso eficiente de la escasa humedad del suelo, por lo que a continuación se presente un cuadro con los posibles cultivos que mejor se adaptarían a las

condiciones de parroquia, sobre todo tomando en cuenta los promedios de precipitación que promedian los 600 – 700 mm de lluvia cada año.

#### **4.14.8.3 Manejo Integrado de Plagas**

No es más que la combinación de diferentes actividades agrícolas con la idea de reducir “no eliminar” la incidencia de plagas o enfermedades, la idea fundamental es la prevención, con actividades como por ejemplo, preparación del suelo, abonamiento, rotación de cultivos, buen riego y drenaje, podas, utilización de insectos y animales benéficos, etc.

#### **4.14.8.4 Rotación de cultivos**

Los dos objetivos básico de esta práctica, es evitar enfermedades y plagas; así como también evitar la proliferación de mala hierba. Cada cultivo tiene sus requerimientos específicos de nutrientes, por lo tanto al rotarlos ayudamos que entre un periodo y otro se restituya, un cultivo de maíz puede agotar determinados nutrientes, el siguiente cultivo puede tomar lo que el maíz no extrajo. Básicamente se trata de rotar entre diferentes familias de plantas mas no se trata de rotar entre diferentes especies o variedades.

#### **4.14.8.5 Diversificar los cultivos.**

Una enfermedad o plaga no ataca con la misma intensidad a todas la variedades de maíz, por lo que se recomienda sembrar diferentes variedades en un mismo terreno, esto aplica a cualquier cultivo, esto sin duda reducirá la incidencia de plagas y enfermedades; por lo tanto, el uso de pesticidas también.

#### **4.14.8.6 Utilización de animales beneficiosos**

Se trata de utilizar depredadores naturales, esto dependerá de cada cultivo los pájaros pueden ser una plaga para el cultivo de rosas, para otros cultivos serían beneficiosos, pasarían hacer los depredadores de ciertos insectos que provocan daños a los cultivos.

#### **4.14.8.7 Fertilidad del Suelo**

El suelo es tal vez el factor más importante a la hora de hacer agricultura, por lo que debe permanecer con buenos niveles de fertilidad, para esto se hace necesario la incorporación permanente de abonos sobre todo orgánicos, una buena práctica es dejar los restos de cultivos a la hora de preparar el suelo, incorporar ceniza de madera, utilización de humus, etc.

#### **4.14.8.8 Programa de pastoreo**

Es básicamente mover al ganado de un lugar a otro, esto evitara la compactación del suelo, ayudara a que los desechos del ganado sirvan como abono en diferentes sitios, el pasto consumido por el ganado tenga el suficiente tiempo para restituirse, incluso los animales estarán menos expuestos a los parásitos que con frecuencia los atacan.

#### **4.14.8.9 Retiro de malezas**

Esta actividad es muy importante sobre todo en las primeras etapas de un cultivo, ya que si no se la realiza a tiempo podría provocar competencia entre la maleza y el cultivo en producción, en ocasiones esta maleza o mala hierba puede ser aprovechada como cultivo de cobertura con el objetivo de retener humedad básicamente, el pastoreo puede ser muy beneficioso para eliminar la mala hierba, incluso los desechos regresan al suelo como abono.

#### **4.14.8.10 Consumo de Agua de riego**

Se debe tener muy en cuenta la capacidad de acceso del agua antes de empezar cualquier actividad agrícola, ya que si no contamos con la suficiente agua deberíamos pensar en cultivar plantas nativas que se adapten a las condiciones climáticas de la zona.

Si las condiciones de acceso al agua son buenas, se debe pensar en una buena distribución, se debe utilizar sistemas de riego eficientes, el exceso de agua también es perjudicial para las plantas.

La manera más eficaz para el uso del agua es la elección de cultivos nativos, ya que éstos serán los más idóneos por el clima de la zona.

#### **4.14.8.11 Comercialización.**

Involucramiento en los problemas socio-económicos de la localidad, esto hará conocer las necesidades más importantes en cuanto se refiere a las preferencias de consumo y de esta manera procurar abastecer a los mercados locales con productos tradicionales de la zona.

La idea básica de este aspecto es el consumo de productos agrícolas producidos en la localidad, generando directamente un impulso a la economía de sus agricultores, esto generara confianza en el consumidor, por el hecho tan simple de conocer al productor y de la forma de cómo se produce los alimentos que consume.

Producir y vender los productos dentro de cada localidad incluso abarata costos, se evita gastos innecesarios por transporte y empaquetado, ayudando incluso al medio ambiente ya que se evita de alguna manera el consumo de combustibles fósiles y la generación de plásticos por el empaquetado.

#### **4.14.8.12 Energías Alternativas**

El concepto de energía alternativa radica específicamente en el no uso de combustible fósil ya que estos generan contaminación. Dentro de las principales fuentes de energía alternativas están la energía solar y la eólica, no debemos olvidar la generación biocombustibles aprovechando todos los residuos que genera la granja.

La energía solar y eólica generada puede ser almacenada en las células fotovoltaicas y utilizarse para todos los aparatos eléctricos. Los equipos de energía alternativa, por lo general, requieren al inicio una fuerte inversión y esta es la razón que frena a algunos campesinos para cambiar a energías alternativas.

#### **4.15. Socializaciones.**

La Socialización de esta investigación, se realizó como estuvo planteado desde el inicio de este proyecto con el GAD parroquial de Guaytacama, organismo gubernamental que siempre estuvo preocupado por los resultados de esta investigación, ya que de una u otra manera se sienten preocupados por el crecimiento que ha tenido en los últimos años el cultivo de brócoli en la provincia y específicamente en esta parroquia rural del cantón Latacunga, para esto se realizó talleres en los que se determinó intereses comunes para resolver o despejar dudas en cuanto a los beneficios o perjuicios ocasionados por este cultivo intensivo, dentro de las primeras resoluciones que se obtuvo de estos talleres fue, fomentar el interés e involucramiento de ciudadanos y autoridades de la parroquia, para de esta manera desarrollar y establecer prioridades para definir un plan de acción, ya que moradores del sector afirman enfáticamente

que la contaminación del medio ambiente y sobre todo la sequía afectara a la parroquia más notoriamente según afirman estas mismas personas.

Los talleres se los realizo en el mes de abril del presente año 2019, una vez por semana en horas de la mañana, estas reuniones estuvieron siempre dirigidas por el presidente de la GAD parroquial Lcdo. German Mario, la modalidad de los talleres fue mediante un método participativo de preguntas y respuestas.



**Figura 25.** Reunión de trabajo y presentación, GAD Parroquial de Guaytacama

La presentación del Proyecto fue positiva, se enfatizó sobre realizar un trabajo de concientización ambiental, indistintamente de los resultados que se desprendan del proyecto de tesis, se estableció los mecanismos en los que posteriormente el GAD parroquial implementaría métodos para difundir esta información a los moradores de la parroquia. Aquí debo recalcar que

los miembros del GAD parroquial siempre vieron a este tipo de proyectos como una iniciativa positiva, oportuna e importante, porque está muy apegada a la realidad y a los problemas de la parroquia.

También se pudo exponer los resultados de esta investigación a los presidentes de los principales barrios de la parroquia, es aquí de donde se pudo obtener tal vez los mejores resultados, pues se pudo identificar tanto fortalezas como debilidades en el alcance del presente proyecto.



**Figura 26.** Reunión con los presidentes de los barrios de parroquia Guaytacama.

En esta reunión se manifestó que la falta de información, muchas veces provoca tomar decisiones desacertadas, por lo que se insistió en los resultados de esta investigación sea socializada a los moradores de la parroquia en reuniones ampliadas.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los valores de precipitación son bajos llegando a tener un valor promedio de 541.7mm por año, con una media anual de 45.1mm, la cual es baja ya que no va cubrir las necesidades hídricas de los cultivos por lo que habrá la necesidad de desarrollar proyectos de riego parcelario, de esta forma poder contribuir con la agricultura familiar campesina de la zona.

Durante el período 2010 – 2017 las variaciones de precipitación mensual para cada año desde el 2010 fueron altamente variables con un coeficiente de variación 35.19 y siendo que el año más lluvioso fue el 2012 y el menos lluvioso correspondió al 2017 con 512mm.

La variación de la precipitación en esta serie 2010 – 2017, tuvieron un coeficiente de variación de 8,59, siendo la menor en enero. En los meses de enero, junio, agosto y diciembre son los más variables con un coeficiente de variación de 11 a 13.8%. Los meses de menor variación fue abril cv 3,47, mayo 5,54 y octubre 5.5.

Asumiendo una necesidad hídrica mínima de 1.5 mm se diría que los meses de febrero, junio, julio, agosto, septiembre y octubre tendría que darse riego y solamente los meses de enero, marzo, abril, mayo y diciembre no necesitarían riego, asumiendo una lámina de riego de dos milímetros todos los meses a excepción de abril y mayo no tienen riego, entonces en esta zona de acuerdo a la

necesidad de agua la papa no es un cultivo recomendable, sino los cultivos de secano como arveja, amaranto, quinua, son las que mejor se adaptarían a estas condiciones climáticas.

Variación de la temperatura mensual y anual durante el período 2010-2017. Los meses de enero, agosto y diciembre son los más calurosos y los meses de mayo, junio, julio y noviembre no han sufrido un cambio alarmante; febrero marzo, septiembre y octubre, no se observan alteraciones que influyan en el campo climático.

La variable temperatura no varía significativamente ya que el coeficiente de varianza tanto mensual como anual, presenta un coeficiente de varianza de 8,59% temperatura, el coeficiente de varianza 4.8 es mucho menor de la variación entre meses, destacando que los meses de septiembre y octubre son los meses de menos variación con un promedio de 1.86 en tanto que el mes de mayo es el que presenta mayor variación de la temperatura 8.35% seguidos por los meses de enero, abril y agosto con alrededor de 6%.

De la serie de datos correspondientes a la temperatura 2010 – 2017 se observa que la temperatura media es alrededor de 13°C siendo “estándar” tanto anual como mensual, por lo que se resalta que las condiciones climáticas de la zona son regulares.

El presente estudio se desarrolló con el objetivo primordial de analizar el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, la misma fue enmarcada en una investigación de tipo no experimental, por lo que se analizó las características y comportamiento de las coberturas vegetales dentro de un contexto territorial delimitado con anterioridad, tratando de enfocar de manera cuantitativa la investigación.

La provincia de Cotopaxi ha sido netamente agrícola, pero a la hora de elegir productos para la alimentación el brócoli es un producto que desde hace unos 20 años se ha ido posicionando en los mercados del país, siendo esta provincia la principal productora de este cultivo.

Como se pueden observar en las Tabla 1, en el año 2010 existía 225 ha con brócoli en la parroquia; en tanto que, para el año 2018 se registraron 335 ha; representado el % de la superficie de la parroquia. El cambio de uso del suelo ha implicado que exista menor superficie para el cultivo de pastos y un mayor uso del brócoli.

El concepto de la identificación de la Zona de Vida en el campo sin contar con datos climáticos o con muy pocos datos, se basa en la fisonomía y composición de la vegetación natural del lugar, aun cuando esté alterada, inclusive el ecólogo se apoya en el paisaje mixto del uso del suelo, es decir en las distintas actividades agropecuarias, aunque con menor grado de confiabilidad respecto a la vegetación natural. El principio es que la vegetación de un lugar expresa para el ecólogo que la sabe “leer” una especie de estación climática generalizada a largo plazo, la cual representa y muestra el efecto que el clima del sitio le ha "impregnado" a través de los años, a la vegetación de ese lugar. Por lo tanto, entre más vieja sea la vegetación, más fielmente podrá ésta reflejar los efectos de ese clima a largo plazo, en otras palabras, lo más confiable y fácilmente interpretable resulta la vegetación natural inalterada del lugar. En algunos casos, como en zonas de paisaje agropecuario, el ecólogo puede apoyarse hasta en una sola especie arbórea, nativa del lugar (basándose en la altura de ésta) y que sea abundante, lo cual le ayuda a delinear los límites entre una y otra Zona de Vida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, A., & Bosque, J. (2008). Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 8, 138-169.
- Aliaga Lordemann, J. (2010). Deforestación en Bolivia: Una aproximación espacial. *17*(10).
- Arcos, C., & Marchán, C. (1978). *Guaytacama y Cusubamba: dos modalidades de desarrollo de la agricultura serrana* (Vol. 5). Quito, Pichincha, Ecuador: Revista Ciencias Sociales.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic information systems. A management perspective*. Ottawa, Canadá: WDL Publications.
- Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Quito.
- Basantes, E. (2016). *Silvicultura y Fisiología Vegetal aplicada*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Bocco, G.; Mendoza, M.; Masera, O., (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*(44), 18-36.
- Bocco, G., Mendoza, M., & Masera, O. (2001). Bocco, G., Mendoza, M., & Masera, O. R. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas*, 44, 18-36.
- Bosque, J. (1992). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España: Rialp.
- Bromley, R. (1973). El intercambio de productos agrícolas entre la Costa y la Sierra Ecuatoriana. *Revista Geográfica*, 78, 15.
- Calvache, M. (2015). Los suelos del Ecuador. *In VII Congreso Latinoamericano de Agronomía*, 15.
- Cámara, R. (1983). El uso de datos Landsat en el monitoreo forestal. *Ciencia Forestal*, 8(44), 42-63.
- Carmona, A., & Monsalve, J. (15 de 09 de 2011). *Sistemas de Información Geográficos*. Recuperado el 25 de 1 de 2019, de <http://www.monografiasc.com/trabajos/gis/gis.shtml>.
- Cartagena, Y., Galvis, A., Hernández, T., & Arévalo, G. (2008). *Determinación de la demanda nutrimental de nitrógeno en brócoli*.
- Cavellier, J., & Etter, A. (1993). *Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of Opium*. New York, Estados Unidos: Botanical Garden.

- Chapman, A., & Wiecek, J. (2006). *Guide to best practices for georeferencing*. Copenhagen, Dinamarca: Global Biodiversity Information Facility.
- Chuvieco, E. (1991). *Fundamentos de teledetección espacial* (Vol. 52). Madrid, España: Estudios Geográficos.
- Edmond, J., Senn, T., & Andrews, F. (1967). *Principios de horticultura* (No. 635 E35Y 1964).
- Guachamín, C. (2017). *Análisis del cambio de uso de suelo de la parroquia rural Calderón del Distrito Metropolitano de Quito entre los años 2005 y 2015 como aporte a la actualización del PDOT de Calderón*. Quito, Pichincha, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Guijarro, M. (2015). *Guijarro Posicionamiento turístico artesanal de la parroquia de Guaytacama, provincia Cotopaxi*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Israel.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (25 de 11 de 2011). *Ecuador en cifras*. Recuperado el 23 de 1 de 2019, de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantoniales/Cotopaxi/Fasciculo\\_Latacunga.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Cotopaxi/Fasciculo_Latacunga.pdf)
- Instituto Nacional de Meteorología, Hidrología (Ecuador), Ecuador. Servicio Nacional de Meteorología, & Hidrología. (2019). *Anuario meteorológico*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Jaramillo, L., & Antunes, A. (2018). Detección de cambios en la cobertura vegetal mediante interpretación de imágenes Landsat por redes neuronales artificiales (RNA) Caso de estudio: Región Amazónica Ecuatoriana. *Revista de teledetección*, 33-46.
- Jones, P., & Thornton, P. (2003). The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global environmental change*, 51-59.
- Knott, D. (1979). *Selection for yield in wheat breeding*.
- Le Gall, J. (2009). El brócoli en Ecuador: la fiebre del oro verde. *Anuario americanista europeo*, 6-7, 261-288.
- León, Y. (2002). *Material de apoyo sensores remotos*. Recuperado el 2019 de 03 de 23, de [http://percepcion-remota.intec.edu.do/Material de apoyo sensores remotos. pdf](http://percepcion-remota.intec.edu.do/Material%20de%20apoyo%20sensores%20remotos.pdf).
- Mengel, K., & Kirkby, E. (1987). *Principles of plant nutrition*. Bern. Bern: International Potash Institute.
- Nable, R., Bañuelos, G., & Paul, J. (1997). *Boron toxicity* (Vol. 1). Plant and soil.
- Nagendra, H., Munroe, D., & Southworth, J. (2004). *From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change*. Nanning, China: Elsevier.

- Pachano, S. (1985). *Movimientos sociales regionales. Movimientos sociales en el Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: ILDIS.
- Paruelo, J., Guerschman, J., & Verón, S. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*, 15, 14-23.
- Poudel, D., Horwath, W., Lanini, W., Temple, S., & Van Bruggen, H. (2002). *Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern* (Vol. 2). Los Angeles, Estados Unidos: Agriculture, ecosystems & environment.
- Poudel, D., Midmore, D., & West, L. (1999). Erosion and productivity of vegetable systems on sloping volcanic ash-derived Philippine soils. *Soil Science Society of America Journal*, 1366-1376.
- Proecuador. (2015). *Instituto de promoción de exportación e inversiones*. Recuperado el 5 de 12 de 2017, de <https://www.proecuador.gob.ec/>
- Quintero, J. (1986). *Cultivo del brócoli y de la Col de Bruselas* (Vol. 18).
- Rendón, A. (2018). *Análisis agro socioeconómico del cultivo de brócoli (Brassica Oleracea L. Var italica) con fines de exportación, en la provincia de Cotopaxi, para determinar la realidad actual del sector*. Sangolquí, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Renou, C. (2003). *Estudio de la Cadena de Brócoli Congelado para Exportación*.
- Rincón, L., Saenz, J., Pérez, J., Gómez, M., & Pellicer, C. (1999). *Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli*.
- Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1998). *Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1998). Climate change and the global harvest: potential impacts of the greenhouse effect on agriculture*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.
- Sarli, A. (1980). *Tratado de horticultura* (Vol. 4). Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.
- Sarli, A. (1980). *Tratado de horticultura*.
- SINAGAP. (2013). *Informe Situacional del cultivo de brócoli*. Recuperado el 23 de septiembre de 2017, de [www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec): [www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec)
- Soria, J., Ortiz, C., Islas, F., & Volke Haller, V. (2000). Sitios de ocurrencia y predicción de rendimientos de maíz a través de índices de vegetación de imágenes de satélite. *Terra Latinoamericana*, 1, 18.
- Strobl, J., & Nazarkulova, A. (2011). *Geospatial Platform on the Cloud: Mapping, Sharing, Communicating*. Viena, Austria: University of Salzburg.

Valencia, R., Cerón, C., & Palacios, W. (1999). *Las formaciones naturales de la Sierra del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: Proyecto INEFAN/GEF-BIRF and EcoCiencia.

www.ecuadorencifras. (2002). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Recuperado el 2017, de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)

Yumbla, M. (2011). Fuerza de trabajo femenina en la agricultura de exportación de brócoli en Cotopaxi. *Eutopía*, 131-144.

