

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS EN LOS BARRIOS LA MORITA, LA TOLA, EL ARENAL, LA ESPERANZA Y COLLAQUÍ UBICADOS EN LA PARROQUIA DE TUMBACO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER  
EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**MANUEL EDUARDO ESPÍN MAYORGA**  
**fundacionfidca@gmail.com**

**DIRECTOR: ING. M.SG CÉSAR NARVÁEZ**  
**cesar.narvaez@epn.edu.ec**

**Quito, octubre 2015**

## **DECLARACIÓN**

Yo, MANUEL EDUARDO ESPÍN MAYORGA, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se encuentra en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**MANUEL EDUARDO ESPÍN MAYORGA**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue elaborado por Manuel Eduardo Espín Mayorga, y bajo mi supervisión.

---

**ING. CÉSAR NARVÁEZ**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a mi familia por todo el apoyo incondicional prestado para la culminación de este trabajo, por haberme incentivado, motivado y estado conmigo desde el inicio de este largo camino que hoy llega a su meta, con la culminación del presente trabajo.

A mi estimado amigo César Narvárez que me dio el soporte en el tema técnico con sus valiosos conocimientos y su alta calidad humana.

A mis verdaderos amigos y amigas que siempre han estado cuando he necesitado respaldo y alimentaron mi valor y seguridad. Por ser las personas que son y por ello agradezco que el haber tenido la oportunidad de conocerles.

Al Instituto de Investigación y Postgrado de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental de la Universidad Central del Ecuador por permitirme participar en el proyecto de investigación “Evaluación de los factores que afectan la productividad de los cultivos en los barrios: La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí”, ubicados en la Parroquia de Tumbaco, Cantón Quito, Provincia de Pichincha”.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a: Inés, Vanessa, Daniel y Erika, mi bella familia, por ser mi inspiración diaria y mi apoyo constante; porque son mi razón de vivir.

A los seres de luz que en esta tierra me dieron la oportunidad de conocerles y ser mis PADRES, maestros de muchos de mis aciertos y pasos, que hoy son estrellas que me alumbran en otra dimensión.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE MAPAS.....	XV
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVIII
PRESENTACIÓN .....	XX
CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1  OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.1  OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1.2  OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.2  JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO 2 .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1  MARCO LEGAL .....	5
2.1.1  CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	5
2.1.2  LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	5
2.1.3  LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	6
2.1.4  LEY ORGÁNICA DE LA SALUD.....	6
2.1.5  LEY DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA .....	6
2.1.6  TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. LIBRO VI.....	6
2.1.7  OTRAS NORMAS.....	7

2.2	MARCO REFERENCIAL .....	7
2.2.1	ANTECEDENTES.....	7
2.2.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
2.2.3	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	9
2.2.3.1	Condiciones climáticas.....	9
2.2.3.2	Características poblacionales.....	12
2.2.3.3	Infraestructura .....	16
2.2.3.4	Industrias.....	19
2.2.3.5	Uso de suelo .....	21
2.3	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	25
2.3.1	LA CALIDAD AMBIENTAL Y LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA.....	25
2.3.1.1	Criterios de calidad del agua .....	26
2.3.1.2	Criterios de calidad del aire .....	38
2.3.1.3	Criterios de calidad del suelo .....	48
CAPÍTULO 3 .....		59
DISEÑO METODOLÓGICO.....		59
3.1	DEFINICIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES A SER MUESTREADOS.. .....	59
3.2	UNIVERSO Y MUESTRA.....	59
3.3	TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
3.4	USO ACTUAL DEL SUELO.....	60
3.5	CALIDAD DEL AGUA.....	61
3.5.1	UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.....	61
3.5.2	PARÁMETROS MEDIDOS.....	63
3.5.3	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	64
3.6	CALIDAD DEL AIRE.....	64
3.6.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	64
3.6.2	PARÁMETROS MEDIDOS.....	66
3.6.3	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	67
3.7	CALIDAD DEL SUELO.....	68
3.7.1	UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.....	68
3.7.2	PARÁMETROS MEDIDOS.....	70

3.7.3	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	70
3.8	REALIZACION DE ENCUESTA, TOMA DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS.....	71
3.8.1	DETERMINACION USO DE SUELO Y TIPOS DE CULTIVOS.....	71
3.8.2	DATOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA.....	87
3.8.3	DATOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DE AIRE.....	91
3.8.4	DATOS DE CALIDAD DEL SUELO.....	92
CAPÍTULO 4	.....	96
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	.....	96
4.1	INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.....	96
4.1.1	RIESGO DE SALINIZACIÓN.....	96
4.1.2	PROBLEMAS DE PERMEABILIDAD.....	97
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS CON LOS CRITERIOS ADMISIBLES DE CALIDAD PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA.....	100
4.3	ANÁLISIS RESULTADOS CALIDAD DEL AIRE.....	110
4.3.1	DIÓXIDO DE AZUFRE.....	110
4.3.2	DIÓXIDO DE NITRÓGENO.....	111
4.3.3	OZONO.....	112
4.3.4	PARTÍCULAS SEDIMENTABLES.....	113
4.4	ANÁLISIS RESULTADOS CALIDAD DEL SUELO.....	115
4.4.1	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES AGROLOGICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	116
4.4.2	ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO.....	121
CAPÍTULO 5	.....	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	131
5.1	CONCLUSIONES.....	131
5.2	RECOMENDACIONES.....	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	140
ANEXOS	.....	143
ANEXO NO. 1	.....	144
ANEXO NO. 2	.....	162
ANEXO NO. 3	.....	173



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 POBLACIÓN POR EDAD Y SEXO .....	14
TABLA 2.2 POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA.....	15
TABLA 2.3 ANALFABETISMO Y NIVELES DE INSTRUCCIÓN.....	16
TABLA 2.4 INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA .....	17
TABLA 2.5 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS .....	17
TABLA 2.6 LONGITUD DE LAS VÍAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	18
TABLA 2.7 INDUSTRIAS ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA.....	20
TABLA 2.8 APTITUD AGRÍCOLA DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	21
TABLA 2.9 CONFLICTOS DE USO DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	23
TABLA 2.10 EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA CALIDAD DEL AGUA .....	27
TABLA 2.11 PARÁMETROS DE CE Y TDS.....	29
TABLA 2.12 TOLERANCIAS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	30
TABLA 2.13 TOLERANCIAS DE SODIO .....	31
TABLA 2.14 CRITERIOS DE LA CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA .....	36
TABLA 2.15 PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO .....	37
TABLA 2.16 PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	39
TABLA 2.17 CONCENTRACIONES DE NO <sub>2</sub> EN CIERTOS CULTIVOS .....	43
TABLA 2.18 EFECTOS DEL OZONO, O <sub>3</sub> EN LAS PLANTAS .....	44
TABLA 2.19 VALOR LÍMITE DEL O <sub>3</sub> , EN ALGUNOS CULTIVOS .....	45
TABLA 2.20 VALORES NORMALES DE C.E., EFECTOS EN LOS SUELOS.....	53
TABLA 2.21 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA LOS CULTIVOS EN FUNCIÓN DEL PH. ....	55

TABLA 2.22 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA LOS CULTIVOS EN FUNCIÓN DE LA CIC.....	56
TABLA 2.23 CRITERIOS DE LA CALIDAD DEL SUELO.....	58
TABLA 3.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	63
TABLA 3.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	64
TABLA 3.3 CONTAMINANTES A SER MEDIDOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	66
TABLA 3.4 PERÍODO DE MUESTREO.....	67
TABLA 3.5 PUNTOS DE MUESTREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	68
TABLA 3.6: USO ACTUAL DEL SUELO POR CATEGORÍAS.....	71
TABLA 3.7 SIGLAS DE CULTIVOS EN EL RAMAL DE RIEGO CHICHIPATA.....	73
TABLA 3.8 ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA MORITA”.....	73
TABLA 3.9 ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA TOLA”.....	76
TABLA 3.10 ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO EL ARENAL”.....	79
TABLA 3.11 ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA ESPERANZA”.....	81
TABLA 3.12 ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO COLLAQUÍ”.....	84
TABLA 3.13 CULTIVOS PREDOMINANTES Y COMPUESTOS EMPLEADOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD.....	86
TABLA 3.14 COLORES CONVENCIONALES DE LA TABLA ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE RIEGO RAMAL CHICHIPATA.....	87
TABLA 3.15 ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA LA MORITA.....	88
TABLA 3.16 ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA EL ARENAL.....	89
TABLA 3.17 ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA COLLAQUÍ.....	90
TABLA 3.18 CALIDAD DEL AIRE: LA MORITA.....	91
TABLA 3.19 CALIDAD DEL AIRE: EL ARENAL.....	91
TABLA 3.20 CALIDAD DEL AIRE: COLLAQUÍ.....	92
TABLA 3.21 CALIDAD DEL AIRE: LA TOLA Y LA ESPERANZA.....	92
TABLA 3.22 CALIDAD DEL SUELO: LA MORITA, LA TOLA.....	93
TABLA 3.23 CALIDAD DEL SUELO: EL ARENAL, LA ESPERANZA.....	94
TABLA 3.24 CALIDAD DEL SUELO: COLLAQUÍ.....	95
TABLA 4.1 RIESGO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	96
TABLA 4.2 RIESGO DE SALINIZACIÓN EN EL SECTOR.....	97

TABLA 4.3 RIESGO DE RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO .....	97
TABLA 4.4 RIESGO DE LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO EN EL SECTOR.....	98
TABLA 4.5 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) EN µG/m <sup>3</sup> .....	110
TABLA 4.6 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>2</sub> ) EN µG/m <sup>3</sup> .....	111
TABLA 4.7 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO (O <sub>3</sub> ) EN µG/m <sup>3</sup> .....	112
TABLA 4.8 RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (mg/cm <sup>2</sup> 30 días).....	113
TABLA 4.9 DATOS DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA DE TUMBACO.....	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1 TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA ESTACIÓN “LA TOLA” .....	9
GRÁFICO 2.2 HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL ESTACIÓN “LA TOLA” .....	10
GRÁFICO 2.3 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL ESTACIÓN “LA TOLA” .....	10
GRÁFICO 2.4 VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIA ANUAL ESTACIÓN “LA TOLA” .....	11
GRÁFICO 2.5 RADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL ESTACIÓN “LA TOLA” .....	12
GRÁFICO 2.6 DIAGRAMA DE SODIO Y SALINIDAD .....	32
GRÁFICO 2.7 CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE QUE AFECTAN A LA VEGETACIÓN.....	42
GRÁFICO 3.1 CULTIVOS BARRIO LA MORITA .....	74
GRÁFICO 3.2 PORCENTAJE DE CULTIVOS BARRIO LA TOLA.....	77
GRÁFICO 3.3 PORCENTAJE DE CULTIVOS EN EL BARRIO EL ARENAL.....	81
GRÁFICO 3.4 PORCENTAJE DE CULTIVOS DEL BARRIO LA ESPERANZA.....	82
GRÁFICO 3.5 PORCENTAJE DE ÁREA DE CULTIVOS BARRIO COLLAQUÍ .....	84
GRÁFICO 4.1 PELIGRO DE SALINIZACIÓN DEL SUELO .....	99
GRÁFICO 4.2 CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO .....	100
GRÁFICO 4.3 CONCENTRACIÓN DE BORO .....	100
GRÁFICO 4.4 CONCENTRACIÓN DE CALCIO .....	101
GRÁFICO 4.5 CONCENTRACIÓN DE CLORUROS .....	102
GRÁFICO 4.6 CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES.....	102
GRÁFICO 4.7 CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES.....	103
GRÁFICO 4.8 CONCENTRACIÓN DE DBO <sub>5</sub> .....	105
GRÁFICO 4.9 CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO TOTAL .....	105
GRÁFICO 4.10 CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO .....	106

GRÁFICO 4.11 CONCENTRACIÓN DE NITRATOS .....	106
GRÁFICO 4.12 POTENCIAL HIDRÓGENO .....	107
GRÁFICO 4.13 CONCENTRACIÓN DE POTASIO.....	107
GRÁFICO 4.14 CONCENTRACIÓN DE SODIO .....	108
GRÁFICO 4.15 CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	108
GRÁFICO 4.16 CONCENTRACIÓN DE SULFATOS.....	109
GRÁFICO 4.17 TEMPERATURA DEL AGUA .....	109
GRÁFICO 4.18 CONCENTRACIONES DE SO <sub>2</sub> .....	110
GRÁFICO 4.19 CONCENTRACIONES DE NO <sub>2</sub> .....	111
GRÁFICO 4.20 CONCENTRACIONES DE O <sub>3</sub> .....	112
GRÁFICO 4.21 CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES .....	114
GRÁFICO 4.22 VARIACIÓN DEL pH EN SUELO .....	116
GRÁFICO 4.23 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL EN SUELO .....	117
GRÁFICO 4.24 CONCENTRACIÓN DEL FÓSFORO EN SUELO .....	117
GRÁFICO 4.25 CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN SUELO.....	118
GRÁFICO 4.26 VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SUELO .....	119
GRÁFICO 4.27 VARIACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN SUELO .....	119
GRÁFICO 4.28 LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO EN SUELO .....	120
GRÁFICO 4.29 VARIACIÓN DEL ÍNDICE SAR EN SUELO .....	121
GRÁFICO 4.30 CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN SUELO.....	122
GRÁFICO 4.31 CONCENTRACIÓN DEL AZUFRE EN SUELO .....	122
GRÁFICO 4.32 CONCENTRACIÓN DE BORO EN SUELO .....	123
GRÁFICO 4.33 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN SUELO .....	124
GRÁFICO 4.34 CONCENTRACIÓN DEL COBRE EN SUELO.....	125
GRÁFICO 4.35 CONCENTRACIÓN DE CROMO EN SUELO.....	126
GRÁFICO 4.36 CONCENTRACIÓN DE CIANURO EN SUELO .....	126
GRÁFICO 4.37 CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN SUELO .....	127
GRÁFICO 4.38 CONCENTRACIÓN DE VANADIO EN SUELO .....	128
GRÁFICO 4.39 CONCENTRACIÓN DEL CINCO EN SUELO.....	129

GRÁFICO 4.40 CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOCLORADOS EN SUELO .....	129
GRÁFICO 4.41 CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANO - FOSFORADOS EN SUELO .....	130

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MAPA 2.2 INDIVIDUALIZACIÓN PREDIAL .....	13
MAPA 2.3 VÍAS .....	18
MAPA 2.4 USO RESIDENCIAL DEL SUELO.....	19
MAPA 2.5 APTITUD AGRÍCOLA DEL SUELO .....	22
MAPA 2.6 CONFLICTOS DE USO DE SUELO .....	24
MAPA 3.1 PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA.....	62
MAPA 3.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	65
MAPA 3.3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS.....	69
MAPA 3.4 USO ACTUAL DEL SUELO POR CATEGORÍAS .....	72
MAPA 3.5 CULTIVOS BARRIO “LA MORITA” .....	75
MAPA 3.6 CULTIVOS BARRIO “LA TOLA” .....	78
MAPA 3.7 CULTIVOS BARRIO “EL ARENAL”.....	80
MAPA 3.8 CULTIVOS BARRIO “LA ESPERANZA” .....	83
MAPA 3.9 CULTIVOS BARRIO COLLAQUÍ.....	85
MAPA 4.1 RIESGO A HORTALIZAS POR CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES .....	104

## RESUMEN

El presente trabajo es sobre la “EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS EN LOS BARRIOS LA MORITA, LA TOLA, EL ARENAL, LA ESPERANZA Y COLLAQUÍ UBICADOS EN LA PARROQUIA DE TUMBACO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”.

Los objetivos de la investigación son la determinación de los niveles de contaminación del aire, agua y suelo y evaluar sus efectos en la productividad de los cultivos en los barrios La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza, y Collaquí ubicados en la Parroquia de Tumbaco.

Para alcanzar los objetivos propuestos se desarrollaron las siguientes actividades:

- Se identificaron y determinaron mediante una encuesta de campo las áreas y tipos de cultivo así como los actores sociales involucrados en el área del proyecto.
- Investigación y evaluación de la calidad ambiental de la zona del proyecto mediante la determinación de la calidad del agua, del aire y del suelo.
- Procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio, comparándoles con límites de calidad establecidos en la normativa ambiental para uso agrícola.
- Establecer la influencia de la calidad ambiental en el aumento o disminución de la productividad agrícola de la zona de estudio.
- Determinar conclusiones y proponer recomendaciones que ayuden a mejorar la productividad de los cultivos de la zona de estudio y que sirvan como base de futuros estudios en otras zonas con características similares.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Mapas actualizados de la zona de estudio que contienen información de los cultivos existentes, así como la situación actual del uso del suelo en el sector.



- Datos de parámetros de calidad de agua: pH, Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura, Alcalinidad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Totales Disueltos (STD), Sulfatos (SO<sub>4</sub>), Cloruros (Cl), Nitratos (NO<sub>3</sub>), Fosfatos (PO<sub>4</sub>) Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Cinc (Zn), Arsénico (As), Boro (B), Coliformes fecales y Coliformes totales. Parámetros de calidad del aire: Partículas sedimentables, Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Ozono (O<sub>3</sub>). Parámetros de calidad del suelo: pH, Textura, Materia Orgánica, Conductividad eléctrica, Fosforo (P), Potasio (K), Nitrógeno total (N), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), índice SAR, Arsénico (As), Azufre (S), Boro (B), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cianuros (CN), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Magnesio (Mg), Mercurio (Hg), Cinc (Zn), Pesticidas organoclorados y organofosforados.

Se observa que existen concentraciones de Boro en el agua de riego del área de estudio que sobrepasan el límite permisible que pueden afectar a cierto tipo de cultivos. Las concentraciones de coliformes fecales superan los límites establecidos en la norma, los cultivos rastreros como frutillas, legumbres y hortalizas deben ser prohibidas.

Los niveles de calidad del aire a excepción de las concentraciones de partículas sedimentables en los sectores de la Esperanza y Collaquí, están dentro de norma.

Presencia concentraciones de Cobre, Mercurio, Vanadio, Cinc en el suelo de la zona en estudio, por el uso de plaguicidas y abonos orgánicos. Estos niveles de contaminación del suelo no han incidido significativamente en la reducción de la productividad agrícola en el área de estudio

La productividad de los cultivos en el sector se ve amenazada principalmente por la falta de interés en la comunidad para dedicarse a la agricultura, y privilegian el proceso de urbanización para construir viviendas, con tendencia a crecer por la ubicación del nuevo Aeropuerto "Mariscal Sucre".

## ABSTRACT

This paper is about the "EVALUATION OF THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS IN THE BARRIOS LA MORITA, LA TOLA, EL ARENAL, LA ESPERANZA AND COLLAQUÍ LOCATED IN THE PARISH OF TUMBACO, METROPOLITAN DISTRICT OF QUITO"

The overall objectives of the research are to determine the levels of air pollution, water pollution and soil pollution and evaluate their effects on crop productivity in the neighborhoods La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza, and Collaquí located in Parish Tumbaco.

To achieve these objectives the following activities were carried out:

- Were identified and determined by a field survey areas and types of culture and social actors involved in the project area
- Research and evaluation of environmental quality in the project area by determining water quality, air quality and soil quality.
- Processing of the data obtained in the laboratory, comparing them with quality limits established by current environmental regulations for agricultural use.
- Set the influence of environmental quality in the increase or decrease in agricultural productivity study area.
- Determine conclusions and propose recommendations to help improve crop productivity in the study area and serve as a basis for future studies in other areas with similar features.

The results obtained are:

- Date of property uprising in the study area containing information from existing crops and the current situation of land use in the study area maps.
- Facts water quality parameters: pH, Electrical Conductivity, Temperature, Alkalinity, Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), Total Dissolved Solids

(TDS), Sulfates ( $\text{SO}_4$ ), Chloride (Cl), Nitrates ( $\text{NO}_3$ ), Phosphate ( $\text{PO}_4$ ), Sodium (Na), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Mercury (Hg), Lead (Pb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Zinc (Zn), Arsenic (As), Boron (B), Fecal Coliforms and Total Coliforms. Air Quality parameters: Settleable Particles, Sulfur Dioxide ( $\text{SO}_2$ ), Nitrogen Dioxide ( $\text{NO}_2$ ) and Ozone ( $\text{O}_3$ ). Soil quality parameters: pH, Texture, Organic Matter, Electrical Conductivity, Phosphorus (P), Potassium (K), Total Nitrogen (N), Cation Exchange Capacity (CIC), SAR, Arsenic (As), Sulfur (S), Boron (B), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Cyanides (CN), Copper (Cu), Chromium (Cr), Magnesium (Mg), Mercury (Hg), Zinc (Zn), Organochlorine and Organophosphorus pesticides.

From the conducted evaluation notes that there are concentrations of boron in irrigation water in the study area exceeding the allowable limit that can affect certain types of crops. The fecal coliform concentrations exceeding those established in the standard, crawling crops like strawberries and vegetables should be banned.

In relation to the parameters of air quality in the study area, it is concluded that the levels of air quality except for settleable particulate concentrations in the sectors of La Esperanza and Collaqui are within the norm.

The presence of concentrations of Copper, Mercury, Vanadium, Zinc in soils of the study area, is caused by the use of pesticides and organic fertilizers. These levels of soil contamination have not had a significant impact on reducing agricultural productivity in the study area

The crop productivity in the sector is threatened mainly by the lack of interest in the community to engage in agriculture, and urbanization privilege for housing, tending to grow where the new Airport "Mariscal Sucre".

## PRESENTACIÓN

La parroquia rural de Tumbaco ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha a 21 Km de Quito ha sido uno de los centros productivos agrícolas para abastecer de alimentos al Distrito Metropolitano de Quito, sin embargo, en las últimas décadas la producción se ha visto reducida en la cantidad y en la calidad de los productos finales.

A partir de los años 90's empieza un alto proceso urbanístico, que ha causado una disminución de la productividad agrícola. El suelo agrícola se ve sometido cada vez con mayor intensidad a agresiones que afectan su calidad, como el uso de agua contaminada para riego, la utilización indiscriminada de fertilizantes y plaguicidas que incrementan el contenido de metales pesados en el suelo donde son aplicados, el deterioro de la calidad del aire por el aumento del tráfico automotriz y la deforestación, estos factores causan contaminación del medio ambiente y la consecuente disminución del nivel de vida de la comunidad.

Para entender las causas en la pérdida de la productividad en la zona, por efectos de la contaminación ambiental se ha enfocado este estudio en cinco sectores agrícolas potenciales de la parroquia de Tumbaco (La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí).

El capítulo 2 contiene el marco teórico bajo el cual se realizó la investigación, el marco legal y el marco referencial de la zona con su ubicación geográfica y características climatológicas, el uso actual del suelo y los fundamentos teóricos sobre los criterios de calidad del agua, aire y suelo y la producción agrícola.

El capítulo 3 está referido al diseño y técnicas metodológicas de la investigación, se utilizó una metodología asociativa en la cual se alternó secuencialmente fases de gabinete con fases de campo; se realizó la revisión de información existente como catastros, mapas temáticos, tipos de cultivos y los porcentajes de producción, datos de estaciones meteorológicas cercanas y datos de estudios anteriores sobre

el área de estudio, luego se efectuó el levantamiento in situ de datos mediante una encuesta para la actualización agrícola de predios con fichas de campo para cada una de las áreas de uso agrícola que se encontraron en la zona de estudio para determinar los cultivos más representativos de cada sector y a partir de ellos los puntos de muestreo de parámetros de calidad del agua, aire y suelo de interés en la producción agrícola, estas muestras fueron enviadas para su análisis al laboratorio y respectivo reporte de datos.

El análisis y la interpretación de los datos reportados se encuentran en el capítulo 4, los resultados sobre calidad de agua fueron procesados y analizados, determinando cuales fueron los parámetros cuyas concentraciones se encontraban sobre los límites máximos permisibles de calidad de agua de uso agrícola y sus efectos sobre los cultivos. Los resultados de calidad del aire fueron procesados y analizados comparándoles con las normas de calidad de aire. Los resultados sobre calidad del suelo fueron procesados y analizados, considerando la norma sobre las propiedades agrícolas de los suelos y los criterios de calidad del suelo, se determinaron los parámetros cuyas concentraciones se encontraban sobre los límites máximos permisibles y sus efectos sobre los cultivos.

El procesamiento de datos en cada una de las fases y el análisis de los resultados obtenidos se realizó a partir de tablas comparativas, gráficas estadísticas y mapas temáticos con ayuda del programa Excel y ARCGIS 10.

El capítulo 5 está relacionado con las conclusiones de la investigación y las recomendaciones que permitan mejorar la productividad de los cultivos de la zona de estudio y compartir los resultados obtenidos de la investigación para que sirvan como base de futuros estudios de otros campos con características similares.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

La parroquia rural de Tumbaco ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha a 21 Km de Quito ha sido uno de los centros productivos agrícolas para abastecer de alimentos al Distrito Metropolitano de Quito, debido a la variedad de productos que esta tierra brinda por su clima, en las últimas décadas la producción se ha visto reducida en la cantidad y en la calidad de los productos finales.

Los suelos de la zona de Tumbaco en la década de los años sesenta, en su totalidad eran empleados para producción agrícola de cultivos de ciclo corto y frutales, pero a partir de los años noventa, empieza un alto proceso urbanístico, que ha causado una disminución de la productividad agrícola, obligando a la comunidad del sector a ampliar la frontera agrícola con la utilización de zonas de bosques y pastizales, así como el suelo agrícola se ve sometido cada vez con mayor intensidad a agresiones que afectan su variabilidad. Por ejemplo el uso de agua contaminada, el uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas (pesticidas, herbicidas e insecticidas) que incrementan el contenido de metales pesados en el suelo donde son aplicados así como el deterioro de la calidad del aire por el aumento del tráfico automotriz y la deforestación causando contaminación del medio ambiente y la consecuente disminución del nivel de vida de la comunidad.

Para entender las causas en la pérdida de la productividad en la zona, por efectos de la contaminación ambiental se ha enfocado este estudio en cinco sectores agrícolas potenciales de la parroquia de Tumbaco (La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí).

La Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Central del Ecuador y el Instituto de investigaciones de la Facultad de Ingeniería en Geología,

Minas, Petróleos y Ambiente FIGEMPA desarrollaron el proyecto “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS EN LOS BARRIOS LA MORITA, LA TOLA, EL ARENAL, LA ESPERANZA Y COLLAQUÍ, UBICADOS EN LA PARROQUIA DE TUMBACO” y parte de éste proyecto de investigación es el desarrollo del presente Proyecto de Tesis que determina los efectos de la contaminación ambiental del agua, aire y suelo en la productividad agrícola de la parroquia de Tumbaco.

## **1.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Investigar y evaluar los efectos de la contaminación del aire, agua y suelo en la productividad de los cultivos en los barrios La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza, y Collaquí ubicados en la Parroquia de Tumbaco, Cantón Quito, Provincia de Pichincha.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y determinar las áreas y tipos de cultivo y los actores sociales involucrados en el área del proyecto
- Investigación y evaluación de las condiciones de calidad ambiental de la zona del proyecto mediante la determinación de parámetros de la calidad del agua de riego del ramal Chichipata, de la calidad del aire y del suelo mediante la toma de muestras de agua, aire y suelo en los sectores donde se realizan los cultivos más representativos.
- Comparación de los datos reportados por el laboratorio con los parámetros de calidad de agua, aire y suelo establecidos en la normativa ambiental vigente para uso agrícola.
- Establecer la influencia de la calidad ambiental en el aumento o disminución de la productividad agrícola de la zona de estudio.

- Establecer las conclusiones y recomendaciones que ayuden a mejorar la productividad de los cultivos de la zona de estudio.
- Compartir los resultados obtenidos de la investigación para que sirvan como base de futuros estudios de otros campos con características similares

Con fundamento en los objetivos planteados y los eventos considerados para realizar la investigación, se establece la siguiente hipótesis: El estudio de los niveles de contaminación del agua, aire y suelo en los cinco sectores permite diagnosticar la variación en la productividad agrícola y su eventual recuperación, con el fin de aumentar la productividad; esta hipótesis se plantea con la previa suposición, que la causa de la variación en la productividad agrícola de los cinco sectores de estudio, es la contaminación del agua, aire, suelo y sus efectos colaterales en los cultivos.

Para demostrar la veracidad o falsedad de la hipótesis planteada se aplicó una metodología asociativa en la cual se alternó secuencialmente fases de gabinete con fases de campo. En el primer caso se realizó la revisión de información existente como catastros, mapas temáticos, tipos de cultivos que se dan en el sitio de estudio y los porcentajes de producción, datos de estaciones meteorológicas cercanas y datos de estudios anteriores sobre el área de estudio. En una segunda fase se realizó el levantamiento in situ de datos en campo mediante una encuesta donde se determinó el uso actual del suelo y los cultivos más representativos de cada sector y a partir de ellos se determinó los puntos de muestreo de agua, aire y suelo, en cada sector de estudio; estas muestras fueron enviadas para su análisis al laboratorio, los cuales fueron procesados y analizados, determinando cuales fueron los elementos encontrados sobre los límites máximos permisibles y sus efectos sobre los cultivos.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Los principales motivos para realizar este proyecto de investigación son los que se anotan a continuación:



La seguridad alimentaria está amenazada debido al incremento poblacional, la presión sobre áreas de uso agrícola para uso residencial; la alteración de los suelos de vocación agrícola por un mal manejo y aumento en la concentración de químicos en el agua y en el aire atmosférico, por lo que las cosechas ya no tienen la misma calidad y cantidad de nutrientes naturales.

La evaluación de los niveles de contaminación ambiental en la zona de estudio y sus efectos en la producción agrícola permitió buscar los mecanismos para mejorar la productividad y a su vez la calidad de los productos obtenidos de éstos cultivos, contribuyendo de este modo al incremento de la capacidad alimentaria de la zona y asociado a ello el progreso en la salud y la economía de los lugareños.

La presente investigación se justifica pues al realizar una evaluación de la calidad ambiental de los recursos agua, aire y suelo de la zona en estudio y como podría afectar a la productividad de los cultivos del sector. Una vez efectuados los muestreos se realizó la evaluación de los niveles de contaminación, obteniéndose una base de resultados que posteriormente permitirán optimizar las condiciones de producción en el sector

Además es un aporte metodológico que facilitará el uso de buenas prácticas ambientales en la agricultura que permitan el cumplimiento de las leyes y regulaciones ecuatorianas tomando como referencia el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 MARCO LEGAL**

##### **2.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

La actual Constitución Política del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, tiene un elemento innovador, una faceta especialísima dentro del otorgamiento de derechos ya que lo hace a un beneficiario que no se había hecho acreedor de los mismos en ningún cuerpo legal en el mundo, ya que no es un ser que pueda ejercerlo por sí mismo, hablamos pues de la Naturaleza.

Este cuerpo legal es fundamental para el área normativa en el país, ya que de ella dependen todos los demás cuerpos legales vigentes. En su preámbulo manifiesta que: hemos decidido construir “Una nueva forma de convivencia ciudadana, en diversidad y armonía con la naturaleza, para alcanzar el buen vivir, el *sumak kawsay*; una sociedad que respeta, en todas sus dimensiones, la dignidad de las personas y las colectividades;(…)” (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

##### **2.1.2 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Ley de Gestión Ambiental vigente establece los principios y directrices de política ambiental, determina la existencia de obligaciones y responsabilidades en la gestión del medio ambiente, deben aplicar las actividades productivas públicas y privadas y establece los límites permisibles de calidad ambiental, además establece controles y sanciones en todo el territorio Nacional. (H. Congreso Nacional del Ecuador, 2004)

### **2.1.3 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Esta Ley arbitra las medidas para un justo equilibrio entre el desarrollo tecnológico y el uso de los recursos del ambiente. (Decreto Supremo # 374, 1976)

### **2.1.4 LEY ORGÁNICA DE LA SALUD**

Regular las acciones que permiten efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. (H. Congreso Nacional, 2006)

### **2.1.5 LEY DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA**

En el texto, esta Ley del Estado garantiza el derecho humano al agua como el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico, para riego agrícola en cantidad, calidad, continuidad y cobertura, entre otros aspectos. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014)

### **2.1.6 TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. LIBRO VI**

El TULSMA establece los principios y directrices de la política ambiental nacional, determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental (Ministerio del Ambiente, 2015).

Libro VI:

Anexo 1: Norma De Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua;

Anexo 2: Norma De Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados;

Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente.

### **2.1.7 OTRAS NORMAS**

- Norma INEN 2 078:97, "Plaguicidas. Eliminación de Residuos-Sobrantes. Requisitos", Quito.
- Norma INEN 330 Fertilizantes. Clasificación
- Norma INEN 221 Fertilizantes. Envasado y Rotulado
- Norma INEN 209 Fertilizantes, Terminología
- Norma INEN 1871 Plaguicidas, nombres comunes, comerciales y químicos
- Norma INEN 1913 Plaguicidas, etiquetado, requisitos
- Norma INEN 1927 Plaguicidas. Almacenamiento y transporte, requisitos
- Norma INEN 1838 Plaguicidas y productos afines. Definiciones y clasificaciones
- Norma INEN 1898 Plaguicidas. Clasificación y toxicología.

## **2.2 MARCO REFERENCIAL**

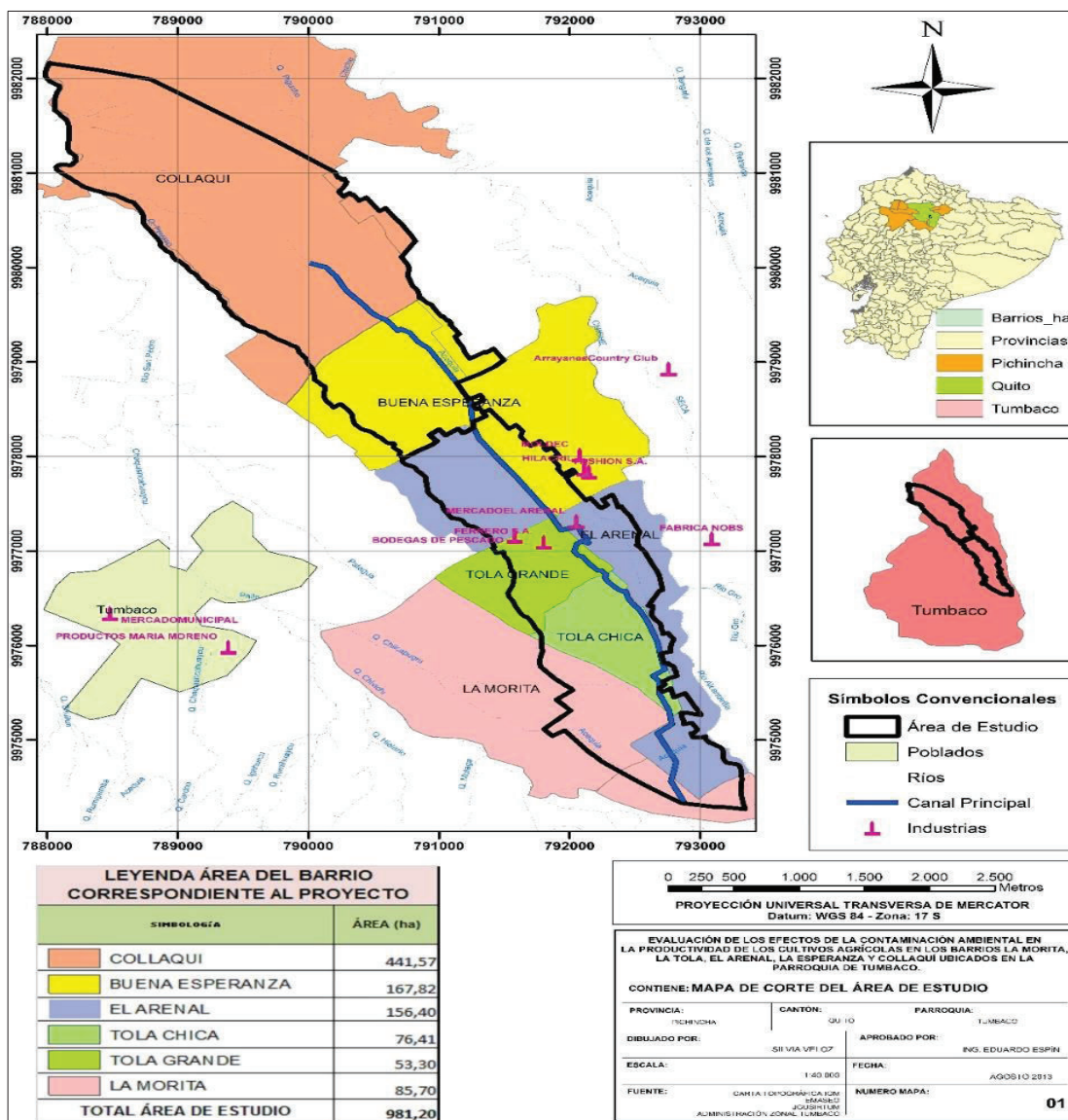
### **2.2.1 ANTECEDENTES**

El Instituto de Investigaciones y Postgrado de la Facultad de Ingeniería en Geología Minas, Petróleo y Ambiente FIGEMPA conjuntamente con la Facultad de Ciencias Agrícolas y la Facultad de Economía de la Universidad Central del Ecuador (UCE) desarrollaron una investigación interdisciplinaria para evaluar los distintos factores que afectan a la productividad de los cultivos en el sector de Tumbaco. Para evaluar los efectos de la calidad ambiental del sector en la producción de cultivos agrícolas se realizó mediante encuestas de campo un catastro de los cultivos de la zona de estudio y se definieron los lugares adecuados para realizar muestreos representativos que nos permitan determinar los niveles de calidad del agua de riego que se está utilizando en los cultivos, los niveles de calidad del aire existentes en el sector y los niveles de calidad de suelo del lugar en estudio. Estas muestras fueron analizadas en diferentes laboratorios para determinar las concentraciones de los parámetros de calidad establecidos en las normas vigentes y examinarles con estas y normas de otros países y de esta manera establecer sus efectos en la producción agrícola.

## 2.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área del proyecto está ubicada al este de la parroquia de Tumbaco, entre los ríos Chiche, San Pedro y las derivaciones de canal de riego del ramal Chichipata, con un área de 981,2 hectáreas, en donde se ubican los Barrios La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí. (Ver mapa 2.1)

**MAPA 2.1**  
**ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: S. Veloz, E. Espín (2013)

## 2.2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

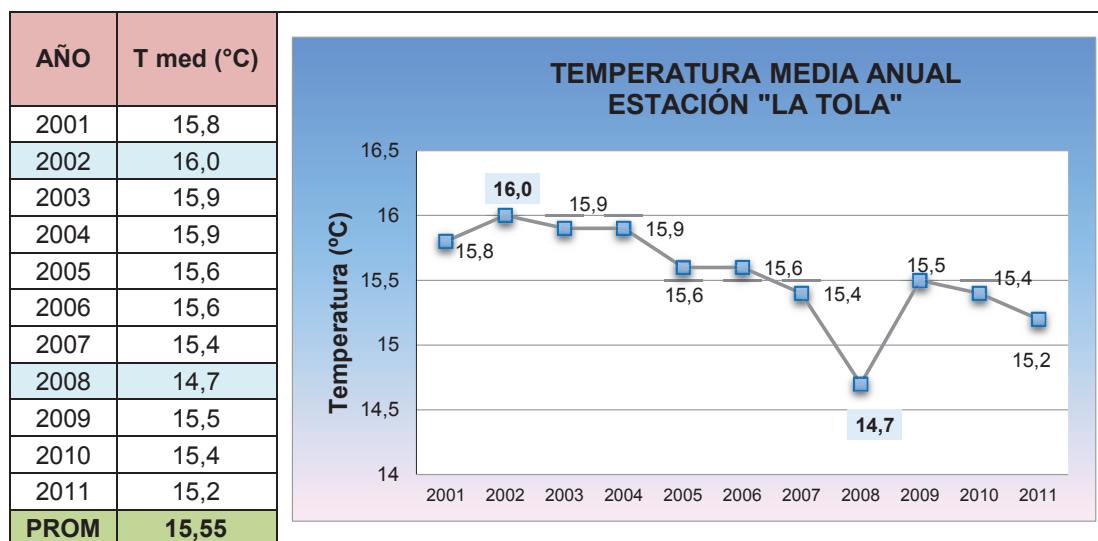
### 2.2.3.1 Condiciones climáticas

Las características climáticas en los cinco sectores agrícolas de estudio, son semejantes por estar ubicados en la misma zona geográfica, el área de estudio se encuentra ubicada en la Zona Ecológica Bosque Seco Montano Bajo (bsMb). Para la caracterización climática se ha tomado como referencia la estación meteorológica que corresponde a la Estación la Tola que se encuentra en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador a una altura de H= 2505 m.s.n.m y con coordenadas en WGS 84-17S: X= 792862; Y= 9974350.

#### a) Temperatura

### GRÁFICO 2.1

#### TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA ESTACIÓN “LA TOLA”



Fuente: Estación Meteorológica “La Tola” (2012)

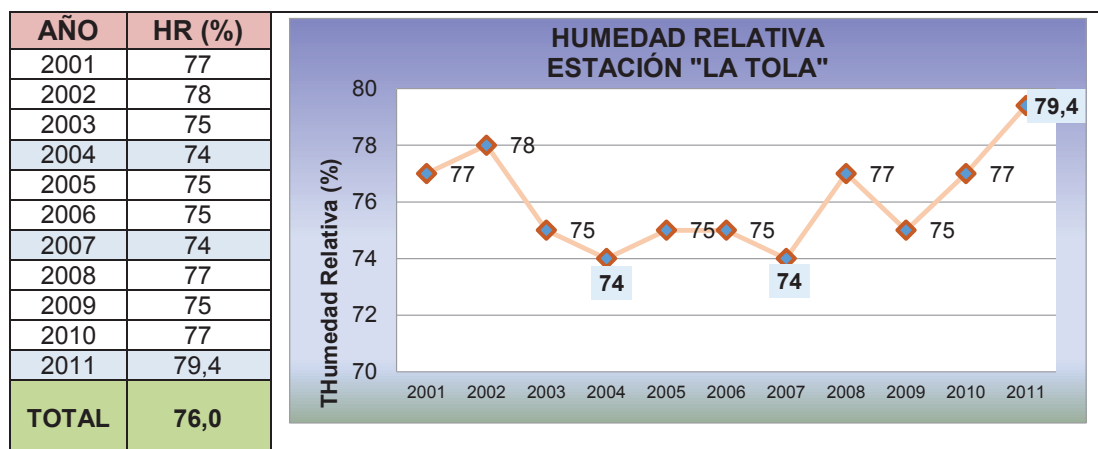
Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

El promedio de temperatura anual corresponde a 15,55 °C, temperatura máxima en el año 2002 de 16°C y mínima en el año 2008 de 14,7°C. Ver gráfico 2.1.

## b) Humedad Relativa

### GRÁFICO 2.2

#### HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL ESTACIÓN "LA TOLA"



Fuente: Estación Meteorológica "La Tola" (2012)

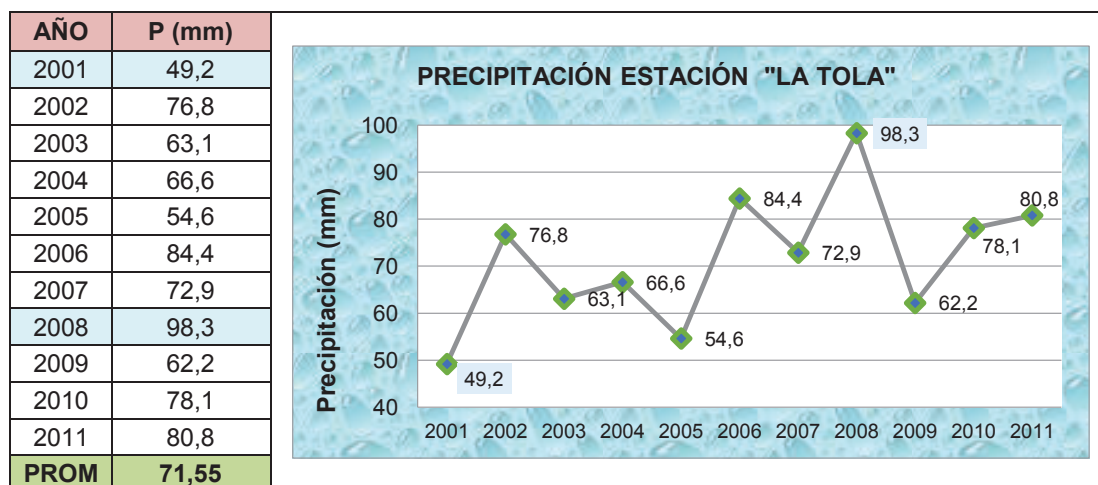
Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

El promedio de humedad relativa anual corresponde a 76%, mínima en el año 2004 y 2007 de 74% y máxima en el año 2011 de 79,4%. Ver gráfico 2.2.

## c) Precipitación

### GRÁFICO 2.3

#### PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL ESTACIÓN "LA TOLA"



Fuente: Estación Meteorológica "La Tola" (2012)

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

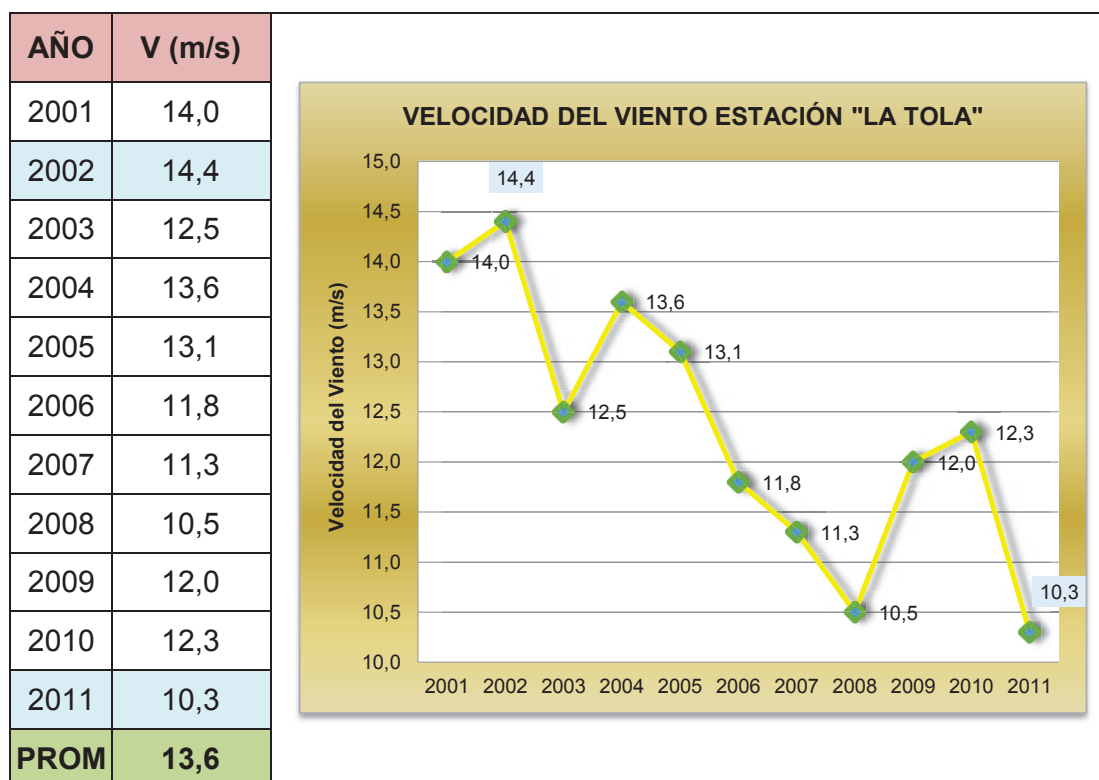
El promedio de precipitación anual corresponde a 71,5 mm, mínima en el año 2001 de 49,2 mm y máxima en el año 2008 de 98,3 mm. Ver gráfico 2.3.

#### d) Velocidad del Viento

El promedio de velocidad del viento anual corresponde a 13,6 m/s, la velocidad mínima en el año 2011 de 10,3 m/s y máxima en el año 2002 de 14,4 m/s. Ver gráfico 2.4.

#### GRÁFICO 2.4

##### VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIA ANUAL ESTACIÓN “LA TOLA”



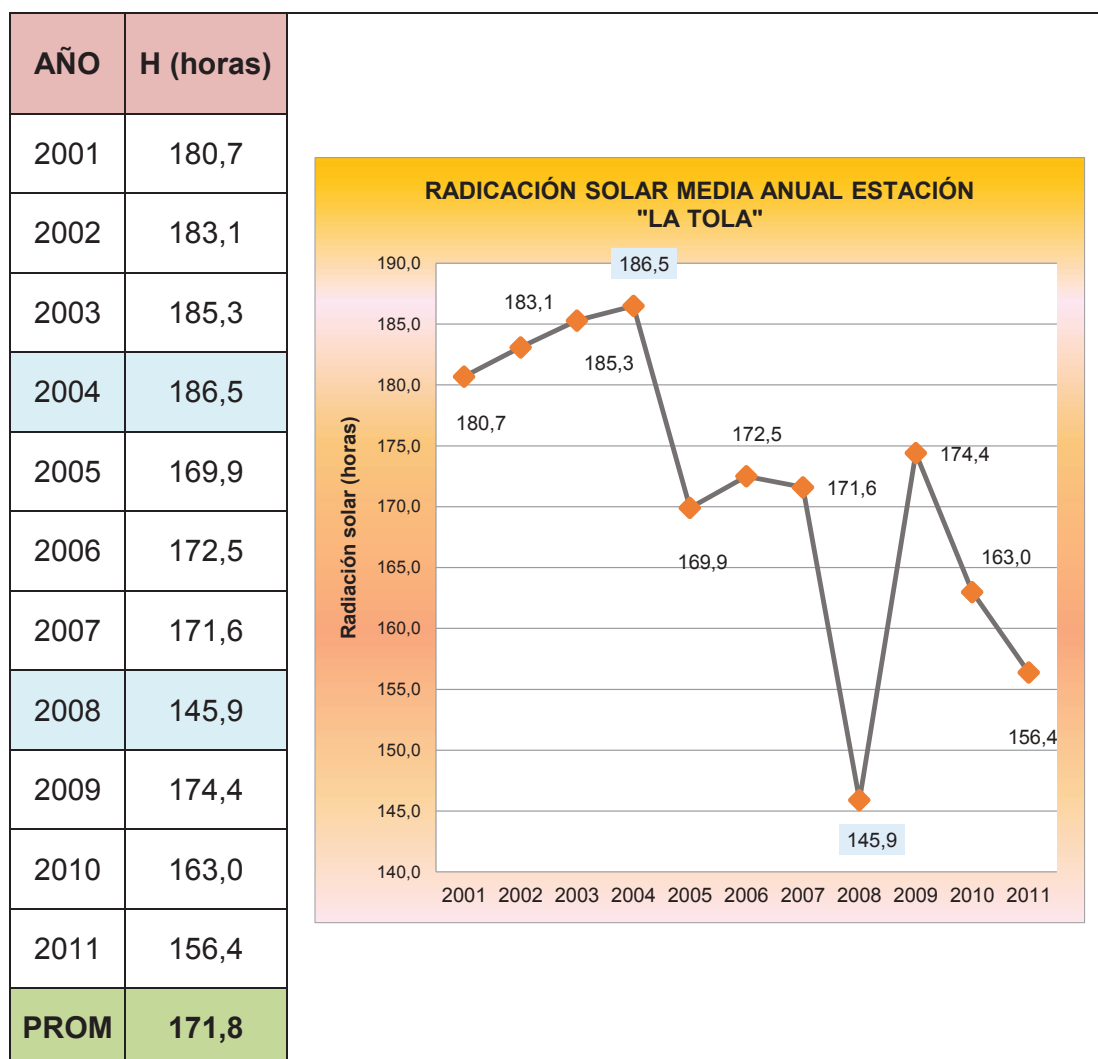
Fuente: Estación Meteorológica “La Tola” (2012)

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

#### e) Heliofanía

El promedio de radiación solar anual corresponde a 171,8 horas, mínima en el año 2008 de 145,9 horas y máxima en el año 2004 de 186,5 horas. Ver gráfico 2.5.



**GRÁFICO 2.5****RADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL ESTACIÓN "LA TOLA"**

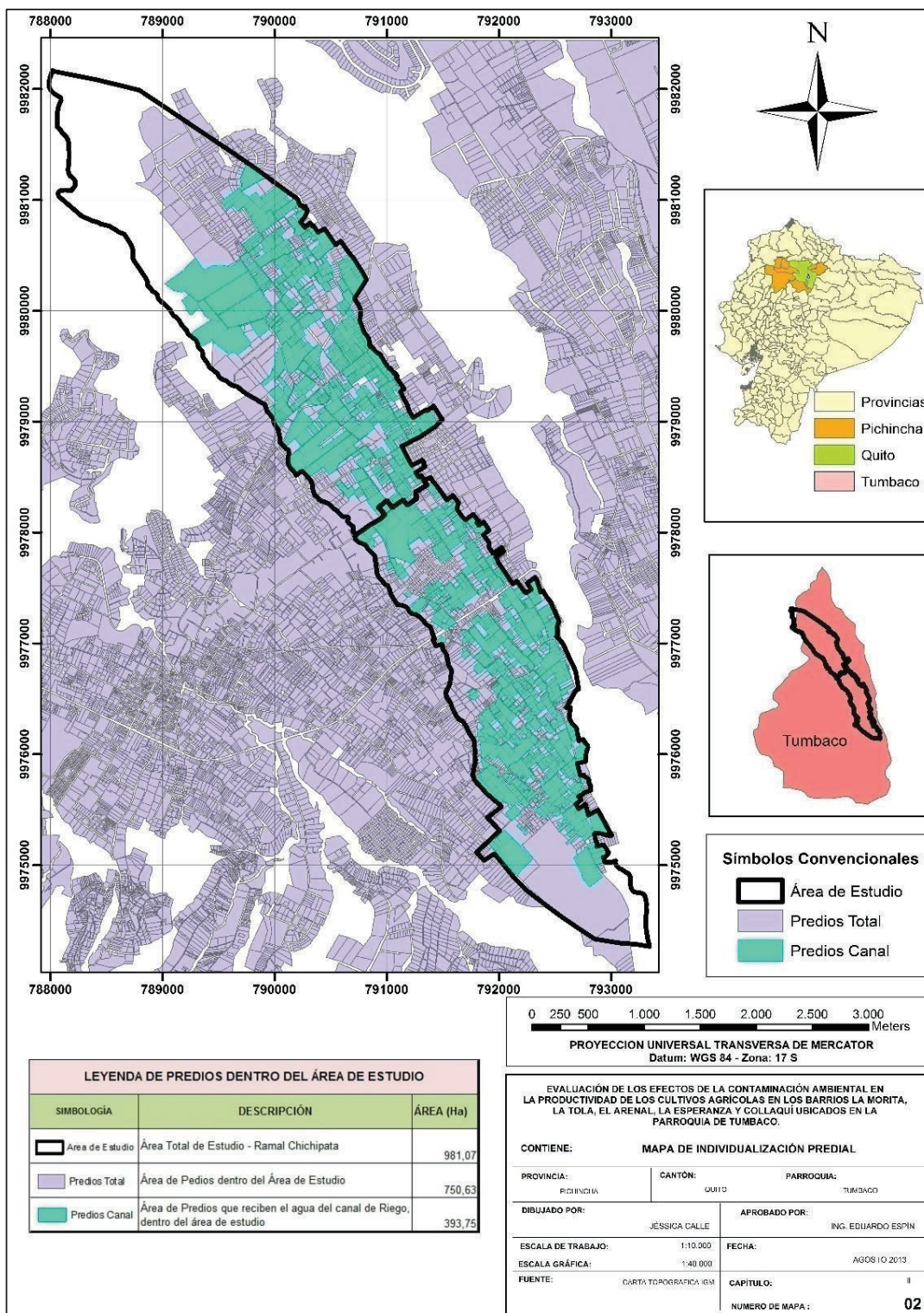
Fuente: Estación Meteorológica "La Tola" (2012)

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

**2.2.3.2 Características poblacionales**

La Parroquia de Tumbaco consta de 49 944 habitantes, (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010), en el área de estudio existen 2969 predios (Distrito Metropolitano de Quito, 2012), de los cuales 647 predios reciben el agua del ramal de Chichipata para el riego de cultivos. Ver mapa 2.2.

## MAPA 2.2 INDIVIDUALIZACIÓN PREDIAL



Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: J. Calle, E. Espín. (2013)

### a) Composición de la población: por edad y sexo

De acuerdo a los resultados del VII Censo de Población y VI de Vivienda, realizado por el INEC en el año 2010, del total de la población de la Parroquia de Tumbaco 48,95% son hombres y el 51,05 % son mujeres. Ver tabla 2.1.

**TABLA 2.1**  
**POBLACIÓN POR EDAD Y SEXO**

Grupos de edad	Sexo		
	Hombre	Mujer	Total
Menor de 1 año	474	455	929
De 1 a 4 años	1.976	1.952	3.928
De 5 a 9 años	2.506	2.428	4.934
De 10 a 14 años	2.411	2.317	4.728
De 15 a 19 años	2.265	2.382	4.647
De 20 a 24 años	2.314	2.332	4.646
De 25 a 29 años	2.254	2.309	4.563
De 30 a 34 años	1.884	2.136	4.020
De 35 a 39 años	1.759	1.902	3.661
De 40 a 44 años	1.384	1.556	2.940
De 45 a 49 años	1.291	1.351	2.642
De 50 a 54 años	1.004	1.108	2.112
De 55 a 59 años	841	900	1.741
De 60 a 64 años	658	722	1.380
De 65 a 69 años	492	560	1.052
De 70 a 74 años	379	385	764
De 75 a 79 años	253	278	531
De 80 a 84 años	153	216	369
De 85 a 89 años	87	131	218
De 90 a 94 años	48	52	100
De 95 a 99 años	12	20	32
De 100 años y más	3	4	7
<b>Total</b>	<b>24.448</b>	<b>25.496</b>	<b>49.944</b>

Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-INEC

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

La mayor cantidad de población corresponde a niños y adolescentes que dependen de los padres de 5 a 19 años en porcentaje del 28,65%. La población adulta 28,98% entre los 35 a 64 años.

### b) Tasa de crecimiento

El VII Censo de Población y VI de Vivienda, realizado por el INEC en el año 2010, la tasa de crecimiento en el Cantón Quito es 2,2%.

### Características del PEA

Son económicamente activas las personas en edad de trabajar (10 años y más) que:

- Trabajaron al menos una hora durante el período de referencia de la medición en tareas con o sin remuneración, incluyendo la ayuda a otros miembros del hogar en alguna actividad productiva.
- Si bien no trabajaron, tenían algún empleo o negocio del cual estuvieron ausentes por enfermedad, huelga, licencia, vacaciones u otras causas; y
- No comprendidas en los dos grupos anteriores, que estaban en disponibilidad de trabajar. Se excluyen las personas que se dedican a: quehaceres domésticos, estudiar, pensionistas e impedidos de trabajar por invalidez, jubilación, entre otros. (www.eco-finanzas.com, 2014). Ver tabla 2.2.

**TABLA 2.2**

### POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA

INDICADOR	%	# Personas económicamente activas
10-19 años	6,1	1480
20-29 años	28,3	6855
30-39 años	26,8	6508
40-49 años	19,1	4640
50-64 años	15,3	3713
65 y más	4,3	1049
Total	100	24,245

Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-INEC

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

### c) Analfabetismo y niveles de instrucción

Según el Censo 2010 de Población y Vivienda - INEC el porcentaje de analfabetismo es del 4.2%, es decir número de personas que no saben leer y/o escribir de 15 años o más, expresado como porcentaje de la población total de la edad de referencia. Las fuentes disponibles miden el analfabetismo mediante la declaración de las propias personas sobre sus destrezas de lectura y escritura. Ver tabla 2.3.

**TABLA 2.3**

#### **ANALFABETISMO Y NIVELES DE INSTRUCCIÓN**

<b>INDICADOR</b>	<b>%</b>
Analfabetismo	4,2
Analfabetismo funcional	9,8
Educación básica completa	64,3
Escolaridad	11,1
Instrucción superior	30,8
Primaria completa	92,5

Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-INEC

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

### 2.2.3.3 Infraestructura

#### a) Establecimientos de salud

La parroquia de Tumbaco cuenta con importantes unidades médicas, aquí encontramos el Centro de Salud institución del Ministerio de Salud Pública que brinda la atención al público especialmente de bajos recursos económicos. Además en la parroquia se han asentado clínicas privadas importantes como: Nova Clínica Los Ángeles, Clínica de Especialidades Médicas Tumbaco, Clínica de Unidades Médicas Tumbaco.

También se encuentra gran cantidad de farmacias y consultorios médicos en diferentes especialidades. En el área de estudio no existe ningún establecimiento de salud.

## b) Vivienda

La infraestructura de vivienda y disponibilidad de servicios básicos se observa en las tablas 2.4 y 2.5.

**TABLA 2.4**

### INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDA

INDICADOR	%
Casas, villas o departamentos	83,3
Déficit habitacional cualitativo	24,4
Déficit habitacional cuantitativo	6,4
Tipo de pared	99,9
Tipo de piso	96,1
Tipo de techo	99,9

Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-INEC

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

**TABLA 2.5**

### DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS

INDICADOR	%
Acceso al servicio de saneamiento	57,8
Agua entubada por la red pública	95,0
Medios de eliminación de basura	93,6
Red de alcantarillado	74,7
Servicio eléctrico	99,3
Servicio telefónico convencional	57,8
Servicio de eliminación de excretas	94,9

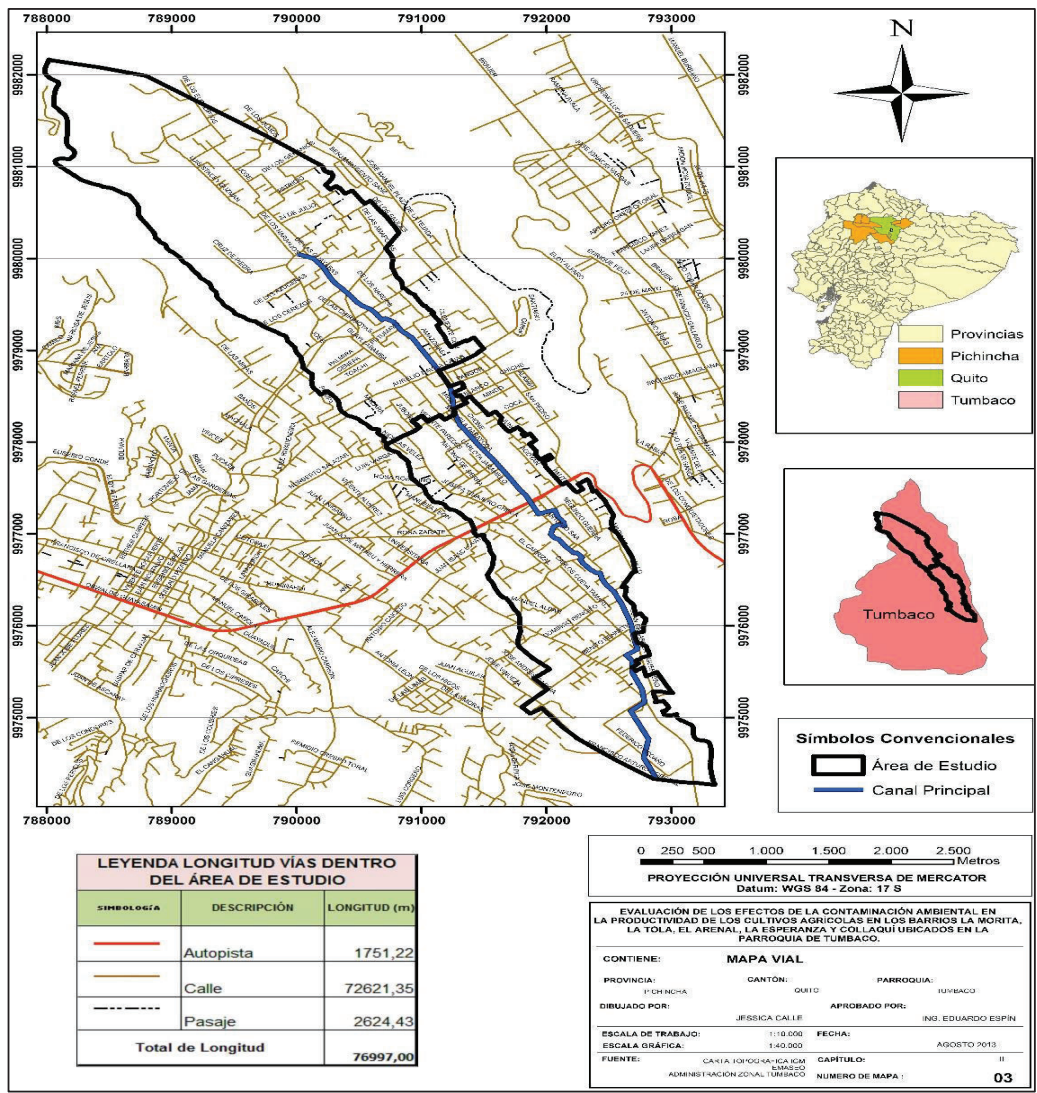
Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-INEC

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

## c) Vialidad

Lo que corresponde a vialidad en toda el área de influencia directa e indirecta existen accesos (ver mapa 2.3).

### MAPA 2.3 VÍAS



Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: J. Calle, E. Espín (2013)

**TABLA 2.6**  
**LONGITUD DE LAS VÍAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO**

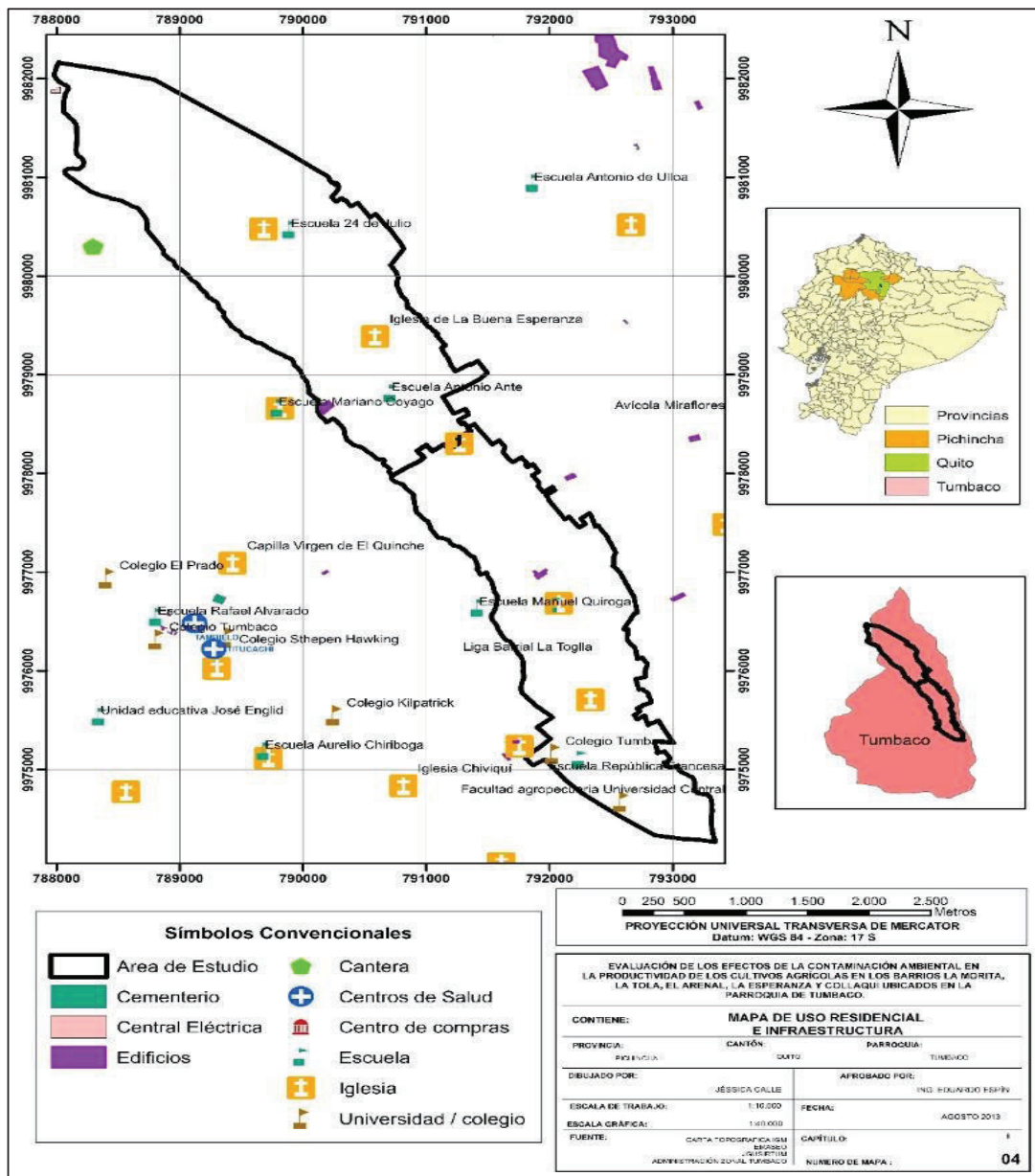
VIALIDAD		
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)
	Autopista	1751,22
	Calle	72621,35
	Pasaje	2624,43
<b>Total de Longitud</b>		<b>76997,00</b>

Fuente: Shapefile proporcionados por la EMOP (2012)  
Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

### 2.2.3.4 Industrias

En la categoría de uso residencial se incluye las áreas utilizadas para viviendas, industrias, edificaciones (Ver mapa 2.4 y tabla 2.7). En el área de influencia indirecta existen otras industrias así tenemos:

**MAPA 2.4**  
**USO RESIDENCIAL DEL SUELO**



Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: J. Calle, E. Espín (2013)



TABLA 2.7

## INDUSTRIAS ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA

FÁBRICA	ACTIVIDAD	DIRECCIÓN
PRODUCTOS MARIA MORENO	Producción de conservas	Carchi 904 y Vía Interoceánica
MERCADO MUNICIPAL	Mercado	Centro de Tumbaco
WILLIAM SHAKESPEARE SCHOOL	Centro Educativo	Av. González Suarez s/n y Vía Interoceánica
SUPERMAXI	Supermercado	Interoceánica y González Suárez
VENTURA MALL	Centro Comercial	Vía Interoceánica km. 14 1/2.
PUNTO TELSA	Tela en algodón y polialgodón	Vía Interoceánica km 21, sector Rosa Blanca
FERRERO S.A.	Producción, bodegas y oficinas	Urb. Tola Grande, Pietro Ferrero s/n, sector El Arenal
FABRICA NOBS	Conservas de frutas y verduras	Vía Interoceánica km 21 a 500 m de la "Y" de Puembo
BODEGAS DE PESCADO	Bodegas, despensa de pescado	Aurelio Dávila s/n y Av. Interoceánica
PRONACA S.A.	Embutidos y productos cárnicos	Vía Interoceánica km 21 1/2, Pífo
MERCADO	Mercado	El Arenal
PRONACA S.A.	Conservas de frutas y verduras	Av. Interoceánica, km 21, barrio El Chiche, Puembo
FASHION S.A.	Textil (Fibras sintéticas)	Aurelio Dávila s/n, sector El Arenal
HILACRIL	Hilatura, tejeduría y confección (acrílico)	Av. Interoceánica km. 18 1/2
MOLDEC	Molduras de cuadros	Pasaje B s/n y Aurelio Dávila, sector El Arenal

Fuente: Shapefile EMOP (2011).

Elaborado por: Equipo Multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013)

### 2.2.3.5 Uso de suelo







#### a) Aptitud Agrícola

Es una agrupación de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y su respuesta bajo un mismo tipo de manejo y está basada en un conjunto de alternativas que relacionan el suelo – agua – plantas. (Ver mapa 2.5 y tabla 2.8)

El Ministerio de Agricultura y Ganadería determina mediante especialista la aptitud que tienen los diferentes tipos de suelo para uso, en el área del proyecto lo determina con un porcentaje del 61% apto para agricultura de ciclo corto que tengan que realizar rotación de cultivos.

**TABLA 2.8**

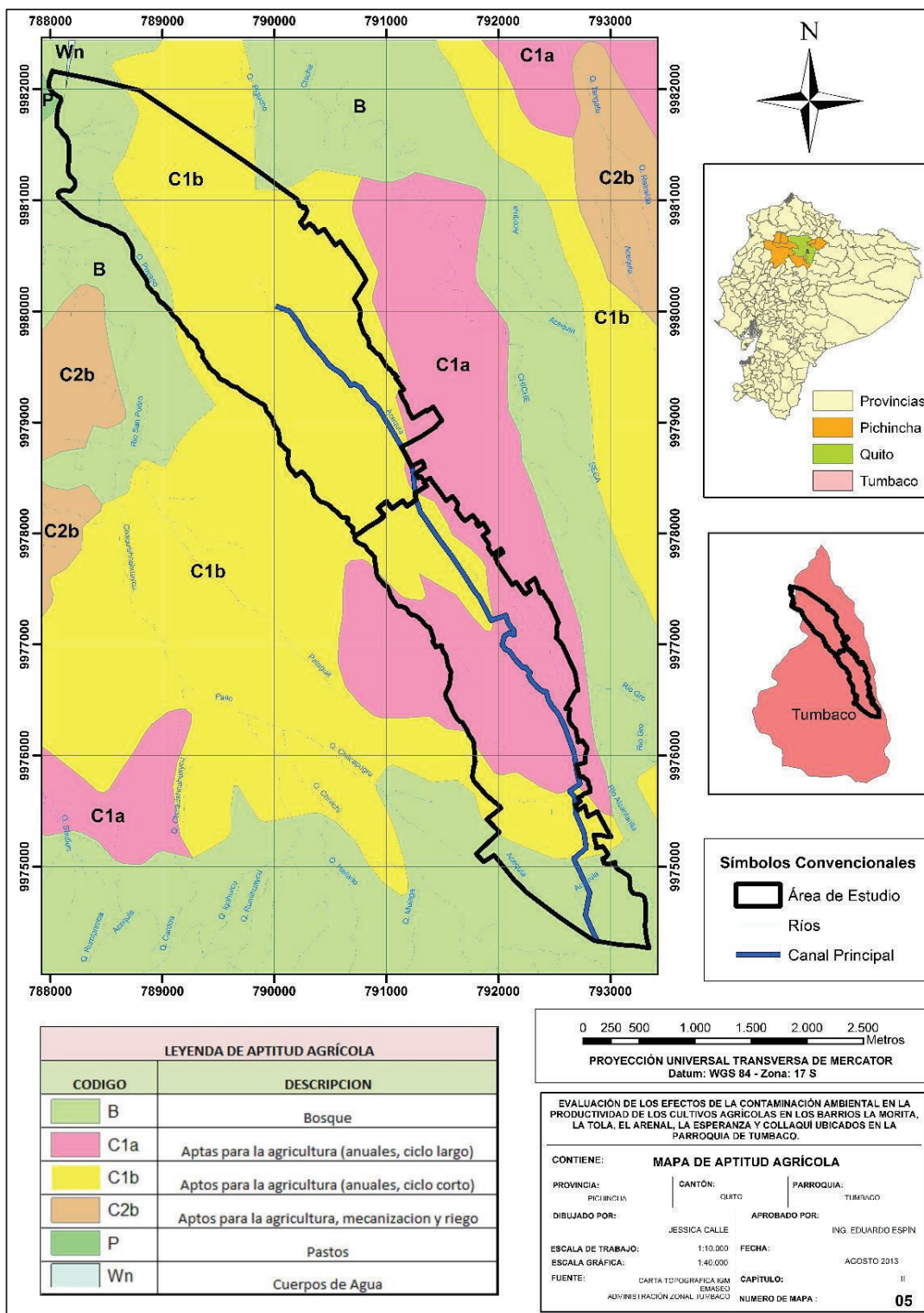
#### **APTITUD AGRÍCOLA DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>%</b>
 B	Bosque	161,94	16,51
 C1a	Aptas para la agricultura (anuales, ciclo largo)	211,04	21,51
 C1b	Aptos para la agricultura (anuales, ciclo corto)	607,87	61,96
 C2b	Aptos para la agricultura, mecanización y riego	0,06	0,01
 P	Pastos	0,08	0,01
 Wn	Cuerpos de Agua	0,08	0,01
<b>TOTAL</b>		<b>981,07</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010).

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental - FIGEMPA (2013).

### MAPA 2.5 APTITUD AGRÍCOLA DEL SUELO








Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: J. Calle, E. Espín (2013)

## b) Conflictos de Uso de Suelo

El conflicto de uso permite establecer una comparación en el uso real y el uso potencial, con el fin de evaluar el estado de los recursos naturales e identificar áreas que pueden degradarse como consecuencia de uso inadecuados. Ver mapa 2.6 y tabla 2.9.

**TABLA 2.9**  
**CONFLICTOS DE USO DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

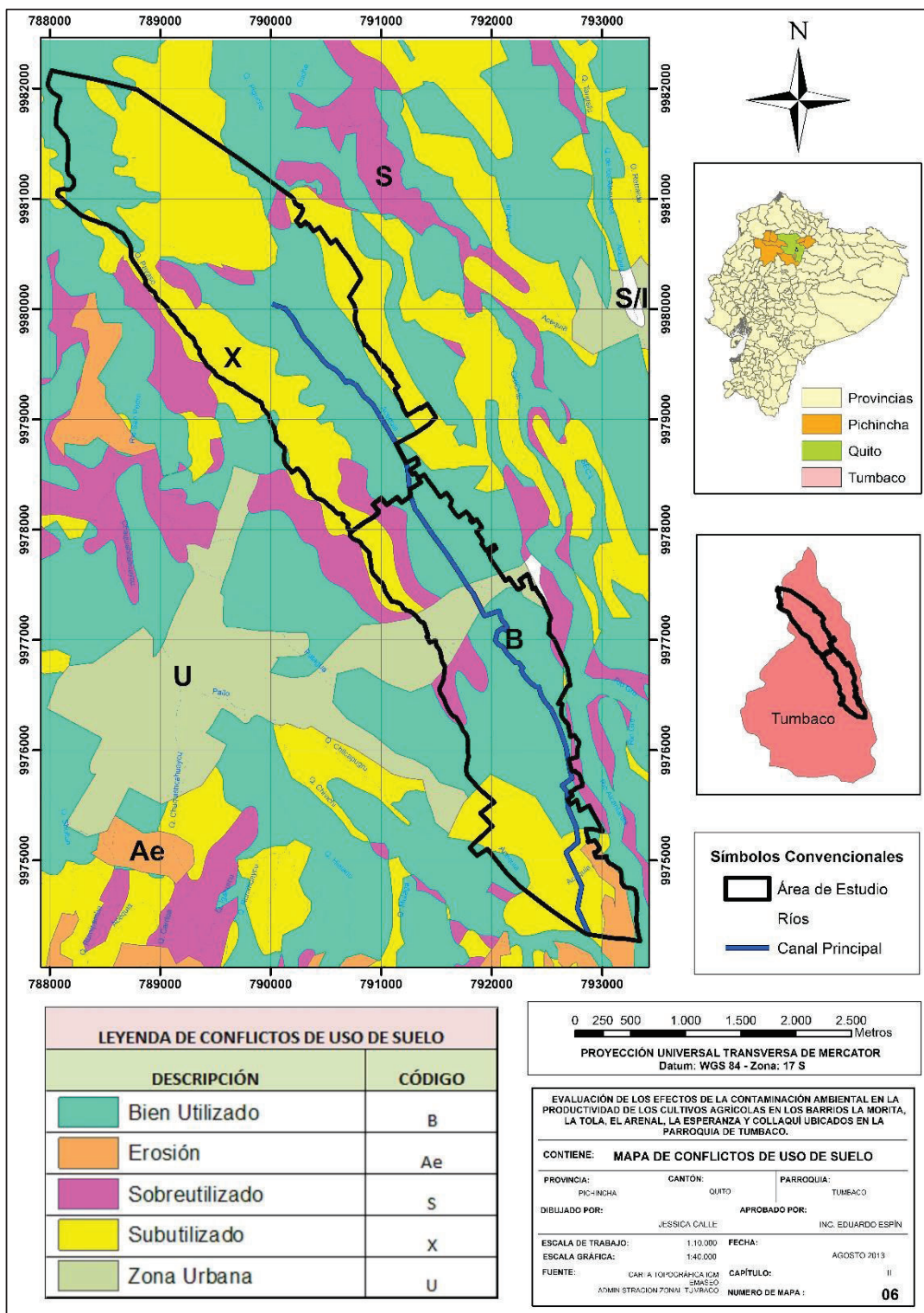
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	ÁREA (ha)	%
 Bien Utilizado	B	480,07	48,93
 Erosión	Ae	16,74	1,71
 Sobreutilizado	S	65,66	6,69
 Subutilizado	X	386,55	39,40
 Zona Urbana	U	32,06	3,27
TOTAL		981,07	100,00

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010).

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental - FIGEMPA (2013).

El Ministerio de Agricultura en el año 2010 determina que en el área de estudio durante este tiempo el suelo está bien utilizado en un 48,93%; subutilizado en un 39,4%.

**MAPA 2.6**  
**CONFLICTOS DE USO DE SUELO**



Fuente: Carta Topográfica IGM. EMASEO. Administración Zonal Tumbaco.  
Elaborado por: J. Calle, E. Espín (2013)

## **2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.3.1 LA CALIDAD AMBIENTAL Y LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA**

Uno de los problemas a los que se ha enfrentado la humanidad a lo largo de su evolución ha sido el del acceso a los alimentos, el lograr la soberanía alimentaria, esta es la razón por lo que la agricultura ha sido el componente dominante en la economía de los pueblos por lo que producir alimentos en cantidad suficiente ha ocasionado una expansión de las fronteras agrícolas, el aumento de la utilización de agua para riego y el uso cada vez mayor de plaguicidas y fertilizantes la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), en los capítulos 10, 14 y 18 de su Programa 21 (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992), han puesto de manifiesto la dificultad de garantizar un suministro suficiente de alimentos en el siglo XXI.

La agricultura sostenible constituye uno de los mayores desafíos. Esta sostenibilidad supone que la agricultura no sólo debe ser capaz de garantizar un suministro sostenido de alimentos, sino que sus efectos al medio ambiente y al desarrollo forman parte de los planes nacionales del buen vivir el Sumak Kawsay.

La FAO ha definido el desarrollo agrícola sostenible (Dongley, 1997) como “Desarrollo sostenible es el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sostenible (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable”.

La degradación del medio ambiente tiene como causas la contaminación natural, frecuentemente endógena, y contaminación antrópica, siempre exógena.

Los fenómenos naturales pueden ser causa de importantes eventos de contaminación del medio ambiente, como es el caso de las erupciones volcánicas. Pero las causas más frecuentes de contaminación son debidas a la actuación antrópica, que al desarrollarse sin la necesaria planificación producen un cambio negativo de las propiedades del aire, agua y suelo. Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: actividades industriales, actividad minera y petrolera, actividades comerciales, actividades agrícolas), domiciliarias y fuentes móviles para el transporte. Como fuente de emisión se entiende el origen físico o geográfico donde se produce una liberación contaminante al ambiente, ya sea al aire, al agua o al suelo. Tradicionalmente el medio ambiente se ha dividido, para su estudio y su interpretación en esos tres componentes que son: aire, agua y suelo; sin embargo, esta división es meramente teórica, ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los elementos del ambiente

La agricultura es una de las causas de la degradación del medio ambiente y al mismo tiempo sufre los efectos de la contaminación de recursos hídricos causada por las descargas de aguas residuales así como sedimentos, por la pérdida neta de suelo como resultado de prácticas agrícolas inadecuadas, así como la salinización de tierras de regadío. El polvo y los gases emanados desde fuentes fijas y móviles que contaminan los suelos y afectan a las plantaciones agrícolas, que contaminan a su vez los cultivos y transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas.

### **2.3.1.1 Criterios de calidad del agua**

El término “Contaminación del Agua” se lo puede definir como la introducción de elementos o compuestos dañinos, en una concentración tal que hacen al agua no apta para el uso deseado.

Se distingue dos tipos de procesos contaminantes de aguas superficiales y subterráneas: los puntuales que afectan a zonas muy localizadas; y los difusos que

provocan contaminación dispersa en zonas amplias, donde no es fácil identificar un foco principal. (Food and Agriculture Organization FAO, 1982)

Entre las actividades que suelen provocar contaminación puntual, se mencionan: residuos domésticos municipales descargados por sistemas de alcantarillado sin tratamiento, aguas residuales industriales, residuos de lixiviado de vertederos de residuos urbanos y fugas de aguas residuales que se infiltran en el terreno; lixiviados de vertederos industriales como es el caso de la minería, depósitos de residuos radiactivos o tóxicos mal aislados.

La contaminación difusa suele ser provocada por actividades agrícolas como la labranza, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, prácticas inadecuadas de riego o en las prácticas forestales. (Food and Agriculture Organization, 1997)

También es causada por actividades constructivas y de extracción de minerales; explotación excesiva de los acuíferos que facilitan que las aguas salinas invadan las zonas de agua dulce, por desplazamiento de la interfase entre los dos tipos de aguas. (Zavala & Palange, 1989)

**TABLA 2.10**  
**EFFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LA CALIDAD DEL AGUA**

Actividad agrícola	Efectos	
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Labranza/arado	<b>Sedimentos / turbidez:</b> los sedimentos transportan fósforos y plaguicidas adsorbidos a las partículas de los sedimentos	
Aplicación de fertilizantes	Escorrentía de nutrientes, especialmente fósforo, que da lugar a la eutrofización de cuerpos de agua	Lixiviación del nitrato hacia las aguas subterráneas
Aplicación de estiércol	Esta actividad se realiza como medio de aplicación de fertilizantes; provoca en las aguas receptoras elevados niveles de contaminación por agentes patógenos, metales, fósforo y nitrógeno, lo que da lugar a la eutrofización y otros tipos de contaminación.	Contaminación de las aguas subterráneas, especialmente por el nitrógeno.



**TABLA 2.10 CONTINUACIÓN**

Aplicación de Plaguicidas	La escorrentía de plaguicidas da lugar a la contaminación del agua en la superficie y la biota; Los plaguicidas son trasladados en forma de polvo por el viento hasta distancias muy lejanas y contaminan sistemas acuáticos que pueden encontrarse a miles de kilómetros si utilizamos plaguicidas persistentes.	Algunos de los plaguicidas pueden lixiviarse hacia aguas subterráneas, provocando problemas para la salud humana a través de los pozos contaminados.
Riego	Escorrentía de sales, que da lugar a la salinización de las aguas superficiales; escorrentía de fertilizantes y plaguicidas hacia las aguas superficiales, con efectos ecológicos negativos	Causa el enriquecimiento del agua subterránea con sales, nutrientes (especialmente nitrato).
Deforestación	Erosión de la tierra, lo que da lugar a elevados niveles de turbidez en los ríos, Perturbación y cambio del régimen hidrológico, muchas veces con pérdida de cursos de agua perennes	Perturbación del régimen hidrológico, muchas veces con incremento de la escorrentía superficial y disminución de la alimentación de los acuíferos; influye negativamente en el agua superficial, ya que reduce el caudal durante los períodos secos y se produce la concentración de los nutrientes y contaminantes en el agua superficial.

Fuente: Estudio FAO Riego y Drenaje 55.

Elaborado por: E. Espín

Los criterios de calidad del agua a ser utilizada en el riego para la agricultura consideran los compuestos que afectan a la productividad de los cultivos como son las sustancias conocidas como fitotóxicas (cloro, boro, sodio), los metales que son bioacumulables y los biológicos que pueden provocar posterior daño a la salud humana considerando además la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades del suelo, las condiciones de manejo de suelo, agua y las condiciones climatológicas. (Fundación Produce Veracruz, A.C., 2013). Ver tabla 2.10.

La intoxicación más común en las plantas es debida a los cloruros presentes en las aguas de riego, existe síntomas visibles de daño en las hojas. Los síntomas típicos de la intoxicación por sodio, suelen ser quemaduras y muerte del tejido a lo largo de los bordes exteriores de la hoja. Los síntomas de la intoxicación por boro

aparecen en hojas viejas con un color amarillento, aparición de puntos amarillos o secado del tejido en las hojas en los puntos y bordes.

El grado de daño depende del tiempo, concentración, sensibilidad, necesidades hídricas del cultivo.

El uso de aguas contaminadas con las aguas residuales urbanas sin tratamiento en la agricultura para regadío causan enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea, ascariasis, amibiasis, giardiasis. Los cultivos más asociados a la difusión de estas enfermedades son los que crecen a ras del suelo y se comen crudos, como coles, lechugas, frutillas.

#### a) Criterio de Salinidad

Este criterio se evalúa mediante los índices de conductividad eléctrica y salinidad efectiva, los parámetros más comunes para determinar la calidad del agua de riego, en relación con su salinidad, son la Conductividad Eléctrica (CE) y Sólidos Totales Disueltos (STD). (Palacios & Aceves, 1970). Ver tabla 2.11.

**TABLA 2.11**  
**PARÁMETROS DE CE Y TDS**

STD ppm o mg/l	CE uS/cm	Riesgo de Salinidad
<500	<800	Bajo
500 – 1000	800 – 1600	Medio
1000 – 2000	1600 – 3000	Alto
> 2000	> 3000	Muy Alto

Fuente: Palacios V, y Aceves E. (1970)

Elaborado por: E. Espín, J. Calle

El efecto de las sales en los cultivos está relacionado con el aumento de la presión osmótica de la solución que está en contacto con las raíces, el cual provoca un aumento en la tensión con que el agua es retenida por el suelo. La presión osmótica

se puede estimar midiendo la Conductividad Eléctrica (CE) a 25°C en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los valores recomendados varían según las condiciones del medio en que se han medido, pero en forma orientativa se puede utilizar los presentados en la tabla 2.12.

**TABLA 2.12**  
**TOLERANCIAS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

Clase	Intervalo	Definición
Clase 1 (C <sub>1</sub> )	CE < 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Poca salinidad Se puede usar para riego sin problema, si se requiere lavado, la misma agua de riego puede servir, sin necesidad de agua adicional.
Clase 2 (C <sub>2</sub> )	750 a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Aguas con moderada salinidad Se puede usar para riego en la mayoría de las plantas. Si el suelo es poco permeable, se debe dar una selección de cultivos de mediana tolerancia.
Clase 3 (C <sub>3</sub> )	1500 a 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Aguas con salinidad media Se deben aplicar algunas medidas para el control de la salinidad y elegir plantas con tolerancia a la salinidad.
Clase 4 (C <sub>4</sub> )	2250 a 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Aguas con salinidad elevada Solamente se puede cultivar plantas tolerantes a la sal.
Clase 5 (C <sub>5</sub> )	4000 a 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Aguas con salinidad muy elevada No son aptas para la agricultura
Clase 6 (C <sub>6</sub> )	> 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Aguas con salinidad excesiva

Fuente: Valverde (2007)

Elaborado por: E. Espín, J. Calle (2013)

#### **b) Criterio de Sodicidad**

La Relación de Adsorción de Sodio (RAS) es un criterio que mide el efecto probable del ion sodio sobre las propiedades físicas del suelo ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta a la permeabilidad de este. Se basa en una fórmula empírica que relaciona los contenidos de Sodio, Calcio y Magnesio y que expresa el porcentaje de Sodio de cambio en el suelo en situación de equilibrio.

Es uno de los índices más evaluados para medir el peligro de sodificación que presenta el agua de riego.(Valverde, 2007)

Valverde indica: “El Sodio en el suelo tiene dos efectos principales, si es absorbido como ión, al acumularse es tóxico para las plantas y si es absorbido por las arcillas, sustituye al Calcio y Magnesio, provocando cambios en la estructura que afectan la permeabilidad del suelo. Se han establecido índices para evaluar el efecto del sodio en el suelo.

El peligro de sodificación depende de la concentración relativa y absoluta de los cationes en el agua, de los cuales los principales son el Calcio, el Magnesio y el Sodio. Si la proporción de Sodio es alta, es mayor problema, pero si predomina el Calcio y Magnesio, es menor.

La clasificación del agua, dependiendo del contenido de Sodio, se presenta en la tabla 2.13.

**TABLA 2.13**  
**TOLERANCIAS DE SODIO**

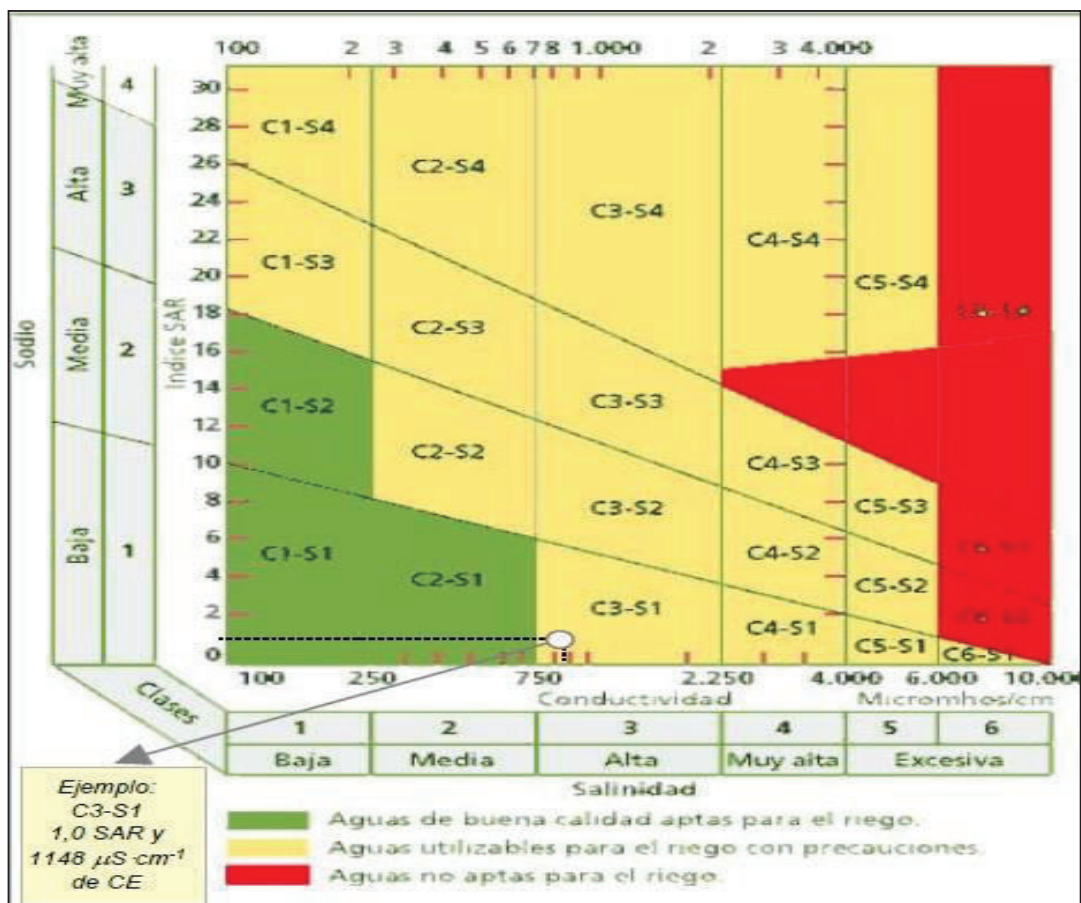
Clase	Intervalo	Riesgo
Clase 1 (S <sub>1</sub> )	Poco sodio	Existe poco riesgo de acumulación en el suelo.
Clase 2 (S <sub>2</sub> )	Presencia media de sodio	Hay peligro en suelos muy arcillosos y poca materia orgánica.
Clase 3 (S <sub>3</sub> )	Agua con mucho sodio	Se acumula peligrosamente y el suelo requiere buen drenaje.
Clase 4 (S <sub>4</sub> )	Agua con cantidad muy elevada de sodio	Para que los suelos puedan sostener una agricultura sostenible, requieren de lavados y muy buen drenaje.

Fuente: Valverde (2007)

Elaborado por: J. Calle, E. Espín (2013).

Con la anterior información, se puede elaborar un diagrama que contiene por un lado, el peligro de salinidad y por el otro el peligro de sodio, obteniéndose 12 clases de salinidad, como se ilustra en el gráfico 2.6.

**GRÁFICO 2.6**  
**DIAGRAMA DE SODIO Y SALINIDAD**



Fuente: Blasco y de la Rubia (1973).

### c) Criterio de Toxicidad

La calidad del agua de riego también puede ser determinada por la toxicidad de iones específicos. La diferencia entre un problema de salinidad y un problema de toxicidad es que la toxicidad ocurre dentro de la planta misma, como resultado de la acumulación de un ion específico en las hojas. (Dirección de Producción y Protección Vegetal, 2002)

Según la FAO (Food and Agriculture Organization, 1997): “Los iones más comunes que pueden causar un problema de toxicidad son el ion Cloruro, el ion Sodio y el ion Boro. Al igual que con la salinidad, los cultivos difieren en su susceptibilidad a estos iones”.

Se debe prestar atención especial a la toxicidad de Boro, porque ocurre en concentraciones muy bajas, a pesar de que es un nutriente esencial para la planta.

Un nivel tóxico de tan solo un ion en el agua de riego podría hacer al agua inadecuada para el riego. Sin embargo, hay algunas prácticas de gestión que pueden ayudar a reducir los daños.

Estas prácticas incluyen lixiviación adecuada, aumento de la frecuencia de riegos, evitar el riego por aspersión, evitar el uso de fertilizantes que contienen Cloruro o Boro, selección apropiada de cultivos, entre otros.

**Sodio:** En la mayoría de los cultivos, la mayor parte del Sodio absorbido por la planta permanece en las raíces y tallos, fuera de las hojas, pero el Sodio puede dañar frutales si se acumula en las hojas a niveles tóxicos.

Los síntomas aparecen en hojas viejas, empezando en las puntas y los márgenes con avance hacia el centro. 5 meqNa/l en la solución del suelo pueden dañar al aguacate, cítricos, frutales. En general más de 10 meqNa/l afecta a muchos cultivos. El daño también puede resultar si el Sodio es absorbido por las hojas durante el riego por aspersión 5 a 10 meqNa/l pueden ocasionar daños en papa y tomate; 10 a 20 meqNa/l afecta alfalfa, cebada, maíz, pepino y girasol; > 20 meqNa/l a coliflor, algodón y remolacha.

**Cloruro:** Este ión no es absorbido ni tampoco queda en el suelo sino que es atrapado por la planta y se acumula en las hojas; si el nivel de Cloruro en el agua de riego excede la tolerancia de la planta se dan síntomas como por ejemplo hojas quemadas o tejidos de estas muy secos.

El Cloro es movido por la corriente de transpiración y acumulado en las hojas, cuando excede la tolerancia del cultivo, se produce daño en las hojas y reducción del rendimiento. Normalmente ocurre en las puntas de las hojas jóvenes y baja progresivamente. En casos extremos puede haber necrosis que es la muerte prematura de las células de un tejido u órgano y caída de hojas.

**Boro:** Es un nutrimento esencial, la tolerancia a Boro varia con el clima, suelo, variedad y patrón. Los síntomas aparecen primero en las hojas viejas con amarillamiento y necrosis del tejido vegetal en la punta y márgenes. La necrosis avanza hacia el centro de la hoja. Especies frutales pueden estar severamente afectadas por Boro y no presentan síntomas en las hojas, pero muestran muerte de ramas y desarrollan osmosis en el tronco.

Otros parámetros que se deben analizar para determinar la calidad de agua de riego son: (Mitchell, Grigs, & Willian, 1996)

**pH:** Un aumento o disminución significativos de este parámetro afectan las funciones fisiológicas (enzimas, procesos de membrana) de la biota y conducen a efectos tóxicos en la misma a través de cambios de la toxicidad de varios contaminantes. Por ejemplo, a valores bajos de pH se incrementa la toxicidad del Aluminio.

**Temperatura:** Es una medición importante para interpretar los rangos de solubilidad de los parámetros químicos, debido a que influye con las tasas de actividad química y biológica.

**Nitrógeno:** Se lo encuentra en forma de nitrato y nitrito, son los compuestos que llegan al agua mediante precipitación, escorrentía y por afluentes de industrias alimenticias, aguas residuales domésticas y agrícolas. Un exceso de este elemento puede generar una alteración en el crecimiento normal de las plantas.

**Cobre:** Elevadas concentraciones de Cobre interfieren en el transporte del Oxígeno y el metabolismo de la energía en las plantas.

**Fosfato:** El exceso de fosfato ocasiona el proceso de eutrofización (enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema acuático). El arrastre de tierras cultivadas con compuesto a base de fósforo, y los vertidos de aguas servidas domésticas son la base del fosfato en los ríos.

**Plaguicidas:** son sustancias de origen químico, desarrolladas con el propósito de controlar el desarrollo de plagas de cualquier tipo. Se conoce que las plagas son organismos dañinos responsables de transmitir algunas enfermedades, afectando producciones agrícolas y repercutiendo en las mismas actividades económicas.

**Cadmio:** La toxicidad de esta sustancia depende de diversas variables tales como, dureza, pH y salinidad; este metal tiene potencial de acumulación en el suelo.

**Mercurio:** En los sistemas acuáticos las formas inorgánicas del Mercurio pueden ser convertidas vía bacterias in situ a complejos organometálicos (particularmente metilmercurio) los cuales son más tóxicos y tienden a bioacumularse. El metilmercurio es de especial atención no solo por su toxicidad, sino también por su tendencia a biomagnificarse en los niveles altos de la cadena trófica.

**Arsénico:** La toxicidad del Arsénico aumenta al incrementarse la temperatura del medio acuático, puede ser tóxico para las plantas y el suelo si se exponen de manera continua a altas concentraciones. El suelo pierde productividad a largo plazo.

**Coliformes fecales o termotolerantes:** son los microorganismos capaces de fermentar la lactosa a 45 °C. Respecto a los Coliformes totales; son bacterias Gram-negativas, bastante heterogéneas y contaminan los productos de cultivos rastrosos.

#### ***2.3.1.1.1 Indicadores de calidad de agua***

Los índices de calidad del agua son los parámetros que indican la "salubridad" del agua. En algunos casos, los índices reflejan el comportamiento del ecosistema; en otros, revelan la situación del entorno acuático (por ejemplo, su toxicidad). El objetivo de estos indicadores puede ser determinar las posibilidades de disfunción del ecosistema y permitir una comprensión mejor de las fuentes de contaminación



y de las medidas de ordenación más eficaces que serán base para las decisiones referentes a la necesidad de controles.

La norma ecuatoriana que establece los criterios de calidad del agua señala las concentraciones máximas permitidas para aguas de uso agrícola, ver tabla 2.14.

**TABLA 2.14**

**CRITERIOS DE LA CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Cromo	Cr+6	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	2,0
Aceites y grasa	Película Visible		Ausencia
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1 000
Huevos de parásitos			Ausencia
Material Flotante	Visible		Ausencia

Fuente: Tabla 4, Libro VI; Anexo 1 del TULSMA

Además de los criterios indicados, se han establecido guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado. Ver tabla 2.15.

**TABLA 2.15**

**PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO**

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.		
		Ninguno	Ligero - Moderado	Severo
<b>Salinidad (1):</b>				
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	3	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
<b>Infiltración (4):</b>				
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7-0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2-0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9-0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5	5,0-2,9	<2,9
<b>Toxicidad por ión específico (5):</b>				
- <b>Sodio:</b>				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3	3,0-9,0	> 9,0
Aspersión	meq/l	3	3	
- <b>Cloruros</b>				
Irrigación superficial	meq/l	4	4-10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3	3	
- <b>Boro</b>	mg/l	0,7	0,7-3,0	> 3,0
<b>Efectos misceláneos (7):</b>				
- Nitrógeno (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l	5	5-30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	meq/l	1,5	1,5-8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 –8,4		

\*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.

(2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).

(3) Sólidos disueltos totales.

(4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.

(5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.

(6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.

(7) Afecta a los cultivos susceptibles

Fuente: Tabla 5, Libro VI; Anexo 1 del TULSMA

### 2.3.1.2 Criterios de calidad del aire

La contaminación del aire se la puede definir como la presencia en el aire de cualquier sustancia o forma de energía que pueda implicar efectos molestos o nocivos para la salud de las personas y organismos vivos, así como para los recursos naturales y los bienes en general.

Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en primarios cuando son emitidos directamente a la atmósfera, y secundarios cuando se generan como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera.

Existen una gran cantidad de sustancias que causan contaminación del aire, por lo que con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población, se utilizan en la gestión de la calidad del aire los denominados contaminantes criterio.

Los contaminantes criterios se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos, los contaminantes criterios en el país son: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2003):

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM10.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia PM2,5.
- Óxidos de Nitrógeno: NO y NO<sub>2</sub>, y expresados como NO<sub>2</sub>.
- Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>.
- Monóxido de Carbono CO.
- Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono.

Las principales fuentes de contaminación atmosférica la constituyen las emisiones derivadas de las actividades de transporte, procesos industriales, actividades extractivas como la minería, agrícolas y generación termoeléctrica. Ver tabla 2.16.

**TABLA 2.16**

**PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS**

Contaminante	Fuente
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Procesos de combustión. Centrales termoeléctricas, generadores eléctricos. Erupciones volcánicas
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Procesos de combustión (vehículos, plantas industriales, centrales térmicas, incineradores).
Ozono (O <sub>3</sub> )	No es emitido directamente a la atmósfera, se produce por reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, bajo la influencia de la radiación solar.
Partículas Sedimentables	Erosión eólica y tráfico en vías sin pavimento, actividades de construcción, molienda y aplastamiento de rocas.

Fuente: Secretaría del Ambiente DMQ

Elaborado por: S. Veloz; E. Espín (2013)

La contaminación del aire causa efectos en las plantas las cuales presentan una especial sensibilidad a ciertos contaminantes del aire como el Dióxido de Azufre, el Fluoruro de Hidrógeno, los Óxidos de Nitrógeno, el Ozono, las Partículas Sedimentables, y pueden sufrir daños significativos con niveles de concentración bajos.

Existen otros contaminantes que son fitotóxicos, como el Cloro, el ácido Clorhídrico, el Amoniaco y el ácido Sulfhídrico, pero su presencia en la atmósfera en concentraciones que causen efectos negativos en las plantas sucede accidentalmente.

Es muy difícil establecer valores límites de contaminación atmosférica a partir de los cuales los efectos negativos se empiezan a manifestar, ya que estos dependen de la constitución de la planta y de la especie de que se trate, es decir, hay una especificidad de respuestas.

Los efectos de la contaminación atmosférica se pueden manifestar por la alteración de diversos mecanismos vitales de las plantas: las funciones metabólicas y los tejidos se pueden ver afectados por diversos compuestos gaseosos con Cloro, Azufre o Flúor. Estos compuestos causan la degeneración de los tejidos de las hojas llamadas necrosis o clorosis, produciendo manchas localizadas que presentan tonos marrón-rojizo-blanco o una coloración verde pálida-amarilla por un déficit de clorofila. Si la acción del contaminante es muy fuerte puede llegar a paralizar el crecimiento de la planta.

**Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro, no inflamable, olor picante e irritante, se presenta generalmente en el aire ambiente, este gas es uno de los más tóxicos para las especies vegetales y sus efectos se producen bien por la exposición a altas concentraciones durante periodos cortos o por la exposición a concentraciones relativamente bajas durante largos periodos. En el primer caso, exposiciones medias diarias de 130 microgramos de SO<sub>2</sub> por metro cúbico de aire durante el periodo de crecimiento pueden causar daños agudos en las coníferas.

La exposición a menores concentraciones durante tiempos más largos ocasiona lesiones crónicas: concentraciones medias anuales de 50 microgramos por metro cúbico de aire pueden afectar a especies forestales sensibles produciendo un amarillamiento gradual de la hoja desde la zona apical a la base, causada por dificultades en la síntesis de la clorofila. Las hojas de las plantas con síntomas crónicos llegan a acumular grandes cantidades de sulfato.

El SO<sub>2</sub>, se puede depositar por vía seca en la cutícula o difundirse al interior de las hojas por las estomas. En el interior de las hojas, en contacto con el agua, se convierte rápidamente en HSO<sub>3</sub><sup>\*</sup> (bisulfito, un radical libre) y/o SO<sub>3</sub><sup>3-</sup> (sulfito), que son tóxicos para las plantas. Destruyen la clorofila, oxidan los lípidos y dañan los cloroplastos. Si estos daños a los cloroplastos son importantes, la función fotosintética se ve afectada produciéndose un descenso en la asimilación de Monóxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Finalmente se produce SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, que se acumula en las vacuolas de las células; algunas plantas son capaces de emitir parte de su exceso en azufre como H<sub>2</sub>S. (Universidad de Huelva, 2013)

## ILUSTRACIÓN 2.1

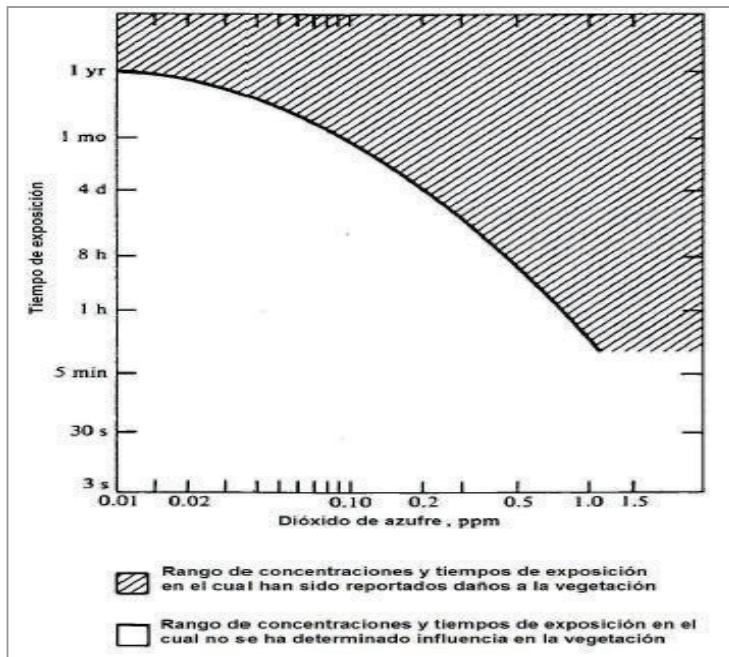
### DAÑOS POR SO<sub>2</sub> EN ROSÁCEA



Fuente: Universidad de Huelva

Los daños agudos se producen como consecuencia de exposiciones cortas a concentraciones altas de SO<sub>2</sub> y producen la muerte celular en todo o en parte de la planta. Los daños crónicos son producidos por tiempos de exposición más largos a concentraciones más bajas del contaminante, causando un efecto adverso pero no la muerte celular; a la larga, sin embargo los daños crónicos pueden producir también la muerte celular y ser externamente visibles. En plantas de hojas anchas (plantas dicotiledóneas), los síntomas agudos son una necrosis internervial que se establece normalmente en los márgenes de las hojas, con una coloración marfil en muchas especies y en otras marrón, rojo o negro. En hojas estrechas, como las de las monocotiledóneas, los síntomas son manchas necróticas de color marfil o amarillo blanquecino, afectando principalmente a los ápices y márgenes de las hojas. Ver ilustración 2.1.

## GRÁFICO 2.7 CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE QUE AFECTAN A LA VEGETACIÓN



Fuente: (Peavey, Rowe, & Tchobanoglous, 1985)

Dependiendo de la especie de la planta, condiciones exactas del momento de la cosecha, dosis del contaminante, y condiciones ambientales, pueden tomar muchas formas de daño y su impacto relativo puede variar.

Los cambios fisiológicos y bioquímicos pueden afectar el desarrollo foliar y los cambios en el crecimiento y la producción. Los cambios iniciales en las tasas fotosintéticas y de transpiración y en el estatus bioquímico son respuestas iniciales que son seguidas por medidas más severas de daño en la planta. Ver gráfico 2.7.

**Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** Entre los Óxidos de Nitrógeno solo el Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> (gas pardo rojizo, olor asfixiante), es tóxico para las plantas, a pequeñas concentraciones y largo tiempo de exposición. Los daños se manifiestan por la aparición de necrosis y clorosis de color negro o marrón rojizo en las hojas (Municipio Madrid, 2013). En las zonas urbanas se ha observado que la combinación de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> a bajas concentraciones también es capaz de producir alteraciones en la vegetación.

El Dióxido de Nitrógeno puede afectar a la vegetación indirectamente, vía reacciones químicas en la atmósfera o bien directamente tras ser depositados en la vegetación, suelo o agua. En el caso de ser indirectamente se debería tener en cuenta el papel que juegan los Óxidos de Nitrógeno como precursores del Ozono troposférico, el cual actúa tanto como fitotoxina o como gas de efecto invernadero.

La exposición a NO<sub>2</sub> causa generalmente un incremento de la relación tallo-raíz, puesto que disminuye la longitud de las raíces. Esta respuesta de las raíces es muy parecida a la respuesta ocasionada al incrementar los nutrientes nitrogenados a la planta. Los efectos observados en la vegetación como consecuencia de exposiciones a NO<sub>2</sub> son cambios bioquímicos (e.g. actividad enzimática, contenido de clorofila), cambios fisiológicos (asimilación de Dióxido de Carbono, conductividad estomatal) y cambios en el crecimiento (producción de biomasa, reproducción y sensibilidad ante estrés climático).

Según investigaciones efectuadas por la Universidad de California, han mostrado que ciertas concentraciones de NO<sub>2</sub> producen daños en las plantas. (Ver tabla 2.17).

**TABLA 2.17**  
**CONCENTRACIONES DE NO<sub>2</sub> EN CIERTOS CULTIVOS**

Cultivo	Concentración de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) o ppm	Período	Daño
Plantas	410-1025 µg/m <sup>3</sup> (0,2 a 0,5 ppm)	-	No causa lesión en las plantas
Habas, tomates	615 a 1025 µg/m <sup>3</sup> o (0,3 a 0,5)	10 0 22 días	Reduce crecimiento
Naranjas	>510µg/m <sup>3</sup>	Exposiciones prolongadas	Efecto nocivo

Fuente: Parker, A. (2001).

Elaborado por: S. Veloz; E Espín (2013)

**Ozono (O<sub>3</sub>):** Los niveles de contaminación atmosférica fotoquímica se los puede determinar a partir de la concentración de Ozono en el aire que en ciertas concentraciones dañan la vegetación, Ozono causa manchas blancas o punteados claros sobre el haz de las hojas.



El Ozono es un contaminante que se forma de manera natural o debido a las actividades del hombre. En la naturaleza se forma durante las tormentas a partir del Oxígeno. Sin embargo, la principal fuente de Ozono en la troposfera es su producción a través de diversas reacciones fotoquímicas (requieren luz solar para llevarse a cabo), a partir principalmente de los Óxidos de Nitrógeno y de Hidrocarburos volátiles. Estas emisiones pueden proceder tanto del tráfico como de fuentes puntuales como la industria. Las elevadas temperaturas y la fuerte radiación solar, favorecen la formación de Ozono.

El Ozono tiene efectos muy diversos sobre la vegetación, desde daños celulares hasta efectos en el crecimiento si la dosis es lo suficientemente altas como para sobrepasar la capacidad de reparación de la planta. (Ver tabla 2.18)

**TABLA 2.18**  
**EFFECTOS DEL OZONO, O<sub>3</sub> EN LAS PLANTAS**

Efecto	Observación	Daños
Metabólico	<p>Producción de etileno, representa una respuesta de defensa de las plantas (Langebartels et al. 1997)</p> <p>Aumento de producción de antioxidantes (por ejemplo superóxido dismutasa y ascorbato) por parte de las plantas para prevenir o contrarrestar la inducción de radicales libres o regenerar los grupos oxidantes en los componentes de la membrana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios estructurales, se manifiestan con un aumento de la granulosis del estroma del cloroplasto o disminución en el tamaño de los cloroplastos y la desintegración de los tilacoides en su interior, así como una disminución en el número de ribosomas (Toyama, 1976). Dado que la mayor parte de los procesos fotosintéticos ocurren en el cloroplasto es esperable que estos daños se traduzcan en efectos sobre la fotosíntesis. (Ver ilustración 2.2)</li> </ul>
Fisiológico	<p>El O<sub>3</sub> a concentraciones muy elevadas destruye las clorofilas y por tanto hay una disminución de las tasas fotosintéticas. (Runeckles&amp;Resh, 1975).</p> <p>En otros casos se observa una alteración en las células guarda de los estomas con la consecuente reducción de la conductancia estomática (Reducción de la capacidad de fijar CO<sub>2</sub> en las plantas).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del crecimiento, si la conductancia estomática se ve afectada la habilidad de asimilar eficientemente el CO<sub>2</sub> queda limitada y como consecuencia los niveles de azúcares en la planta se ven reducidos (ambos, azúcares solubles y almidón).</li> <li>• Afecta los procesos reproductivos en las plantas, desde la capacidad de germinación del polen (Harrison &amp; Feder, 1974), hasta el número de frutos (Oshima et al. 1979) y la viabilidad y el número de semillas (Heagle et al. 1979).</li> </ul>

Fuente: (Universidad de Huelva España, 2007)

Elaborado por: S. Veloz; E Espín (2013)

## ILUSTRACIÓN 2.2

### EFFECTOS DEL OZONO EN HOJAS.



Fuente: Universidad de Huelva

Estudios realizados en la Cuenca del Mediterráneo en Europa, establecieron una lista de valores límite del Ozono, que producen daños en bosques y vegetación natural. (Ver tabla 2.19 e ilustración 2.2)

**TABLA 2.19**  
**VALOR LÍMITE DEL O<sub>3</sub>, EN ALGUNOS CULTIVOS**

Cultivo	Valor Limite	Período	Referencia	Observación
Arboles frutales (almendros, ciruelos, melocotones, nectarinos, albaricoqueros, cerezos, manzanos y perales)	> 100 µg/m <sup>3</sup>	Un mes	Estudio Valle de San Joaquín en California (1988-1989)	Reducción en la asimilación de CO <sub>2</sub> en las plantas
	>200 µg/m <sup>3</sup>	Exposiciones largas	Estudios de Reich y Amundson. (1985)	Reducción del crecimiento de la planta
Judías verdes (vainitas)	≥200 µg/m <sup>3</sup>	Media de 14 veces en el período comprendido entre julio y agosto	Maryland (1972-1979)	Daños en las hojas (el aire no filtrado, aire ambiente)
Cebollas	Medias estacionales de 80-100 µg/m <sup>3</sup>	12 horas	Estudios de McCool et al., (1987)	Reducción de la producción
Tomates	44 µg/m <sup>3</sup>	Promedio estacional de 7 horas	Estudio realizado en New York (1976)	Reducción de su producción (cámara de aire filtrado)
	126 µg/m <sup>3</sup>	Promedio estacional de 7 horas	Estudios de Schneider (1976)	Reducción de la producción (cámara de aire ambiente)
	80 µg/m <sup>3</sup> 100 µg/m <sup>3</sup>	Promedio estacional de 7 horas en los años 1981 y 1982	Surano et al, 1987	Perdidas de cosechas 2,5 y 7,5%
	30 µg/m <sup>3</sup> (aire filtrado) 100 µg/m <sup>3</sup> (aire ambiente)	Promedio estacional de 7 horas	Health-Canada and Environment-Canada, 1999; Heggstad et al., 1986	Perdidas de cosechas 16%

Fuente: (Universidad de Huelva España, 2007)

Elaborado por: Silvia Veloz; E. Espín (2013).

**Partículas Sedimentables:** Los contaminantes atmosféricos que no están en forma de gas se denominan con el nombre genérico de partículas, Comprenden compuestos químicos en forma sólida o de gotitas líquidas. En estudios de contaminación tienen gran interés dos de sus propiedades: tamaño y forma, por su tamaño, las partículas en el aire, se clasifican en dos grupos:

Partículas de diámetro superior a 10  $\mu\text{m}$ . en condiciones normales se depositan por acción de la gravedad. Constituyen la mayor parte de la materia sedimentable, conocida con el nombre genérico de polvo. Partículas de diámetro inferior a 10  $\mu\text{m}$  no sedimentan fácilmente y forman en el aire suspensiones estables dotadas de movimiento browniano, se denominan por el nombre de partículas en suspensión o aerosoles. Los términos aerosol y partícula en suspensión se utilizan a veces indistintamente pues los aerosoles se definen como dispersiones de sólidos o líquidos en un medio gaseoso. Las palabras neblinas, humo y emanación se usan para indicar orígenes particulado. Las neblinas están compuestas por gotas de líquidos, en suspensión. Los humos usualmente consisten en partículas de hollín producidas por combustión y las emanaciones son vapores condensados de sustancias tanto orgánicas como metálicas.

Las Partículas Sedimentables están constituidas por sustancias solubles e insolubles. La fracción soluble recogida en zonas contaminadas es rica en sulfatos y la solución es ácida. El conjunto contiene gran cantidad de elementos metálicos y compuestos orgánicos. (Estrucplan, 2013)

En última instancia, todas las partículas atmosféricas se depositan a la superficie terrestre. Los responsables principales son dos procesos: deposición seca y precipitación húmeda. La deposición seca tiene lugar como resultado de la sedimentación, impactación y difusión. La impactación se produce cuando las partículas transportadas por el viento inciden sobre un obstáculo, depositándose. En el proceso de difusión, las partículas migran hacia una superficie y chocan con ella permaneciendo allí.

Una cantidad no superior al 20% de toda la depuración de las partículas atmosféricas tiene lugar mediante deposición en seco. El proceso más importante de depuración es la precipitación húmeda, la cual se divide en dos categorías, según que el agente sean las nubes o la lluvia.

En la vegetación las Partículas Sedimentables, producen cambios en la fisiología de la planta, es decir:

- Aumentando la absorción de calor
- Disminuye la transpiración.
- Disminuyen los rendimientos
- Además favorece la proliferación de las plagas.
- Perforan tejidos y succionan sabia
- Enemigos naturales no se encuentran en áreas con alto polvo
- Puede disminuir el rendimiento entre un 30% a un 100%

#### **2.3.1.2.1      *Indicadores de calidad de aire***

La norma ecuatoriana de calidad del aire es una norma que establece las siguientes concentraciones máximas permitidas para los parámetros considerados en este estudio:

Partículas Sedimentables.- La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ( $1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d}$ ).

Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ): La concentración de  $\text{SO}_2$  en 24 horas no deberá exceder de ciento veinticinco microgramos por metro cúbico ( $125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ), la concentración de este contaminante para un periodo de diez minutos, no debe ser mayor a quinientos microgramos por metro cúbico ( $500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ).

El promedio aritmético de la concentración de  $\text{SO}_2$  de todas las muestras en un año no deberá exceder de sesenta microgramos por metro cúbico ( $60 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ).

Ozono (O<sub>3</sub>).- La máxima concentración de Ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m<sup>3</sup>), más de una vez en un año.

Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).- El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de Nitrógeno, determinado en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (40 µg/m<sup>3</sup>).

La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico (200 µg/m<sup>3</sup>).

En Chile existen Normas Secundarias, que se refieren a la protección del “medio ambiente o naturaleza” y tienen validez para las zonas para las que las decretan. Mediante D.S. N° 22, de 2009, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República de Chile (Presidencia Ministerio Secretaria General, 1991) se establece que la norma secundaria de calidad de aire para Dióxido de azufre como concentración anual en la zona norte del país será de 31 ppbv (80 µg/m<sup>3</sup>N).

De acuerdo a la SMQ (Sociedad Química Minera de Chile) el límite máximo de partículas sedimentables que tolera una planta es de 15 g/m<sup>2</sup> durante un mes, es decir 1,5 mg/m<sup>2</sup>\* 30 días. (Sociedad Química Minera, 2013)

### **2.3.1.3 Criterios de calidad del suelo**

La contaminación del suelo se lo puede definir como la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

El suelo, una vez agotada su capacidad de amortiguación, puede liberar elementos potencialmente contaminantes al medio ambiente que anteriormente se encontraban inmovilizados. Asimismo, la acidificación conduce a una pérdida de la

fertilidad de los suelos producida, entre otros factores, por el lavado de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la destrucción de comunidades de organismos beneficiosos.

La aplicación indiscriminada al terreno de lodos procedentes de depuradoras así como la aplicación excesiva de residuos ganaderos puede producir una degradación del suelo debido a una adición excesiva de nutrientes o contaminantes, como los metales pesados, o patógenos, algunos de los cuales pueden persistir en el suelo mientras que otros pueden transmitirse a la cadena trófica.

La presencia de metales como contaminantes pueden producir a las plantas diferentes alteraciones, tales como: (Martinez, 2013):

METAL	EFECTOS
ALUMINIO	Inhibición de la división celular, alteración de la membrana celular y de las funciones a nivel citoplásmico.
ARSÉNICO	Reducción del crecimiento y alteración de la concentración de Ca, K, P y Mn en la planta.
CADMIO	Inhibición de la fotosíntesis y la transpiración. Inhibición de la síntesis de clorofila. Modificación de las concentraciones de Mn, Ca y K.
COBRE	Desbalance iónico, alteración de la permeabilidad de la membrana celular, reducción del crecimiento e inhibición de la fotosíntesis.
CROMO	Degradación de la estructura del cloroplasto, inhibición de la fotosíntesis. Alteración de las concentraciones de Fe, K, Ca y Mg.
MERCURIO	Alteración de la fotosíntesis, inhibición del crecimiento, alteración en la captación de K.
PLOMO	Inhibición del crecimiento, de la fotosíntesis y de la acción enzimática.
CINC	Alteración en la permeabilidad de la membrana celular, inhibición de la fotosíntesis, alteración en las concentraciones de Cu, Fe y Mg.

Los contaminantes que se acumulan en el suelo disminuyen la productividad de los cultivos, lo que pone en riesgo las estrategias que persiguen una agricultura sostenible. Al reducirse la productividad, los agricultores recurren a más fertilizantes

y pesticidas, lo que a su vez aumenta la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas por nitratos procedentes del fertilizante. (Fernández, 2008)

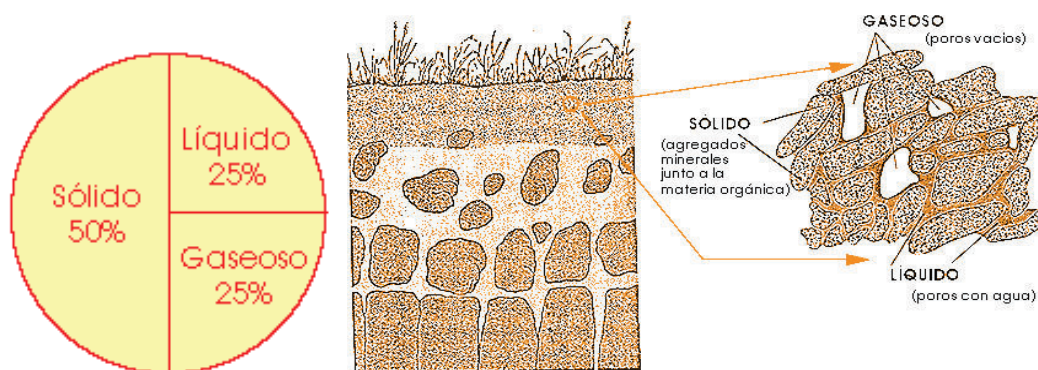
El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre, compuesta de componentes minerales provenientes de la degradación fisicoquímica de las rocas y compuestos orgánicos en proceso de degradación y/o transformación, íntimamente mezclados, con poros de diferentes tamaños.

El suelo está compuesto por tres fases: la fase sólida, compuesta a su vez por la fracción mineral y la orgánica; la fase líquida; y la fase gaseosa, que ocupa el espacio que la fase líquida deja libre en la porosidad presente en el suelo.

En un promedio general la materia orgánica constituye un 5% del suelo, el agua 25%, el aire 25% mientras que la fracción mineral está representada en un porcentaje del 45%. (Brissio, 2005). Ver figura 2.1.

**FIGURA 2.1**

**COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS FASES DEL SUELO**



Fuente: Brissio P., 2005.

Como consecuencia de estas tres fases, el suelo presenta determinadas propiedades que dependen tanto de la composición y de la constitución de sus componentes.

## Propiedades físicas y físico- químicas del suelo

**Textura:** La textura de un suelo es la proporción de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena, arcilla y limo. Para clasificar a los constituyentes del suelo según su tamaño de partícula se han establecido muchas clasificaciones granulométricas siendo la de Atterberg o Internacional (llamada así por haber sido aceptada por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo) la más ampliamente utilizada. Ver figura 2.2.

**FIGURA 2.2**

### ESCALA DE GRANULOMETRÍA INTERNACIONAL

INTERNACIONAL						
pedra	grava	arena gruesa	Arena fina	limo	arcilla	
	20	2	0,2	0,02	0,002	mm

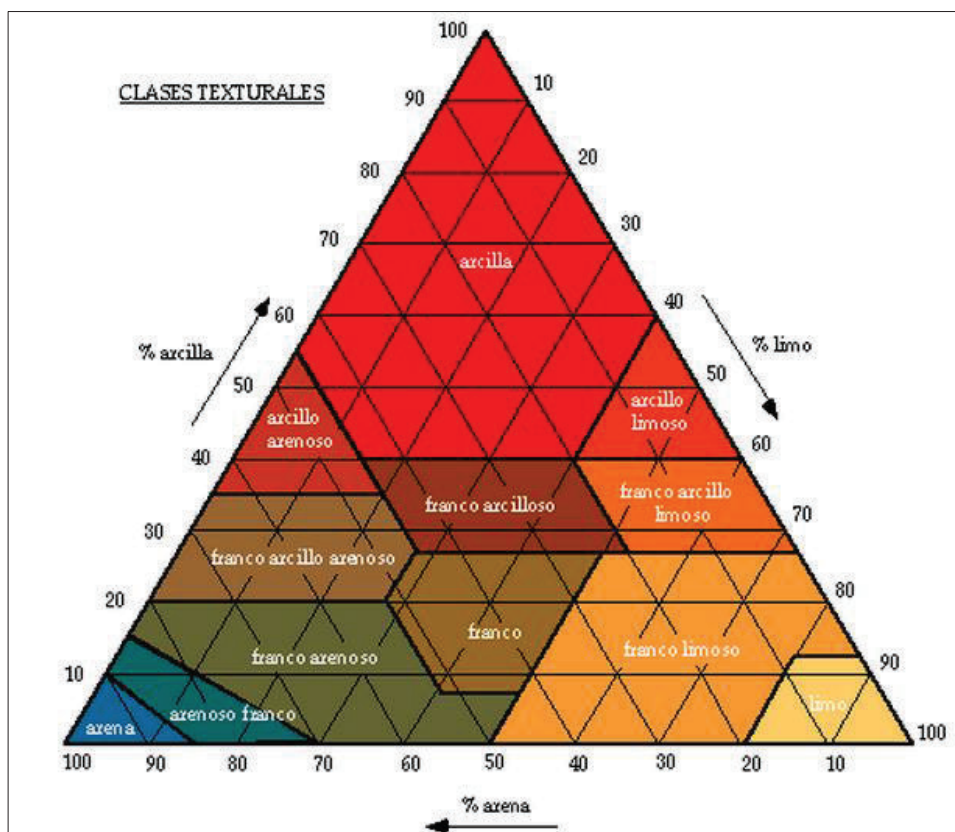
Fuente: Brissio P, 2005.

Se considera que un suelo presenta buena textura cuando, la proporción de los elementos que lo constituyen, le brinden a la planta la posibilidad de ser un soporte que permita un buen desarrollo radicular y brinde un adecuado nivel de nutrientes. La textura depende de la naturaleza de la roca madre y de los procesos de evolución del suelo.

Para determinar la clase de textura se emplea el diagrama de triángulo, donde cada lado corresponde a arcilla, limo y arena, graduado cada uno de 10 en 10 y va de 0 a 100 y sobre la retícula se transporta la cantidad del elemento que representa, al interior del triángulo se encuentran unas casillas, cada una representa una clase de textura caracterizado por las proporciones de los elementos dominantes. Ver figura 2.3.



**FIGURA 2.3**  
**TRIÁNGULO DE TEXTURAS**



Fuente: [www.pr.nrcs.usda.gov](http://www.pr.nrcs.usda.gov)

En relación con erosión las partículas de arena son arrastradas por el viento y agua, las arenas finas son muy erosionables. Las arcillas se pegan y se protegen, los limos no se unen y se erosionan más fácilmente.

Las arenas son muy inertes mientras que las arcillas tienen un alto poder de amortiguación, pueden fijar y transformar a los contaminantes y presenta por tanto una alta capacidad de autodepuración.

**Medida de la salinidad: Conductividad Eléctrica (C.E.):** La C.E. ha sido el parámetro más extendido y el más ampliamente utilizado en la estimación de la salinidad. Se basa en la velocidad con que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina, la cual es proporcional a la concentración de sales en solución (Dorronsoro, 2013)

Hasta hace unos años se expresaba la Conductividad Eléctrica en mmhos/cm, actualmente las medidas se expresan en dS/m (dS=deciSiemens), siendo ambas medidas equivalentes (1 mmhos/cm = 1 dS/m = 1000 uS/cm). Por tanto la C.E. refleja la concentración de sales solubles en la disolución.

Para distinguir suelos salinos de no salinos, se han sugerido varios límites arbitrarios de salinidad. Se acepta que las plantas empiezan a ser afectadas de manera adversa cuando el contenido en sales excede del 1%. La clasificación americana de suelos, Soil Taxonomy, adopta el valor de 2 dS/m como límite para el carácter salino a nivel de gran grupo y subgrupo de suelos, pues considera que a partir de ese valor las propiedades morfológicas y fisicoquímicas quedan fuertemente influenciadas por el carácter salino. El laboratorio de salinidad de los EE.UU. ha establecido el límite de 4 dS/m para que la salinidad comience a ser tóxica para las plantas. Ver tabla 2.20.

**TABLA 2.20**

**VALORES NORMALES DE C.E., EFECTOS EN LOS SUELOS**

<b>CE a 25° en dS/m</b>	<b>Respuesta de cultivos</b>	<b>Respuesta Microbiana</b>
0 - 0,98 No Salinos	Efectos casi despreciables	Pocos organismos afectados
0,98 - 1,71 Muy Ligeramente alcalino	Se restringen los rindes de cultivos muy sensibles	Se alteran procesos microbianos seleccionados, ( nitrificación/ de nitrificación)
1,71 - 3,16 Ligeramente salinos	Se restringen los rindes de la mayoría de los cultivos	Son influenciados los principales procesos microbianos (respiración/ amonificación)
3,16 - 6,07 Moderadamente alcalino	Sólo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente	Predominan los microorganismos tolerantes (hongos, actinomicetes, algunas bacterias)
> 6,07 Fuertemente salinos	Sólo cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente	Unos pocos organismos halofílicos seleccionados se mantienen activos

Fuente: Soil Survey Manual (1993).

**Densidad Aparente:** La densidad aparente es definida como la relación entre la masa del suelo secado en horno y el volumen global, que incluye el volumen de las partículas y el espacio poroso entre las partículas.

Es dependiente de las densidades de las partículas del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) y de su tipo de empaquetamiento, es una propiedad dinámica que varía con la condición estructural del suelo. Esta condición puede ser alterada por cultivación, pisoteo de animales, maquinaria agrícola y clima; estratos compactados del suelo tienen altas densidades aparentes, restringen el crecimiento de las raíces, e inhiben el movimiento del aire y el agua a través del suelo. (Jordán, 2006).

**pH del suelo:** La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones. En los suelos los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de intercambio, o sea hay dos tipos de acidez, activa o real (en solución) y de intercambio o de reserva (para los adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan  $H^+$  de la solución se liberan otros tantos  $H^+$  adsorbidos. Como consecuencia el suelo muestra una fuerte resistencia a cualquier modificación de su pH, está fuertemente tamponado alrededor de pH 6-7,5 se dan las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas (Dorronsoro, 2013)

El pH influye en las propiedades físicas y químicas del suelo. Los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos.

A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable.

En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico. (Brissio P., 2005)

Por otro lado, la asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilable para las plantas. Ver tabla 2.21.

**TABLA 2.21**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA LOS CULTIVOS EN FUNCIÓN DEL PH.**

pH	Designación del suelo	Cultivo o vocación agrícola
3-4,5	Suelo extremadamente ácido	Pantanos, landas o bosques de especies acidófilas.
4,5-5	Suelo muy fuertemente ácido	Landas o prados
5-5,5	Suelo muy ácido	Prados, cultivos de especies acidófilas (centeno)
5,5-6	Suelo ácido	Prados y algunos cultivos (maíz)
6-6,75	Suelo poco ácido	Todos los cultivos excepto leguminosas calcícolas.
6,75-7,25	Suelo neutro	Todos los cultivos
7,25-8,5	Suelo alcalino	Todas las especies excepto las calcífugas
> 8,5	Suelos muy alcalinos	Dificultades o fracasos de los cultivos.

Fuente: Dorrnsoro C., 2013.

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Gracias a su estructura química, las partículas de arcilla y la materia orgánica del suelo tienen carga negativa neta. Esto significa que los cationes (iones con carga eléctrica positiva) son atraídos y retenidos sobre la superficie de estos materiales del suelo. Los cationes de la solución del suelo están en equilibrio dinámico con los cationes absorbidos sobre la superficie de la arcilla y la materia orgánica. La CIC es una medida de la cantidad de cationes que pueden ser absorbidos o retenidos por un suelo; los cationes son retenidos por los complejos y permanecen en equilibrio con los iones del suelo.

Los suelos minerales con una CIC alta tienden a ser más fértiles que los que poseen una CIC baja. La gama de valores dentro de cierta clase de textura se debe en parte a diferencias en el contenido de materia orgánica. Ver tabla 2.22.

TABLA 2.22

**CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA LOS CULTIVOS EN FUNCIÓN DE LA CIC.**

Textura	CIC (meq/100g)	Categoría
Arena	< 5	Muy Baja
Franco Arenoso	5 -10	Baja
Franco	10 -15	Media
Franco Arcilloso	15 -25	Alta
Arcilloso	> 25	Muy Alta

Fuente: Dorronsoro C., 2013.

**La Relación de Adsorción de Sodio (SAR):** Un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio sobre las propiedades del suelo, es la Relación de Adsorción de Sodio ya que tiene efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta a la permeabilidad. Sus efectos no dependen sólo de la concentración en Sodio sino también del resto de cationes. Se basa en una fórmula empírica que relaciona los contenidos de Sodio, Calcio y Magnesio y que expresa el porcentaje de Sodio de cambio en el suelo en situación de equilibrio (este índice denota la proporción relativa en que se encuentra el Sodio respecto al Calcio y Magnesio, cationes divalentes que compiten con el Sodio por los lugares de intercambio del suelo).

$$SAR = \frac{Na^+ \left(\frac{meq}{L}\right)}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} \left(\frac{meq}{L}\right) + Mg^{2+} \left(\frac{meq}{L}\right)}{2}}} \quad (2.1)$$

donde:

SAR: Relación de adsorción de Sodio

Na<sup>+</sup>: Ión Sodio  $\left(\frac{meq}{L}\right)$

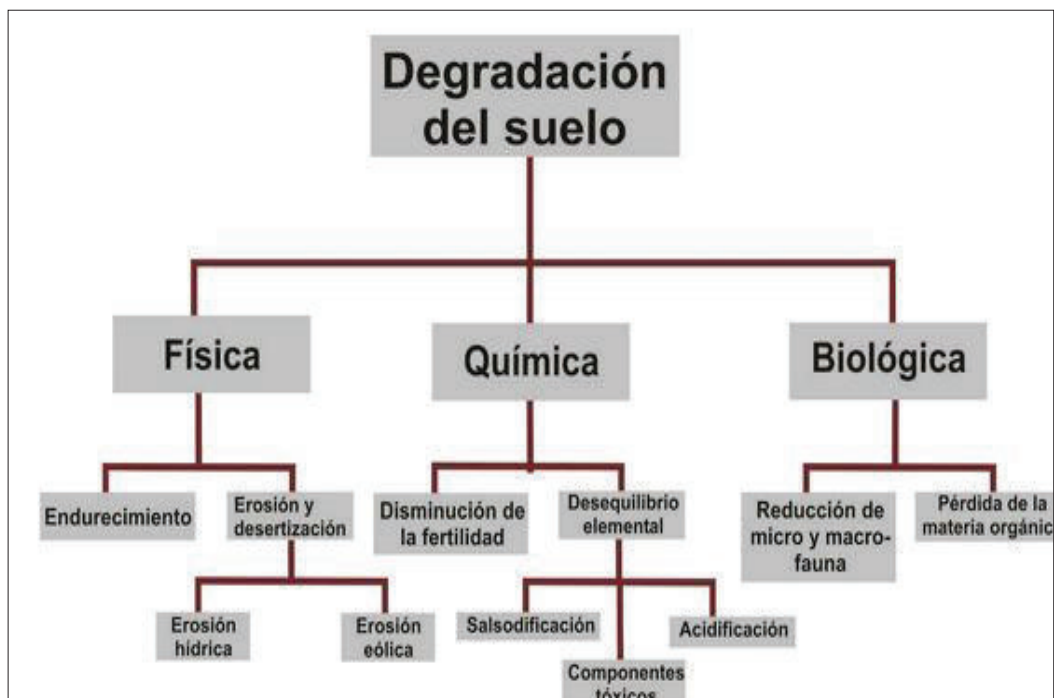
Ca<sup>2+</sup>: Ión Calcio  $\left(\frac{meq}{L}\right)$

Mg<sup>2+</sup>: Ión Magnesio  $\left(\frac{meq}{L}\right)$

Si en un agua predomina el ion Sodio, inducirá cambios de Calcio y Magnesio por Sodio en el suelo, lo que podría llevar a la degradación de éste, con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad.

**La degradación del suelo:** es un proceso que reduce la capacidad potencial y actual de los suelos de producir (cuantitativamente y/o cualitativamente) bienes y servicios. Ver figura 2.4.

**FIGURA 2.4**  
**CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO**



Fuente:

<http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Contaminacionsuelos.asp>.

La erosión, la desertificación, la contaminación, la compactación, el avance de las ciudades y urbanización, y la pérdida de fertilidad, se encuentran entre los problemas más graves que afectan hoy a los suelos.

#### 2.3.1.3.1 *Indicadores de calidad del suelo*

Según la legislación ambiental vigente en el Ecuador, el Libro VI en el Anexo 2 del TULSMA se establece la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y los criterios de remediación para suelos contaminados, los criterios de calidad de un suelo se presentan en la tabla 2.23.

**TABLA 2.23**  
**CRITERIOS DE LA CALIDAD DEL SUELO**

Parámetro	Unidades (Concentración en peso seco de suelo)	Valor
<b>Parámetros Generales</b>		
Conductividad	uS/mm	200
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*
<b>Parámetros Inorgánicos</b>		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0,5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0,4
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0,1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	75
Zinc	mg/kg	60
<b>Parámetros Orgánicos</b>		
Benceno	mg/kg	0,03
Clorobenceno	mg/kg	0,1
Etilbenceno	mg/kg	0,1
Estireno	mg/kg	0,1
Tolueno	mg/kg	0,1
Xileno	mg/kg	0,1
PCBs	mg/kg	0,1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorobenzenos (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0,05
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0,01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0,1

\*El valor numérico del índice de Adsorción de Sodio (SAR) es la concentración requerida para que un suelo produzca todo tipo de cultivos.

Fuente: TULSMA, Libro VI, Anexo 2, Tabla 1.

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES A SER MUESTREADOS**

El diseño de la investigación de los parámetros ambientales para evaluar la calidad ambiental en la matriz agua, aire y suelo, que afectan la productividad de los cultivos que se desarrollan en la zona de estudio fue desarrollado para conocer y evaluar la calidad del agua del ramal de riego Chichipata que sirve para regar los cultivos en el área de estudio, la calidad del aire en la zona de estudio así como la calidad del suelo en el mismo sector.

Se recolectó información mediante visitas de campo, el levantamiento predial mediante encuesta realizado por el equipo multidisciplinario del Proyecto “La Morita”, entrevistas con las entidades rectoras de Tumbaco: Administración Zonal Tumbaco, Junta de Usuarios de Agua del Sistema de Riego Tumbaco, Centros de Salud Pública, Empresa Metropolitana de Agua Potable.

#### **3.2 UNIVERSO Y MUESTRA**

El universo está conformado por los cinco barrios de estudio: La Morita, La Tola, La Esperanza, El Arenal y Collaquí, con una extensión de 981,20 Ha determinadas según el uso del suelo actual en esta zona, en esta área se muestrearon los factores de calidad ambiental que pueden afectar en la productividad de los cultivos entre estos tenemos las condiciones climáticas, calidad de aire, calidad del suelo, calidad del agua, tipos de plagas, las muestras para determinar la calidad ambiental del sector estudiado estuvieron localizadas en lo relacionado con la calidad del agua, el ramal riego de Chichipata que pasa por cinco barrios de Tumbaco que son: La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí, la calidad del aire en los barrios



La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaquí y la calidad del suelo en el mismo sector.

### **3.3 TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología empleada para llevar a cabo la identificación de aspectos ambientales y la asociación con los criterios de calidad del agua, calidad del aire y calidad del suelo y como se afecta a la productividad de los cultivos en la zona, consistió en:

- Revisión de información existente como catastros, mapas temáticos, tipos de cultivos que se dan en el sitio de estudio y los porcentajes de producción.
- Inspecciones realizadas en las visitas de campo, a partir de las cuales se determinaron las zonas de interés, se identificaron de los tipos de cultivos que se producen en las áreas de uso agrícola.
- Elaboración de encuestas para la actualización agrícola de predios y encuesta global del Proyecto “La Morita”, con fichas de campo para cada una de las áreas de uso agrícola que se encontraron en la zona de estudio.
- Determinación de los parámetros de calidad del agua, aire y suelo de interés en la producción agrícola.
- Determinación de los puntos de muestreo y toma de muestras de aire, agua y suelo en los sitios más representativos de cada sector y su posterior análisis en los laboratorios correspondientes.
- Procesamiento de la información obtenida.
- Elaboración de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

### **3.4 USO ACTUAL DEL SUELO**

El levantamiento predial actual de los terrenos que utilizan el agua de riego para cultivos en el ramal de Chichipata en la zona de estudio se lo realizó mediante encuestas efectuadas por el equipo multidisciplinario del Proyecto “La Morita”.

La información obtenida en la encuesta se lo representa en mapas que contienen información de los cultivos existentes en una zona, previa realización de un reconocimiento en campo de los cultivos sembrados o especies existentes con el fin de conocer la situación actual de un lugar en cuanto al uso que la gente del sector le da al suelo (Calderón S., 2004).

Las categorías definidas para el uso de suelo son:

- **Categoría agrícola**, propiedades cuyos terrenos son utilizados en su mayoría para actividades agrícolas y ganaderas.
- **Categoría ornamental**, propiedades cuyos terrenos son utilizados en su mayoría para actividades ornamentales, deportivas y otras no agrícolas.
- **Categoría industrial**, propiedades cuyos terrenos utilizan para actividades fabriles o industriales.
- **Categoría residencial**, propiedades cuyos terrenos son utilizados en su mayoría para uso de vivienda.

### **3.5 CALIDAD DEL AGUA**

#### **3.5.1 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO**

En las visitas de campo del equipo multidisciplinario del Proyecto “La Morita”, se realizó el reconocimiento del área objeto de estudio, se establecieron los puntos de muestreo en consenso con todo el equipo multidisciplinario. Ver mapa 3.1 y tabla 3.1.

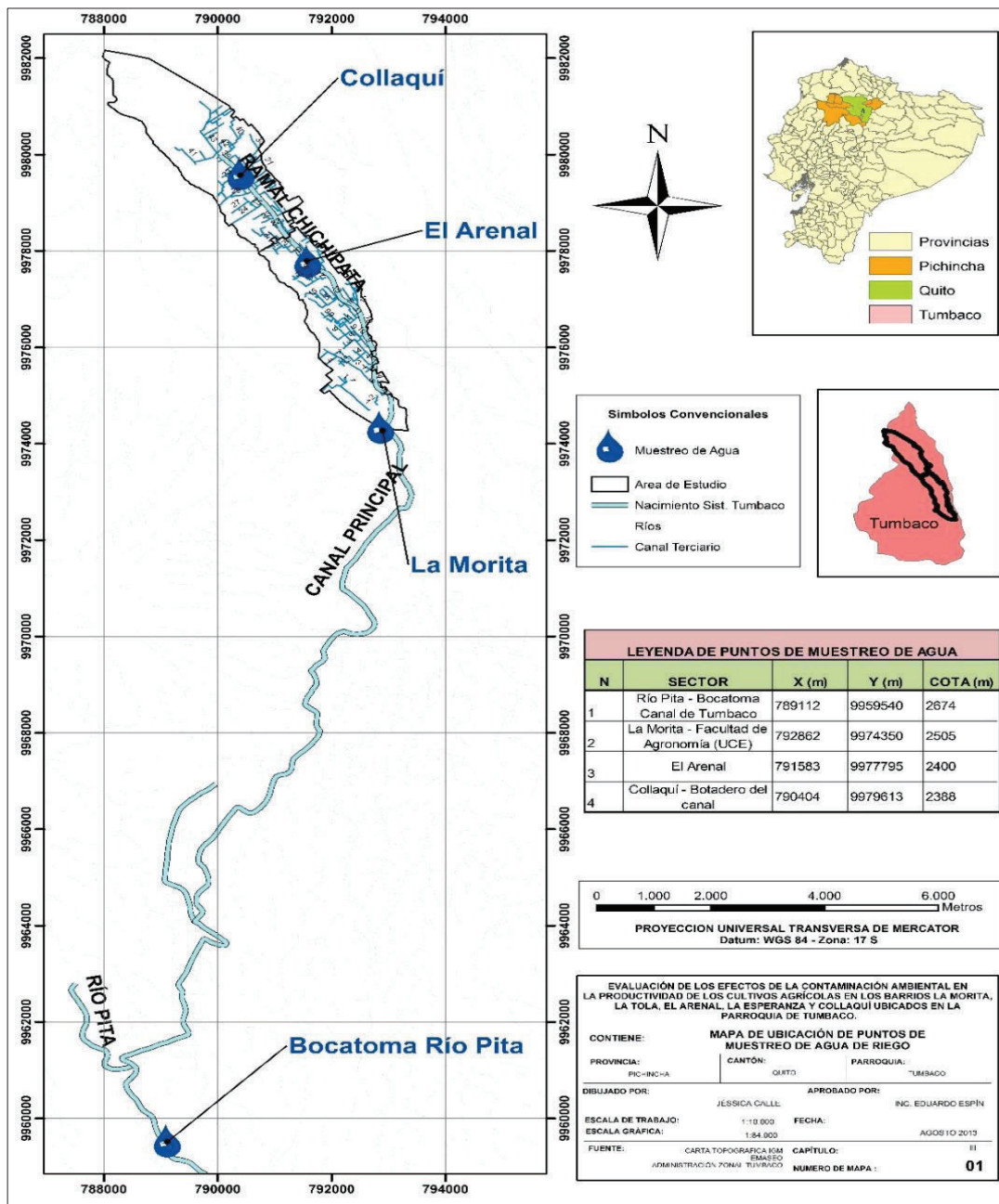
Adicionalmente se delimitó el área de estudio, verificando la fuente principal de donde se capta el agua para el Canal de Riego de Tumbaco y los límites del ramal Chichipata por donde pasa el canal de riego que abastece al área del proyecto.

Para considerar los puntos de muestreo se utilizaron los siguientes criterios:

- Facilidad para el acceso, porque algunos tramos del canal se encuentran enterrados o pasan dentro de predios que se encuentran con cercas.

- Facilidades para toma de muestras
- Que corresponda al ramal Chichipata (canal principal).
- Que el punto de muestreo este en diferente óvalo.

**MAPA 3.1**  
**PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA**



Fuente: Proyecto “La Morita”  
Elaborado por: J Calle, E. Espín (2013)

**TABLA 3.1**  
**UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

Punto de Muestreo	Coordenada X 17 S - WGS 84	Coordenada Y 17 S - WGS 84	Altitud msnm.
Bocatoma – R. Pita	789112	9959540	2674
La Morita	792862	9974350	2505
El Arenal	791583	9977795	2400
Collaquí	790404	9979613	2388

Fuente: Visita de campo equipo multidisciplinario “La Morita” (2012)

Elaborado por: E. Espín, J. Calle (2013)

En el primer monitoreo se tomó en cuenta la bocatoma que corresponde al río Pita de donde se capta el agua para el sistema de riego de Tumbaco. El objetivo en este punto es analizar la calidad de agua al ingreso del canal de riego.

El segundo punto a considerar es en la entrada de agua localizada en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central, ubicada en el barrio la Morita. El tercer punto de muestreo se encuentra en la mitad del Canal que corresponde al Barrio del Arenal. El cuarto punto de muestreo está en el sector Collaquí que es la parte final del ramal de Chichipata, y su objetivo es determinar la calidad de agua con la que termina el canal. Desde el segundo monitoreo se analizó solo lo que corresponde directamente al Ramal de Chichipata, excluyendo la Bocatoma.

### 3.5.2 PARÁMETROS MEDIDOS

Los parámetros físicos que se determinaron en las muestras son: pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura.

Los parámetros químicos que se determinaron en las muestras son: Alcalinidad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Sólidos Totales Disueltos (STD), Sulfatos (SO<sub>4</sub>), Cloruros (Cl), Nitratos (NO<sub>3</sub>), Fosfatos (PO<sub>4</sub>), Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Arsénico (As), Boro (B).

Los parámetros biológicos que se determinaron en las muestras son: Coliformes Fecales, Coliformes Totales.

### 3.5.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Las tomas de muestras fueron realizadas en época de verano correspondiente a los meses de junio (M1), julio (M2) y agosto (M3) del 2012, para la época de invierno se tomaron las muestras en los meses de octubre (M4) del 2012, febrero (M5) y abril (M6) del 2013. Las muestras fueron enviadas con su respectiva cadena de custodia al LABFIGEMPA para los análisis de laboratorio.

El primer monitoreo corresponde a 4 sitios de muestreo y desde el segundo monitoreo se tomaron muestras en tres sitios en el centro del canal de riego, a una profundidad media. Se realizaron tres monitoreos en época de verano y 3 monitoreos en época de invierno.

## 3.6 CALIDAD DEL AIRE

### 3.6.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Los sitios escogidos para la localización de los puntos de muestreo para determinar la calidad del aire fueron seleccionados sobre la base de criterios de representatividad y accesibilidad, es decir: tomando en cuenta la dirección de los vientos circundantes en el área de estudio; además de la accesibilidad para el adecuado retiro de las muestras. Ver mapa 3.2 y tabla 3.2.

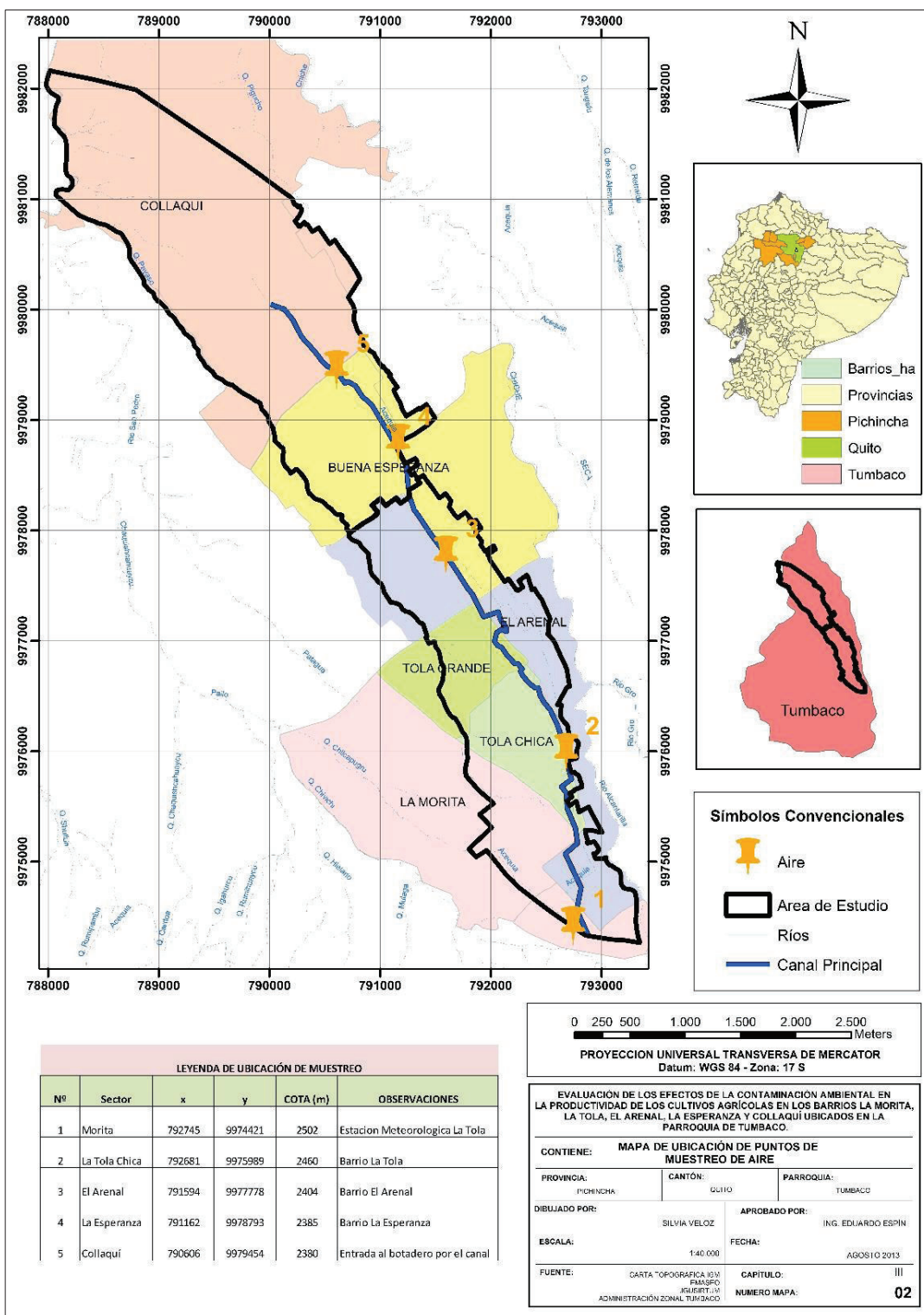
**TABLA 3.2**

### UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Nº	Sector	x	y	COTA (m)	OBSERVACIONES
1	Morita	792745	9974421	2502	Estación Meteorológica La Tola
2	La Tola	792681	9975989	2460	Barrio La Tola
3	El Arenal	791594	9977778	2404	Barrio El Arenal
4	La Esperanza	791162	9978793	2385	Barrio La Esperanza
5	Collaquí	790606	9979454	2380	Entrada al botadero por el canal

Elaborado por: S. Veloz, E. Espín (2013)

### MAPA 3.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



Fuente: Información Base Proyecto La Morita, Administración Zonal Tumbaco  
Elaborado por: E. Espín y S. Veloz

### 3.6.2 PARÁMETROS MEDIDOS

En cada uno de los puntos de muestreo se determinó que los parámetros físicos a determinar en las muestras son Partículas Sedimentables.

Los parámetros químicos a determinar en las muestras son: Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Ozono (O<sub>3</sub>). Ver tabla 3.3.

**TABLA 3.3**  
**CONTAMINANTES A SER MEDIDOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO**

N°	Punto de muestreo	Parámetro
1	Morita	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> y Partículas Sedimentables
2	La Tola	Partículas Sedimentables
3	El Arenal	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> y Partículas Sedimentables
4	La Esperanza	Partículas Sedimentables
5	Collaquí	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> y Partículas Sedimentables

Elaborado por: S. Veloz, E. Espín (2013)

En la zona de estudio se encuentra en funcionamiento la ESTACIÓN AUTOMÁTICA DE TUMBACO, de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito REMMAQ la misma que cuenta con analizadores automáticos de gases (SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) y partículas (PM<sub>10</sub>), que se localiza en la Administración Zonal Tumbaco. Sus coordenadas en UTM son: X= 785529,92; Y= 9978274,28.

Los datos de la estación son captados en un sistema de adquisición de datos y son enviados de manera automática hacia un centro de control en donde se gestiona la información para que sea publicada a la página web de la Secretaría del Ambiente ([www.quitoambiente.gob.ec](http://www.quitoambiente.gob.ec)).

#### **Frecuencia de muestreo**

Se tomaron seis muestras durante los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2012 utilizando muestreadores pasivos para determinar SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y Partículas Sedimentables en los barrios: La Morita, El Arenal, y

Collaquí y Partículas Sedimentables en los barrios: La Tola y La Esperanza, en la tabla 3.4 se indica el período de muestreo de los parámetros de calidad del aire.

**TABLA 3.4**  
**PERÍODO DE MUESTREO**

Parámetro Ambiental	Frecuencia de muestreo
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Cada 30 días
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Cada 30 días
Ozono (O <sub>3</sub> )	Cada 15 días)
Partículas Sedimentables	Cada 30 días

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo 4.

Elaborado por: S. Veloz, E. Espín (2013)

### 3.6.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Durante la investigación se realizaron 6 tomas de muestras durante seis meses de los parámetros considerados (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y Partículas Sedimentables).

Las muestras fueron enviadas y analizadas en el laboratorio, los datos obtenidos de los muestreos fueron posteriormente procesados, adicionalmente se realizó una comparación con los datos proporcionados por la Estación Automática de Tumbaco en el mismo periodo de muestreo.

#### a) Equipo de muestreo

Para realizar los muestreos se utilizó métodos pasivos con el uso de monitores pasivos que se fundamentan en la difusión de los contaminantes hacia la superficie del monitor que puede ser un filtro impregnado con una solución absorbente de un sustrato químico, la cual es específica para cada contaminante, el monitoreo pasivo no utiliza medios mecánicos para forzar el paso del aire a través del monitor.

Los monitores pasivos utilizados fueron proporcionados y posteriormente analizados en el Laboratorio Químico de la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, bajo estrictos controles de calidad en todas y cada una de



las etapas que comprenden el monitoreo por método pasivo. Las principales ventajas de los métodos pasivos son su simplicidad y bajo costo.

### 3.7 CALIDAD DEL SUELO

#### 3.7.1 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

La selección del sitio de muestreo de suelo, se basó en criterios técnicos como dirección de la pendiente, topografía del terreno, fuentes cercanas de contaminación y las técnicas de muestreo de suelo, determinándose que la técnica más adecuada es el muestreo sistemático por rejilla rectangular. Para el muestreo se realizó cuadrículas en las que las líneas de la cuadrícula distan una de la otra 3 metros y se escogió las muestras más representativas de los nudos de la cuadrícula.

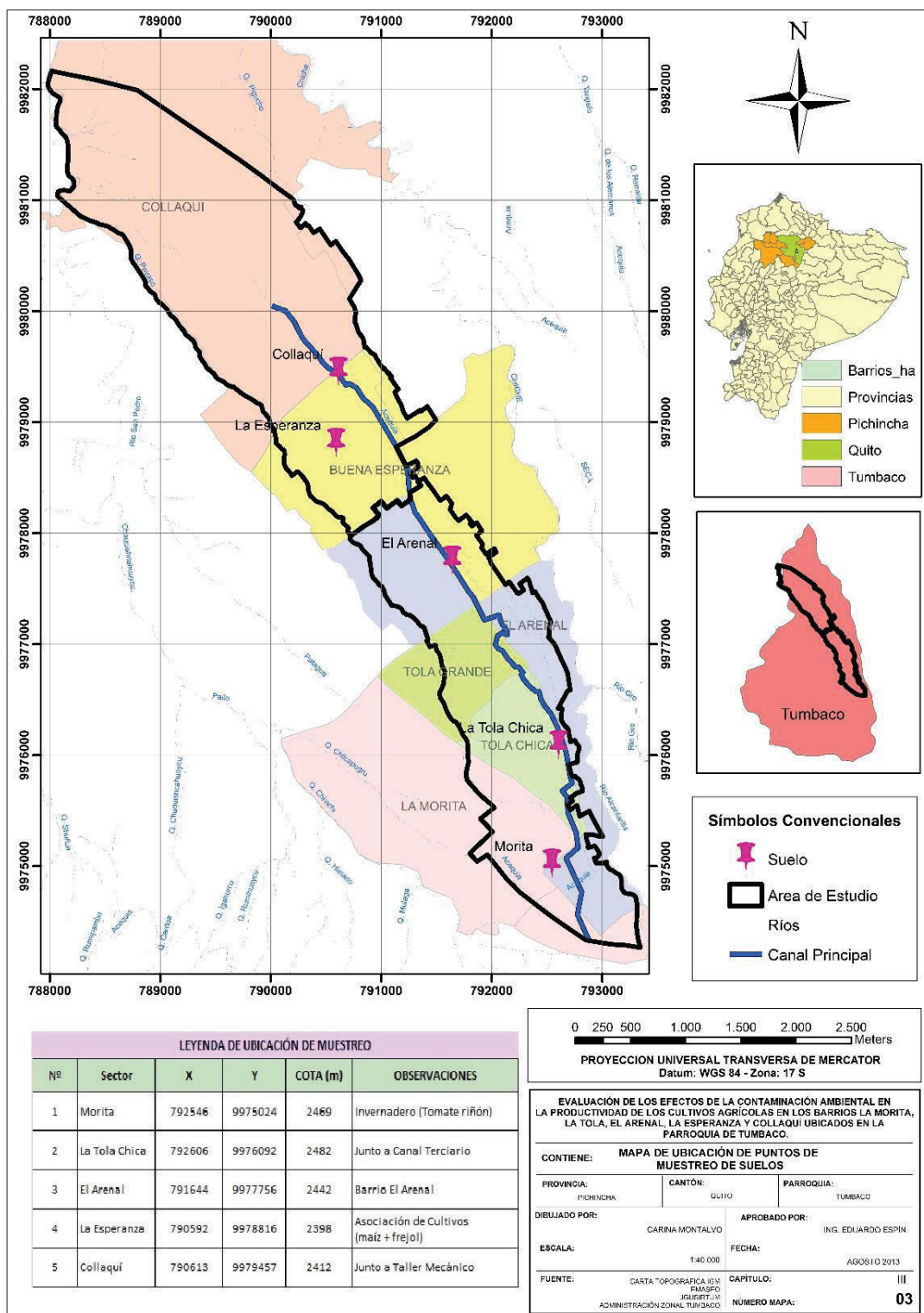
Los puntos de muestreo se determinaron con un sitio de muestreo por cada barrio considerando el cultivo representativo de cada sector. Ver mapa 3.3 y tabla 3.5.

**TABLA 3.5**  
**PUNTOS DE MUESTREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

Sector	X	Y	Cota	Observaciones
Morita	792546	9975024	2469	Invernadero (Tomate riñón)
La Tola Chica	792606	9976092	2482	Junto a Canal Terciario
El Arenal	791644	9977756	2442	Barrio El Arenal
La Esperanza	790592	9978816	2398	Asociación de Cultivos (maíz + frejol)
Collaquí	790613	9979457	2412	Junto a Taller Mecánico

Fuente: Trabajo de campo, 2012  
Elaborado por: E. Espín y C. Montalvo

**MAPA 3.3**  
**UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS**



Fuente: Trabajo de campo, 2012  
Elaborado por: E. Espín y C. Montalvo

Se realizaron tres muestreos considerando la época seca (agosto 2012) y la época lluviosa (diciembre 2012 y enero 2013), se tomaron muestras de suelo, para la realización de los análisis físico-químicos se enviaron las muestras al laboratorio para su posterior procesamiento de datos.

### **3.7.2 PARÁMETROS MEDIDOS**

Los parámetros de análisis para cada punto de muestreo de suelo son los siguientes:

Para evaluar las propiedades agrológicas del suelo en las muestras se determinaron: pH, Textura, Materia Orgánica, Conductividad Eléctrica, Fosforo (P), Potasio (K), Nitrógeno total (N), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), estas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UCE.

Los parámetros para evaluar los criterios de calidad del suelo medidos son: pH, Conductividad Eléctrica, índice SAR, Arsénico (As), Azufre (S), Boro (B), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cianuros (CN), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Magnesio (Mg), Mercurio (Hg), Cinc (Zn), Pesticidas organoclorados y Pesticidas organofosforados.

Una vez tomadas las muestras, estas fueron enviadas al Laboratorio Ambiental de Ciencias Químicas de la UCE, para su respectivo análisis.

### **3.7.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

Considerando el riesgo a la salud de los consumidores del producto, se establece la toma de muestra a una profundidad de 10 cm y considerando el riesgo de afección a la fertilidad y por ende la disminución de la productividad se establece la toma de muestra a una profundidad de 30 cm; realizando un promedio entre las dos profundidades y tomando en cuenta las características agronómicas del terreno, se

consideró tomar la muestra a 20 cm, pues es el área de mayor concentración de raíces.

### 3.8 REALIZACIÓN DE ENCUESTA, TOMA DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS

#### 3.8.1 DETERMINACIÓN USO DE SUELO Y TIPOS DE CULTIVOS

La información obtenida mediante las encuestas y visitas de campo, se aplicó 944 encuestas para ubicar los cultivos más representativos en cada uno de los predios, fue ingresada al programa Arc Gis 10.0 y se realizó la actualización en la base de datos proporcionada por los Ingenieros Sandra Calderón y Esteban Pacheco del año 2005 (Calderón, 2004), (Pacheco, 2005).

Se obtuvieron mapas temáticos de sectorización general de uso actual de suelo y tipos de cultivos. Ver mapa 3.4.

**TABLA 3.6**  
**USO ACTUAL DEL SUELO POR CATEGORÍAS**

DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	%
Agrícola	127,11	47,87
Ornamental	22,19	8,36
Industrial	5,21	1,96
Residencial	111,03	41,75
<b>TOTAL</b>	<b>265,54</b>	<b>100</b>

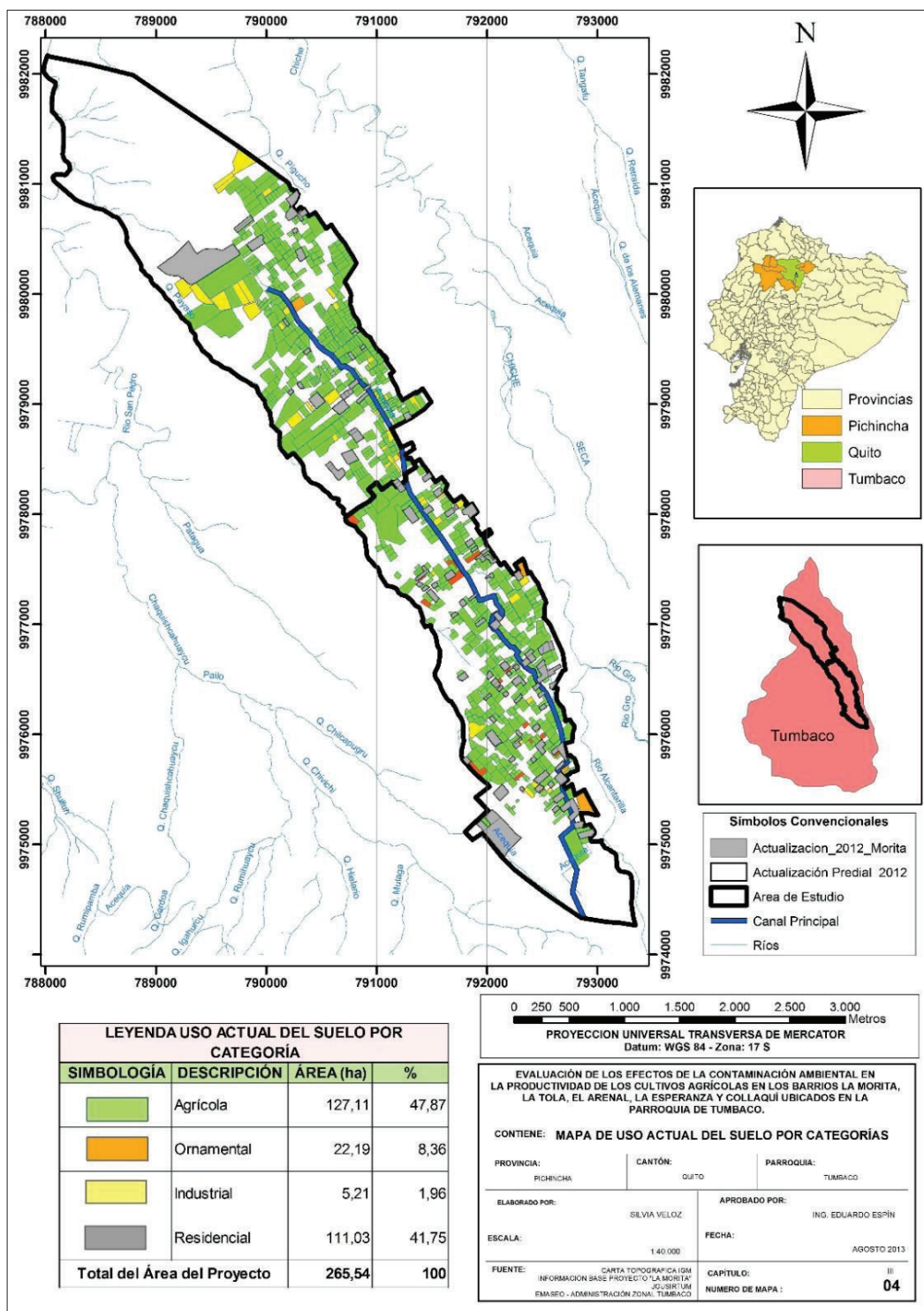
Fuente: Proyecto “La Morita”

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental

El uso actual del suelo indica que se está utilizando para la agricultura en un 47,87% y residencial en un 41,75%. Ver tabla 3.6.

A partir de la base de datos del 2005 (Tesis Calderón y Pacheco) y en comparación con la actualización del uso del suelo en la zona de estudio que abarca 265,54 Ha., se evidencia que en la actualidad el área agrícola ha disminuido aproximadamente en un 36%.

### MAPA 3.4 USO ACTUAL DEL SUELO POR CATEGORÍAS



Fuente: Información Base Proyecto La Morita, EMASEO, Administración Zonal Tumbaco  
Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental

### Determinación de los Cultivos de las Áreas de Uso Agrícola

Las siglas que se presentan en la tabla 3.7 corresponden a los cultivos que existen en el ramal de Chichipata.

**TABLA 3.7**

#### SIGLAS DE CULTIVOS EN EL RAMAL DE RIEGO CHICHIPATA

SIGLAS DE CULTIVOS					
A	Ag	Ar	B	C	Ch
Alfalfa	Aguacate	Arveja	Bosque	Chirimoya	Maíz
D	Fr	G	H	Hb	Hu
Durazno	Fréjol	Guaba	Hortalizas	Haba	Huertos
L	Lg	N	O	P	PI
Limón	Lechuga	Ninguno	Ornamentales	Papa	Plátano
PM	Pt	TA		TR	
Medicinales	Pasto	Tomate de Árbol		Tomate Riñón	
					V
					Vainita

Fuente: Shapefile IBPM actualizado (2012).

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental

#### a) Barrio La Morita

En la tabla 3.8, gráfico 3.1 y mapa 3.5, se presentan las áreas de cultivos en el barrio La Morita.

**TABLA 3.8**

#### ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA MORITA”

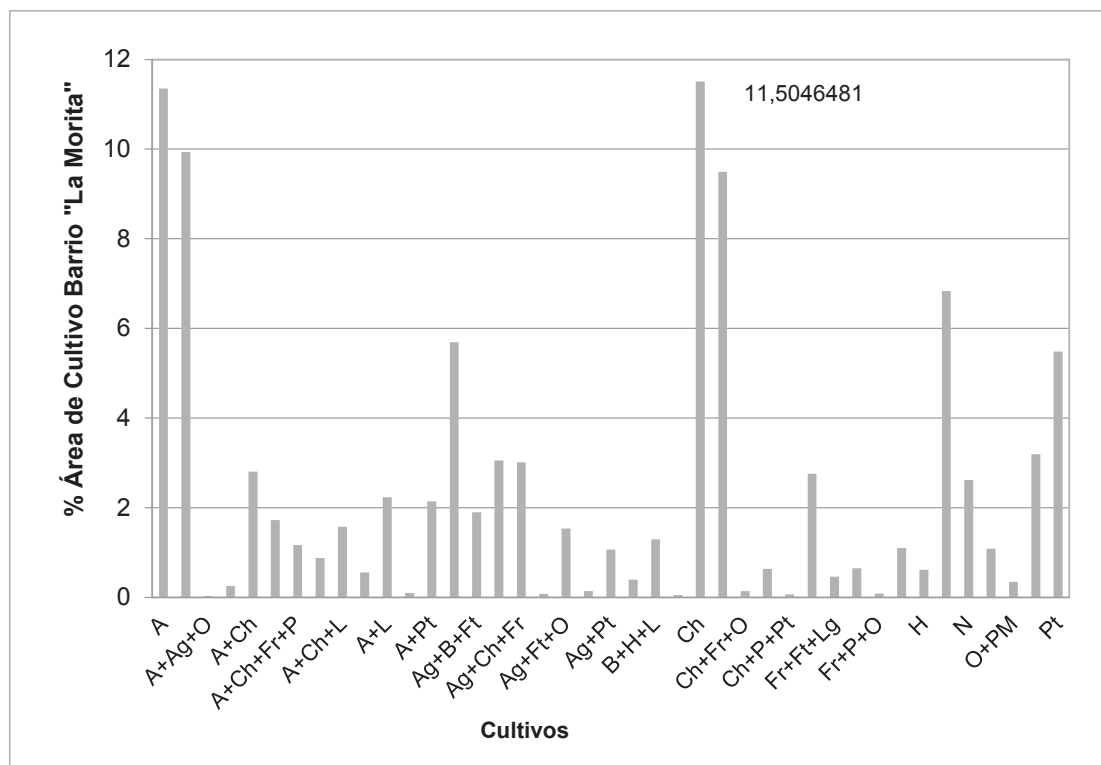
CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)
A	1,759214	Ag+B+Ft	0,293862	Ch+P+Pt	0,009522
A+Ag	1,539587	Ag+B+Pt	0,473054	Fr	0,427167
A+Ag+O	0,004559	Ag+Ch+Fr	0,466693	Fr+Ft+Lg	0,071267
A+Ag+P	0,038703	Ag+Fr	0,011620	Fr+O	0,100109
A+Ch	0,434898	Ag+Ft+O	0,237690	Fr+P+O	0,013434
A+Ch+Fr+Ft	0,267346	Ag+L+P+Pt	0,021131	Ft	0,170607
A+Ch+Fr+P	0,180158	Ag+Pt	0,165529	H	0,095426
A+Ch+Ft	0,135936	B	0,061196	L	1,059050
A+Ch+L	0,243797	B+H+L	0,199969	N	0,404852

**TABLA 3.8 CONTINUACIÓN**

A+Ft+Ag	0,085637	C+Ft+O	0,008157	O	0,168047
A+L	0,346415	Ch	1,782506	O+PM	0,053220
A+O	0,014954	Ch+Fr	1,470455	P	0,495155
A+Pt	0,331871	Ch+Fr+O	0,021310	Pt	0,850026
Ag	0,881596	Ch+O	0,098065	<b>TOTAL</b>	<b>15,493791</b>

Fuente: Levantamiento Predial (2012).

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

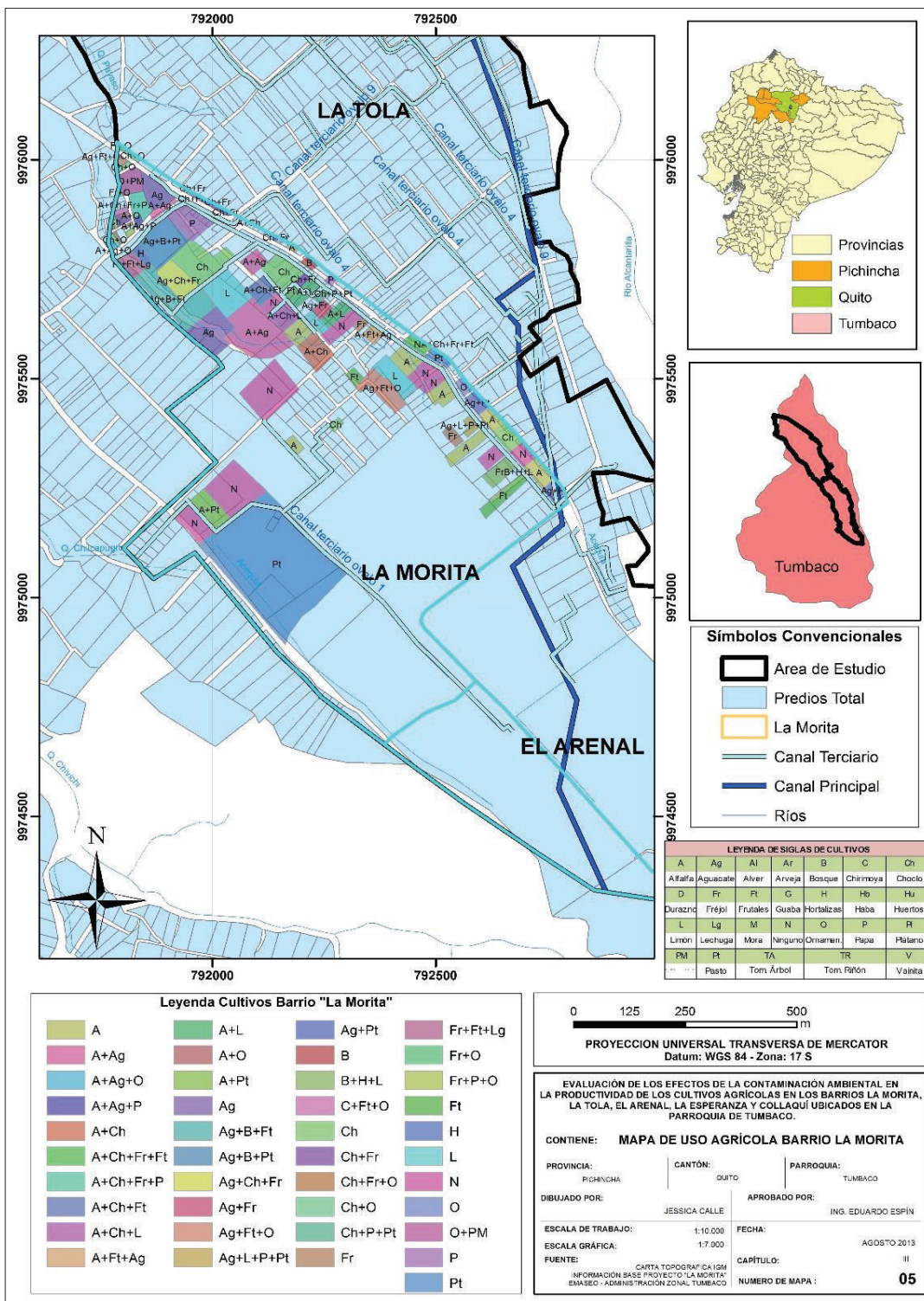
**GRÁFICO 3.1****CULTIVOS BARRIO LA MORITA**

Fuente: Levantamiento Predial (2012).

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

En el barrio La Morita el cultivo predominante es el maíz que corresponde al 11,50%.

### MAPA 3.5 CULTIVOS BARRIO "LA MORITA"



Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013)



## b) Barrio La Tola

En la tabla 3.9 se presentan las áreas de cultivos, en el gráfico 3.2 los porcentajes de los mismos y el mapa 3.6 los cultivos.

**TABLA 3.9**

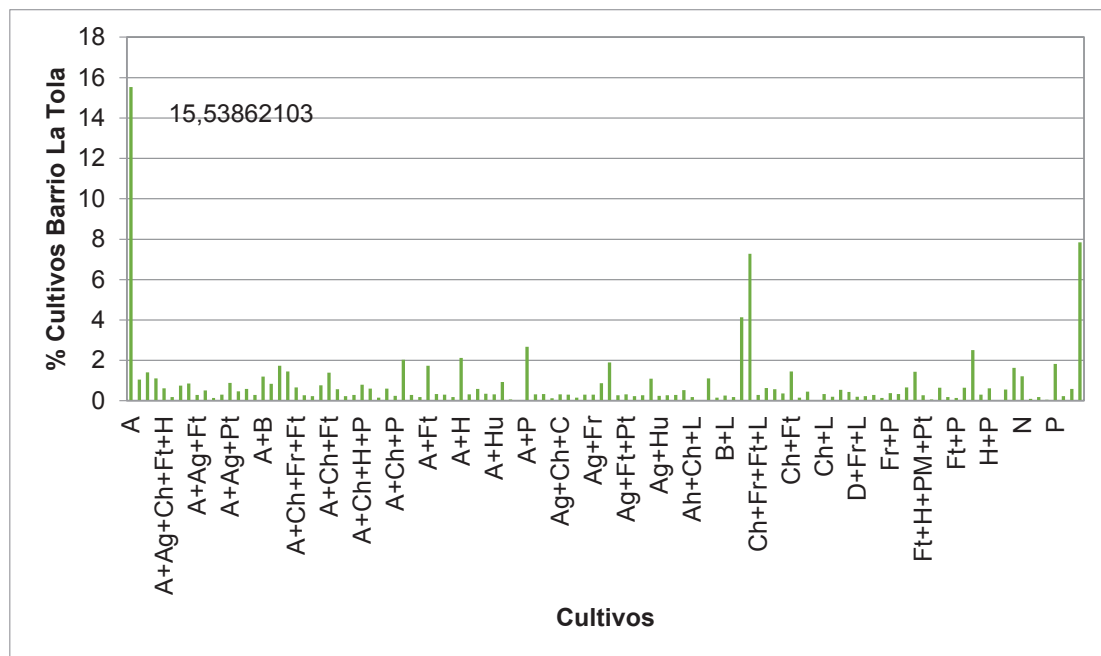
### ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA TOLA”

CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)
A	6,213895	A+Ft+O	0,071682	Ch+Fr+H+P	0,227442
A+Ag	0,417494	A+H	0,849310	Ch+Fr+O	0,145702
A+Ag+Ch	0,561408	A+H+Hb+P	0,127684	Ch+Ft	0,580048
A+Ag+Ch+Ft	0,442772	A+H+P	0,235998	Ch+Ft+H+P	0,064220
A+Ag+Ch+Ft+H	0,247856	A+Hb+H+P	0,138533	Ch+Ft+Pa+H	0,179856
A+Ag+Ch+P	0,077096	A+Hu	0,126404	Ch+H	0,017208
A+Ag+Fr+Hu+P	0,298820	A+L	0,374476	Ch+L	0,132906
A+Ag+Fr+H	0,340975	A+O	0,023795	Ch+O	0,082945
A+Ag+Ft	0,113147	A+O+P	0,015875	Ch+P	0,214390
A+Ag+Ft+P	0,202813	A+P	1,071893	Ch+Pt	0,173141
A+Ag+H	0,055469	A+Pt	0,127670	D+Fr+L	0,077656
A+Ag+P	0,124167	Ag+Ar+L+P	0,134020	Fr+L	0,091361
A+Ag+Pt	0,352507	Ag+C+L+P	0,050051	Fr+O	0,114891
A+Ar+Ag+Ch+P	0,186731	Ag+Ch+C	0,126219	Fr+O+P	0,056198
A+Ar+Fr+H	0,232758	Ag+Ch+F+H+P	0,123868	Fr+P	0,153890
A+Ar+Ft+Pt	0,114831	Ag+Ch+Fr+Ft+P	0,064759	Fr+P+Pt	0,131211
A+B	0,477813	Ag+Ch+L	0,121103	Fr+PM	0,266598
A+C+Fr	0,338033	Ag+Fr	0,119235	Ft	0,572722
A+Ch	0,695499	Ag+Fr+P	0,347269	Ft+H+PM+Pt	0,107495
A+Ch+Fr	0,583300	Ag+Ft	0,762203	Ft+L+P+Pt	0,028943
A+Ch+Fr+Ft	0,267346	Ag+Ft+O	0,108000	Ft+O	0,257604
A+Ch+Fr+Ft+O	0,110257	Ag+Ft+Pt	0,128832	Ft+O+PM	0,074057
A+Ch+Fr+H+P	0,089173	Ag+H	0,089832	Ft+P	0,057339
A+Ch+Fr+O+P	0,308285	Ag+H+L	0,108159	Ft+Pt	0,257690
A+Ch+Ft	0,556130	Ag+H+P+Pt	0,439680	H	1,002581
A+Ch+Ft+H	0,229634	Ag+Hu	0,095372	H+O	0,119719
A+Ch+Ft+L	0,093318	Ag+L	0,108820	H+P	0,247585
A+Ch+H	0,113323	Ag+L+P	0,113578	Hb+O	0,007002

**TABLA 3.9 CONTINUACIÓN**

A+Ch+H+P	0,317866	Ag+Pt	0,212588	Hu	0,223964
A+Ch+Hu+P	0,240903	Ah+Ch+L	0,075802	L	0,651816
A+Ch+L+PM	0,063706	Ar+C+O	0,007391	N	0,482346
A+Ch+O	0,240694	Ar+Ch+Fr+H	0,446313	O	0,039926
A+Ch+P	0,097943	B	0,061196	O+P	0,071745
A+Fr	0,814300	B+L	0,104947	O+TA	0,020419
A+Fr+Ft+L	0,113758	C	0,071575	P	0,727507
A+Fr+P	0,072244	Ch	1,655446	P+TA	0,089526
A+Ft	0,692586	Ch+Fr	2,909569	PM	0,236626
A+Ft+H+P	0,133155	Ch+Fr+Ft+L	0,113185	Pt	3,137250
A+Ft+H+Pt	0,123210	Ch+Fr+Ft+O	0,255256	<b>TOTAL</b>	<b>39,996400</b>

Fuente: Levantamiento Predial (2012)

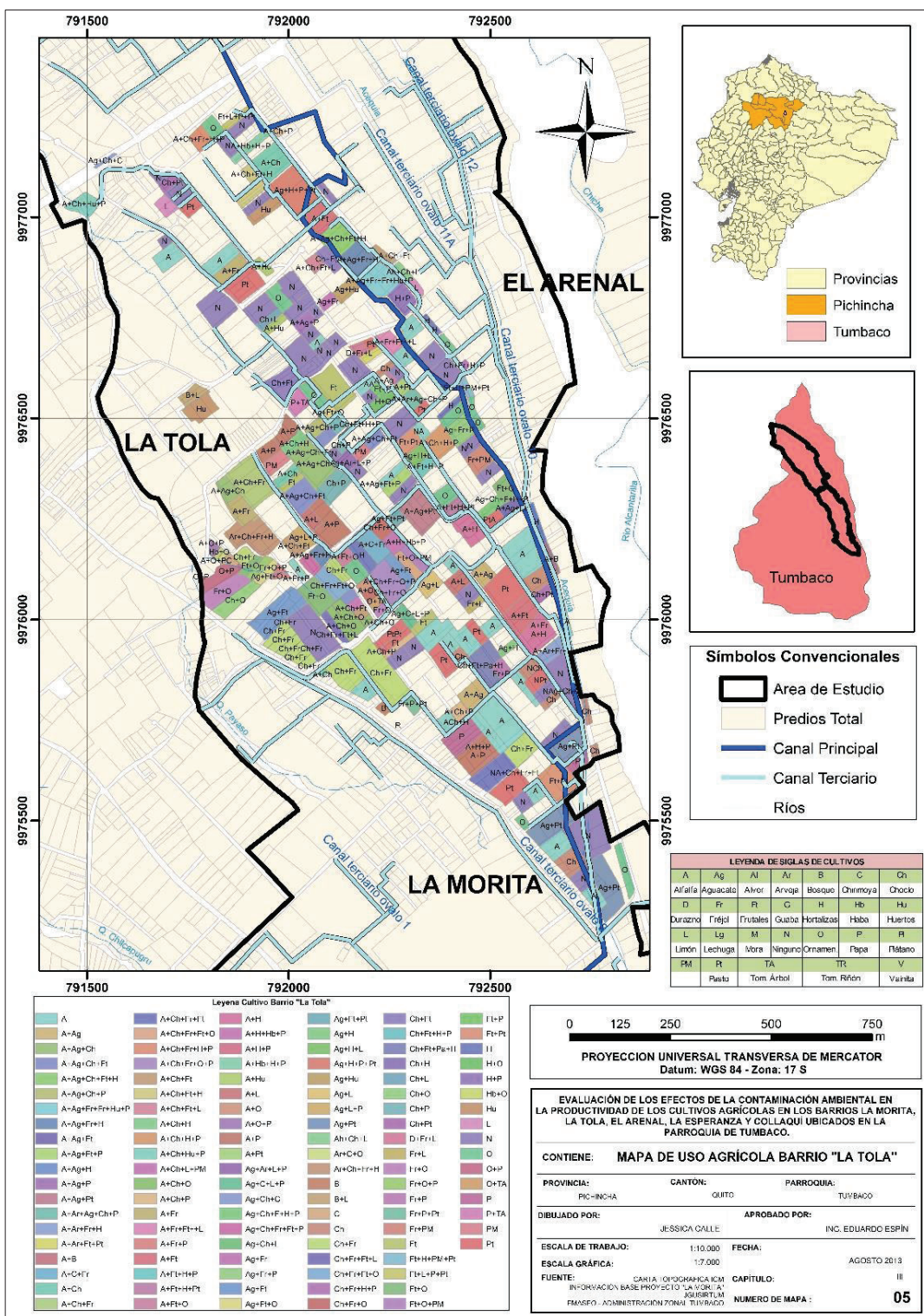
**GRÁFICO 3.2****PORCENTAJE DE CULTIVOS BARRIO LA TOLA**

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

En el barrio “La Tola” el cultivo predominante es la alfalfa que corresponde al 15,53%.

**MAPA 3.6**  
**CULTIVOS BARRIO "LA TOLA"**



Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.  
Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

### c) Barrio El Arenal

En la tabla 3.10 se presentan las áreas de los cultivos, en el mapa 3.7 los cultivos y en el gráfico 3.3 los porcentajes de los mismos.

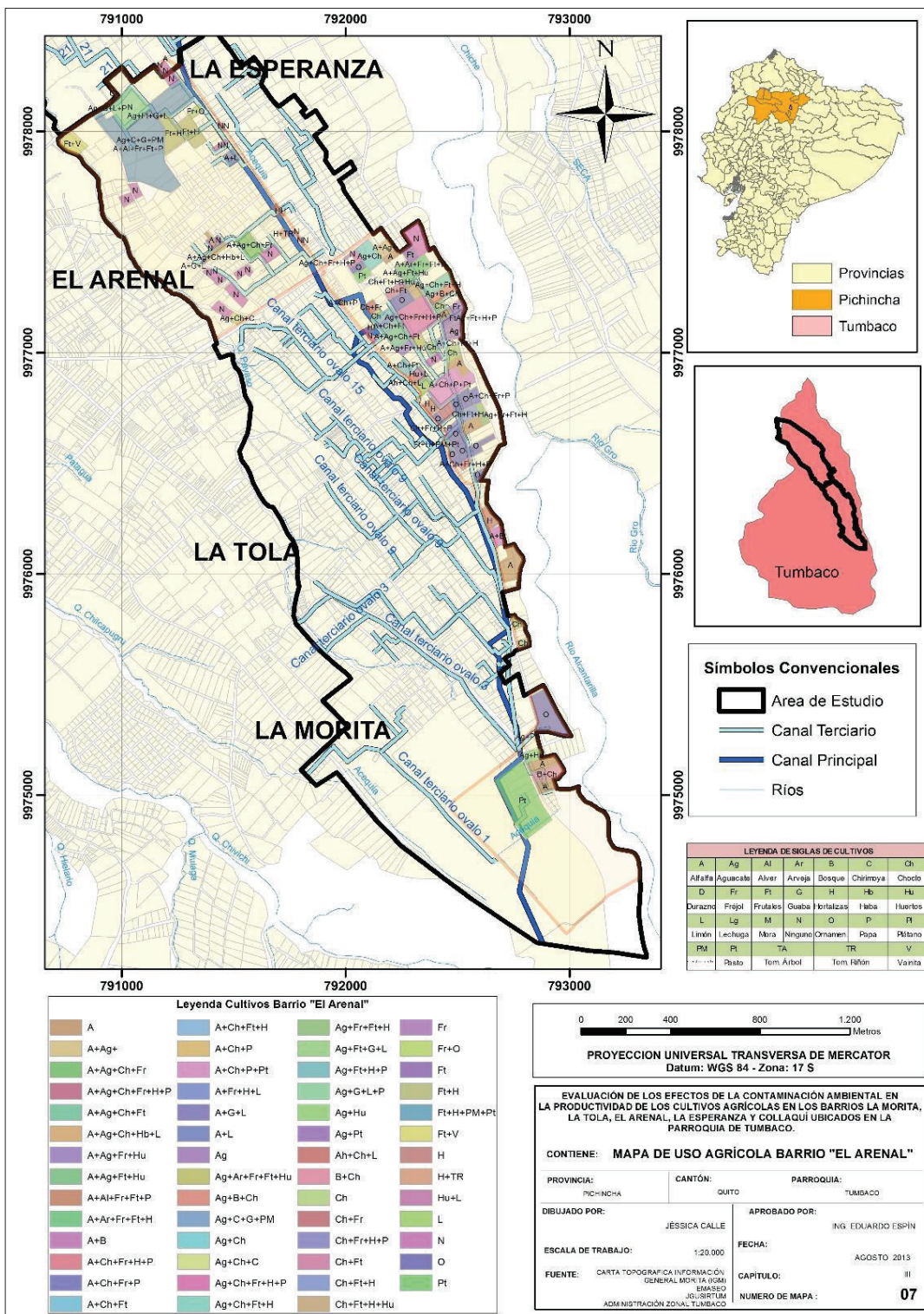
**TABLA 3.10**  
**ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO EL ARENAL”**

CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)	CULTIVOS SIGLAS	ÁREA (Ha)
A	3,534395	A+L	0,2798528	Ch+Fr	0,274868
A+Ag	0,341901	Ag	0,587554	Ch+Fr+H+P	0,2274424
A+Ag+Ch+Fr	0,5882212	Ag+Ar+Fr+Ft+Hu	0,115371	Ch+Ft	0,165717
A+Ag+Ch+Fr+H+P	0,2992872	Ag+B+Ch	0,4542056	Ch+Ft+H	0,488842
A+Ag+Ch+Ft	0,4963287	Ag+C+G+PM	6,988944	Ch+Ft+H+Hu	0,31391902
A+Ag+Ch+Hb+L	0,23012664	Ag+Ch	0,674526	Fr	0,227265
A+Ag+Ft+Hu	0,56081445	Ag+Ch+C	0,1262192	Ft	0,44855343
A+Al+Fr+Ft+P	7,862562	Ag+Ch+Fr+H+P	1,2736792	Ft+H	0,216822
A+Ar+Fr+Ft+H	0,3105888	Ag+Ch+Ft+H	0,4347749	Ft+H+PM+Pt	0,107495
A+B	0,4778127	Ag+Fr+Ft+H	0,331138	Ft+V	0,465873
A+Ch+Fr+H+P	0,1571031	Ag+Ft+G+L	1,445312	H	1,657129
A+Ch+Fr+P	0,0498422	Ag+Ft+H+P	0,5006079	H+TR	0,070445
A+Ch+Ft	0,4736392	Ag+G+L+P	1,445312	Hu+L	0,062542
A+Ch+Ft+H	0,12808004	Ag+Hu	0,0373076	L	0,475
A+Ch+P	0,04544135	Ag+Pt	0,0918952	N	1,115614
A+Ch+P+Pt	1,811783	Ah+Ch+L	0,0758016	O	0,0399256
A+Fr+H+L	0,300051	B+Ch	0,2132541	Pt	3,815864
A+G+L	0,01584393	Ch	1,5597139	<b>TOTAL</b>	<b>44,492607</b>

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

**MAPA 3.7**  
**CULTIVOS BARRIO “EL ARENAL”**



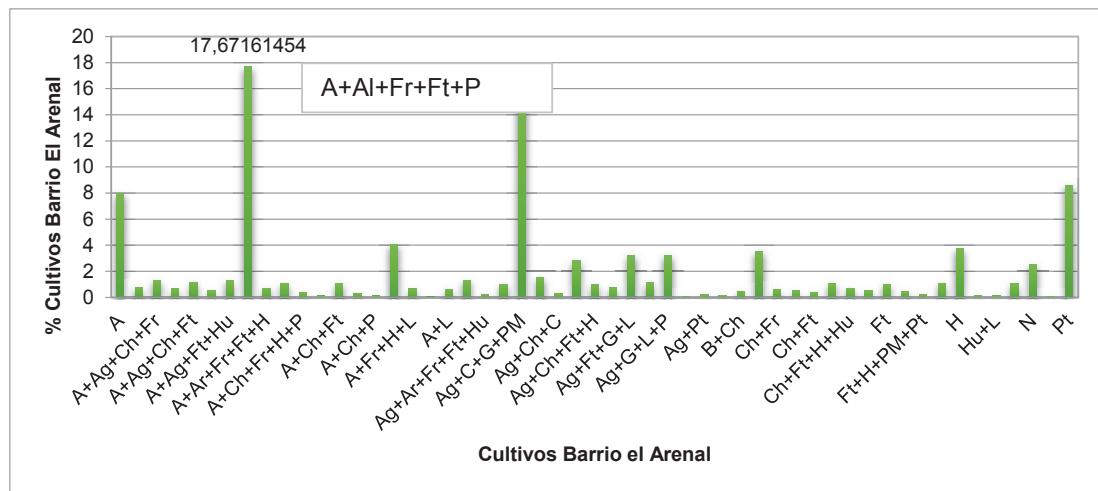
Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

En el barrio “El Arenal” el cultivo asociado predominante es la alfalfa + fréjol + frutales + pasto que corresponde al 17,67%.

### GRÁFICO 3.3

#### PORCENTAJE DE CULTIVOS EN EL BARRIO EL ARENAL



Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

#### d) Barrio La Esperanza

En la tabla 3.11 se presentan las áreas de los cultivos, en el mapa 3.8 los cultivos y en el gráfico 3.4 los porcentajes de los mismos.

TABLA 3.11

#### ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO LA ESPERANZA”

SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)	SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)	SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)
A	2,128285	Ag+C	1,53955	Ch+Ft+H	0,189092
A+Ag+Fr+L	0,077943	Ag+C+Ch+L	0,111737	Ch+Ft+Ta+P	0,083419
A+Ag+Fr+G+Pt	0,2439008	Ag+C+Ft+L	1,152128	Ch+G+Ft	0,064991
A+Ag+Fr+L	0,2715525	Ag+C+H+L	0,09317	Ch+H+M	0,378184
A+Ag+L+TA	0,1900764	Ag+Ch+Fr	0,182322	Ch+P	0,146813
A+Ch	0,0416326	Ag+Ft+L	1,795695	Fr	0,065862
A+Ch+Fr+Ft+H	0,3805125	Ag+L	0,2784916	Fr+Ft	0,1242602
A+Ch+Fr+Ft+P	0,333342	Ar+Ch+Fr	2,148444	Ft	2,557003
A+ch+Fr+L	0,0981288	Ar+Ch+L	0,0572898	Ft+Hu	0,2055702

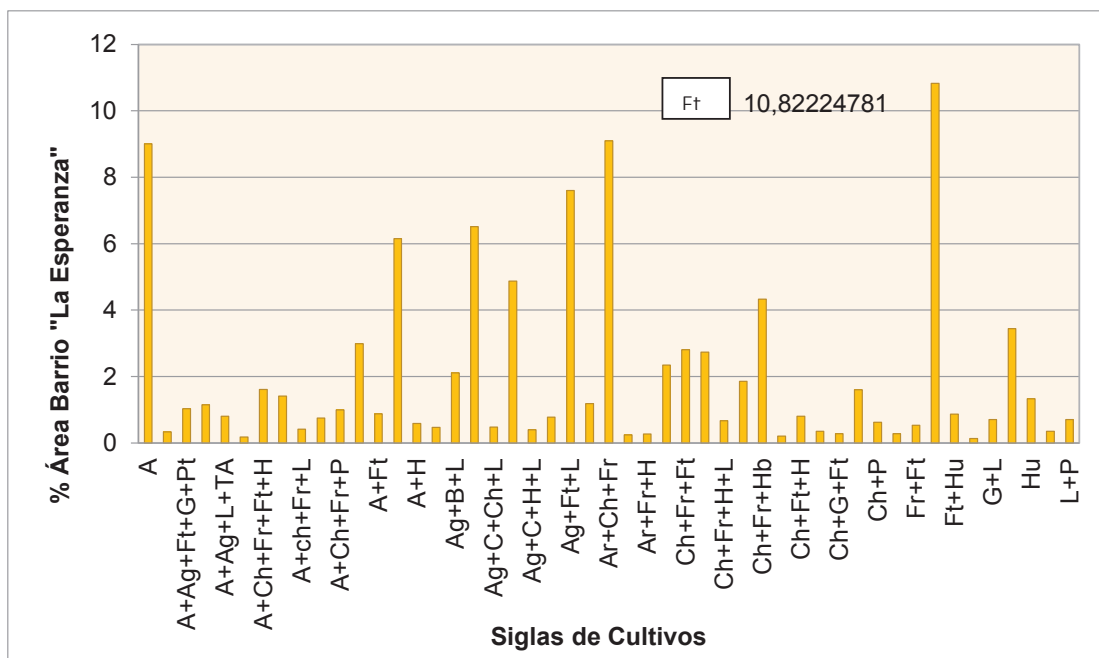
**TABLA 3.11 CONTINUACIÓN**

A+Ch+Fr+L+P	0,1757712	Ar+Fr+H	0,0623544	Ft+O	0,0312903
A+Ch+Fr+P	0,233478	Ch	0,5542609	G+L	0,166137
A+Fr+Ft	0,70646085	Ch+Fr+Ft	0,66230235	H	0,8134042
A+Ft	0,2072592	Ch+Fr+Ft+P	0,644782	Hu	0,3138748
A+Ft+Hu+L	1,453824	Ch+Fr+H+L	0,1572045	L	0,083419
A+H	0,1376592	Ch+Fr+H+P	0,4371299	L+P	0,16677
Ag+Ar+Ch+Fr+Hb+P	0,110952	Ch+Fr+Hb	1,02233	TOTAL	23,6272819
Ag+B+L	0,4986952	Ch+Fr+L	0,04852752		

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

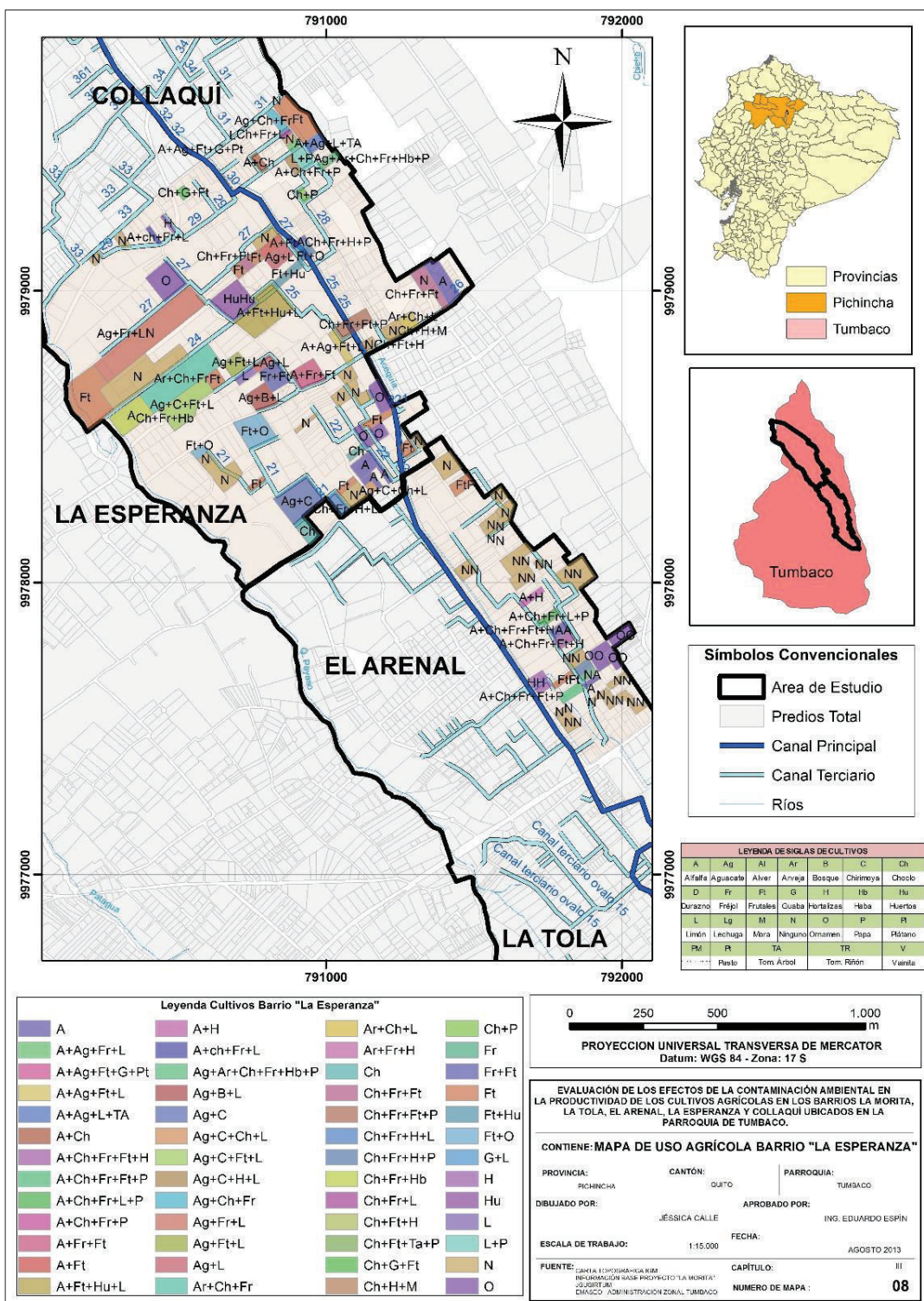
En el barrio “La Esperanza” el cultivo predominante son los frutales que corresponde al 10,82%.

**GRÁFICO 3.4****PORCENTAJE DE CULTIVOS DEL BARRIO LA ESPERANZA**

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

**MAPA 3.8**  
**CULTIVOS BARRIO “LA ESPERANZA”**



Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).



### e) Barrio Collaquí

En la tabla 3.12 se presentan las áreas de los cultivos, en el mapa 3.9 los cultivos y en el gráfico 3.5 los porcentajes de los mismos.

**TABLA 3.12**  
**ÁREA DE CULTIVOS “BARRIO COLLAQUÍ”**

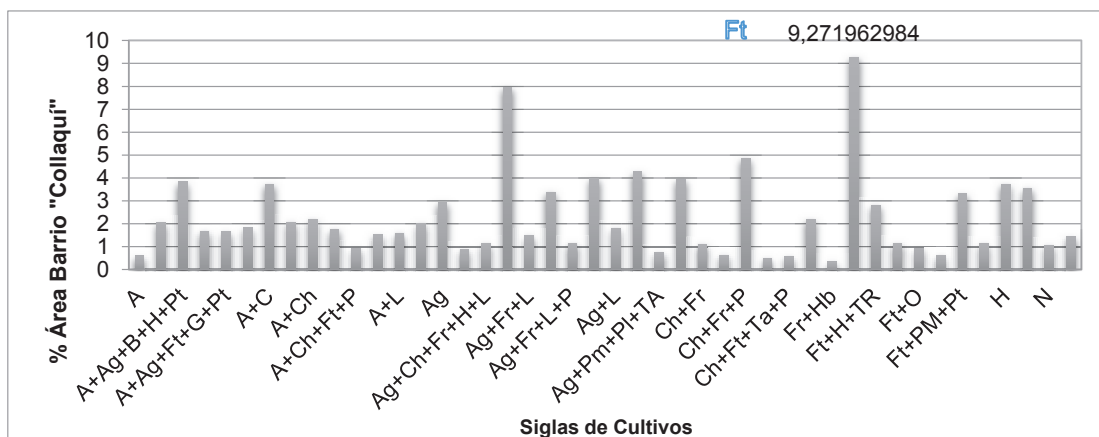
SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)	SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)	SIGLAS CULTIVOS	ÁREA (Ha)
A	0,0882144	Ag+Ch+Fr	0,1325919	Ch+Ft+Ta+P	0,083419
A+Ag	0,301015	Ag+Ch+Fr+H+L	0,1663336	Ch+Pt	0,3211902
A+Ag+B+H+Pt	0,5664912	Ag+Ch+L	1,1782054	Fr+Hb	0,04959165
A+Ag+Ch+Ft+L	0,24524775	Ag+Fr+L	0,2176578	Ft	1,3717968
A+Ag+Ft+G+Pt	0,24390075	Ag+Fr+L+O	0,4987295	Ft+H+TR	0,4163502
A+Ag+L	0,26762	Ag+Fr+L+P	0,169765	Ft+L	0,168251
A+C	0,55316	Ag+G+L	0,58988	Ft+O	0,1382922
A+C+Ch+D+P	0,30255665	Ag+L	0,2656111	Ft+P	0,092178
A+Ch	0,32099775	Ag+L+TR	0,6294961	Ft+PM+Pt	0,4882935
A+Ch+Ft	0,2574384	Ag+Pm+Pl+TA	0,1102648	G+L	0,166137
A+Ch+Ft+P	0,1384805	Ch	0,5827289	H	0,55312
A+Fr	0,2226618	Ch+Fr	0,1609	L	0,520877
A+L	0,231707	Ch+Fr+Ft+H	0,0935512	N	0,156795
A+L+P	0,2968824	Ch+Fr+P	0,71768995	Pt	0,2103905
Ag	0,43588412	Ch+Ft	0,0727615	<b>TOTAL</b>	<b>14,7951065</b>

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

En el barrio “Collaquí” el cultivo predominante son los frutales que corresponde al 9,27%.

**GRÁFICO 3.5**  
**PORCENTAJE DE ÁREA DE CULTIVOS BARRIO COLLAQUÍ**



Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).



A partir de la información obtenida por medio de encuestas a los dueños de los cultivos (Ver Anexo 3) se establecen los cultivos predominantes en cada sector y el químico o compuesto orgánico que se emplea para mejorar la productividad. Ver tabla 3.13.

**TABLA 3.13**  
**CULTIVOS PREDOMINANTES Y COMPUESTOS EMPLEADOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD**

<b>LA MORITA</b>		
<b>CULTIVOS PREDOMINANTES</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>NOMBRE</b>
Tomate riñón Hortalizas Frejol Papa	Insecticida	Lorsban Nmexis Dipel
	Fertilizante	Urea Sulpamack
	Compuestos Orgánicos (Purines, Humus, etc.)	Estiércol de ganado y T frutas
Maíz Frejol	Compuestos Orgánicos	Estiércol de gallina
	Plaguicida	Metamidophos
Árboles de aguacate y limón	Insecticida	Cipermetrina
	Compuestos Orgánicos (Purines, Humus, etc.)	Estiércol de chanco y gallina
<b>LA ESPERANZA</b>		
Maíz Frejol	Herbicida	Lorox DF Herbicede
	Fertilizante	Organic Grow
	Fungicida	Mancozeb
	Abono	Byfolan
		Abonagro
	Plaguicida	Metamidophos
Insecticida	Cipersad	
<b>LA TOLA</b>		
Alfalfa	Insecticida	Malation
	Abono	10-30-10

Fuente: Levantamiento Predial (2012) en IBPM.

Elaborado por: Equipo multidisciplinario Carrera de Ingeniería Ambiental (2013).

### 3.8.2 DATOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

La información recolectada fue procesada a través de fichas de campo. Para la presentación de resultados se usó el Programa Microsoft Excel 2010, en la elaboración de tablas, gráficos, base de datos y uso de gráficas. Para la realización de los mapas, se utilizó el Programa Arc Gis 10.0.

Los valores reportados por el laboratorio fueron comparados con los criterios de calidad de agua para riego del TULSMA y en los parámetros que no han sido normados se utilizó los valores recomendados por la FAO en los documentos Calidad del Agua en la Agricultura-Rev. 1 - Estudio FAO "Riego y Drenaje 29" y Criterios de Calidad de Aguas para Uso en Riego en Chile (Sancha, 2005). La tabla 3.14 representa los colores con la normativa que se ha comparado y los valores que superan la normativa se ha representado amarillo los valores fuera del límite permisible por puntos de muestreo y rojo de los valores promedio que exceden la normativa. Ver tablas 3.14 a 3.17.

**TABLA 3.14**

#### **COLORES CONVENCIONALES DE LA TABLA ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE RIEGO RAMAL CHICHIPATA**

<b>Símbolos Convencionales</b>		TULSMA - Anexo 1 Tabla 4 y 5 (Legislación Ecuatoriana)
		Calidad del Agua en la Agricultura-Rev. 1 - Estudio FAO "Riego y Drenaje 29"
		Criterios de calidad de aguas para uso en riego, Chile
		Fuera de límite por muestreo
		Fuera de límite por promedio de estación

Fuente: Ministerio del Ambiente Ecuador

Elaborado por: E. Espín

**TABLA 3.15**  
**ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA LA MORITA**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	BOCATOMA	LA MORITA - UCE						
			VERANO	VERANO			INVIERNO			
			MB1	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	PROM
Arsénico	mg/l	< 0,1	0,0010	0,0013	0,0014	0,0013	S/A	0,0035	0,0017	0,0020
Boro	mg/l	< 0,75	0,11	0,25	0,4	0,1	0,2	0,5	0,7	0,358
Cadmio	mg/l	< 0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	S/A	< 0,02	< 0,02	<0,02
Calcio	mg/l	< 200	32	30	30	18	14,109	34	1,068	21,196
Cloruros	mg/l	< 10	6,39	8,16	7,87	9,46	11,16	9,21	6,91	8,795
Cobre	mg/l	< 0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	S/A	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 1000	1200	2200	1900	1200	1200	2900	1500	1817
Coliformes Totales	NMP/100ml	< 1000	3200	5800	6200	2800	3100	4600	1800	4050
Cromo	mg/l	< 0,1	< 0,041	< 0,041	< 0,041	< 0,041	S/A	< 0,041	< 0,041	< 0,041
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1 a 30	0,48	2,03	10	2,59	28	4,2	< 4	9,364
Fósforo Total	mg/l	< 5	0,603	0,555	0,625	0,696	1,27	0,952	0,604	0,784
Magnesio	mg/l	< 150	14,1	7,77	15,1	15,309	12	12,2	5,15	11,255
Mercurio	mg/l	< 0,001	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	S/A	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nitratos	mg/l	< 5	0,9	0,8	1,1	1,7	0,1	0,9	0,2	0,8
pH		6 a 9	8,65	8,4	8,5	8,39	7,45	7,36	7,62	7,953
Plomo	mg/l	< 5	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Potasio	mg/l	< 30	4,2	5	5,5	6,56	9,2	5,22	5,2	6,113
Sodio	mg/l	< 70	17,8	23,1	21,6	4,01	30,8	18,81	19,07	19,565
Sólidos Suspendidos	mg/l	< 30	12	32	24	9	<1	16	1	16,4
Sulfatos	mg/l	< 200	1,3	1,7	20,2	59,3	19	20,9	25,7	24,467
Temperatura H <sub>2</sub> O	°C		14,6	14	14,6	15,6	14	14,9	14	14,517

Fuente: Análisis de Laboratorio LABFIGEMPA  
Elaborado por: E. Espín.

**TABLA 3.16**  
**ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA EL ARENAL**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	EL ARENAL						
			VERANO			INVIERNO			
			MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6	PROM
Arsénico	mg/l	< 0,1	0,002	0,00176	0,00162	S/A	0,0015	0,001	0,002
Boro	mg/l	< 0,75	0,625	1	0,25	0,7	0,8	1,4	0,796
Cadmio	mg/l	< 0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Calcio	mg/l	< 200	19,4	22	16,8	16,649	30	1,01	17,643
Cloruros	mg/l	< 10	6,235	7,99	4,48	11,25	8,9	5,94	7,466
Cobre	mg/l	< 0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	S/A	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 1000	2950	4500	1400	2100	8000	4600	3925
Coliformes Totales	NMP/100ml	< 1000	7400	11400	3400	4000	12000	5200	7233
Cromo	mg/l	< 0,1	< 0,041	< 0,041	< 0,041	S/A	< 0,041	< 0,041	< 0,041
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1 a 30	6,105	8,88	3,33	17	7,1	< 4	8,483
Fósforo Total	mg/l	< 5	0,887	1,151	0,622	1,236	0,738	0,618	0,875
Magnesio	mg/l	< 150	14,204	16,5	11,907	11,8	12,6	4,96	11,995
Mercurio	mg/l	< 0,001	< 0,050	< 0,050	< 0,050	S/A	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nitratos	mg/l	< 5	1,3	1	1,6	0,1	1	0,1	0,85
pH		6 a 9	8,3	8,54	8,54	7,91	6,81	7,59	7,948
Plomo	mg/l	< 5	< 0,15	0,28	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,28
Potasio	mg/l	< 30	6,205	5,6	6,81	9	5,46	5,05	6,354
Sodio	mg/l	< 70	12,695	21,4	3,99	29,8	18,76	19,07	17,619
Sólidos Suspendidos	mg/l	< 30	17	20	14	6	25	2	14
Sulfatos	mg/l	< 200	28,65	22	35,3	26,5	23,7	21,3	26,242
Temperatura H <sub>2</sub> O	°C		14,5	16	15,3	16	16,1	14,7	15,433

Fuente: Análisis de Laboratorio LABFIGEMPA  
Elaborado por: E. Espín.

**TABLA 3.17**  
**ANÁLISIS CALIDAD DEL AGUA COLLAQUÍ**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	COLLAQUÍ						
			VERANO			INVIERNO			
			MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	PROM
Arsénico	mg/l	< 0,1	0,0003	0,0004	0,0003	S/A	0,0079	0,0031	0,002
Boro	mg/l	< 0,75	2,6	2,9	2,3	1,3	1,4	1,8	2,05
Cadmio	mg/l	< 0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	S/A	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Calcio	mg/l	< 200	40	24	20	18,765	26	1,035	21,633
Cloruros	mg/l	< 10	9,92	7,38	7,11	10,4	9,85	6,79	8,575
Cobre	mg/l	< 0,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	S/A	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 1000	5400	6700	1100	6000	10000	14000	7200
Coliformes Totales	NMP/100ml	< 1000	10700	13700	5800	10000	18000	17000	12533
Cromo	mg/l	< 0,1	< 0,041	< 0,041	< 0,041	S/A	< 0,041	< 0,041	< 0,41
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1 a 30	2,18	10,73	2,59	16	16	< 4	9,5
Fósforo Total	mg/l	< 5	2,097	0,64	5,41	1,179	0,692	0,727	1,791
Magnesio	mg/l	< 150	16,52	17,9	12,15	11,4	14,6	4,81	12,897
Mercurio	mg/l	< 0,001	< 0,050	< 0,050	< 0,050	S/A	< 0,050	< 0,050	< 0,05
Nitratos	mg/l	< 5	0,8	0,8	1,9	0,2	1	0,1	0,8
pH		6 a 9	8,5	8,72	8,5	7,91	8,13	7,93	8,282
Plomo	mg/l	< 5	< 0,15	0,25	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,25
Potasio	mg/l	< 30	6,3	5,5	6,76	9	5,37	5,2	6,355
Sodio	mg/l	< 70	23	21	4,01	29,8	19,48	19,53	19,47
Sólidos Suspendidos	mg/l	< 30	90	30	11	6	25	7	28,167
Sulfatos	mg/l	< 200	1,9	24,3	26,9	25,2	24,6	22,2	20,85
Temperatura H <sub>2</sub> O	°C		16,1	19,1	16,9	17	16,8	15,1	16,833

Fuente: Análisis de Laboratorio LABFIGEMPA  
Elaborado por: E. Espín.

### 3.8.3 DATOS DE PARAMETROS DE CALIDAD DE AIRE

La información recolectada fue manejada a través de fichas de campo, para la presentación de resultado se usó el Programa Microsoft Excel 2010, para la elaboración de tablas, gráficos, base de datos y uso de gráficas. Ver tablas 3.18 a 3.21.

**TABLA 3.18**  
**CALIDAD DEL AIRE: LA MORITA**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	LA MORITA - UCE						
			INVIERNO			VERANO			
			Octu	Novie	Diciem	Julio	Agosto	Septie	PROM
Dióxido de Azufre	ug/m <sup>3</sup>	< 60	5,784	2,436	2,800	2,739	5,472	6,028	4,210
Dióxido de Nitrógeno	ug/m <sup>3</sup>	< 40	12,844	5,680	8,100	9,176	25,820	20,442	13,677
Ozono	ug/m <sup>3</sup>	< 100	27,2	15,44	30,127	37,222	36,218	32,19	29,732
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> 30 días	< 1,0	0,910	0,815	0,284	0,226	0,137	0,747	0,520

Fuente: Análisis de Laboratorio de la Secretaría del Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín.

**TABLA 3.19**  
**CALIDAD DEL AIRE: EL ARENAL**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	EL ARENAL						
			INVIERNO			VERANO			
			Octu	Novie	Diciem	Julio	Agost	Septie	PROM
Dióxido de Azufre	ug/m <sup>3</sup>	< 60		3,880	2,330	2,994	5,846	7,829	4,576
Dióxido de Nitrógeno	ug/m <sup>3</sup>	< 40		9,940	10,000	16,995	36,028	25,415	19,670
Ozono	ug/m <sup>3</sup>	< 100		41,293	62,805	65,899	58,402	50,837	55,847
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> 30 días	< 1,0	0,747	0,855	0,282	0,399	0,380	0,485	0,525

Fuente: Análisis de Laboratorio de la Secretaría del Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín.



**TABLA 3.20**  
**CALIDAD DEL AIRE: COLLAQUÍ**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	COLLAQUÍ						
			INVIERNO			VERANO			
			Octub	Novie	Diciem	Julio	Agost	Septie	PROM
Dióxido de Azufre	ug/m <sup>3</sup>	< 60	10,866	4,830	3,940	2,077	7,860	7,452	6,171
Dióxido de Nitrógeno	ug/m <sup>3</sup>	< 40	12,59	11,130	16,950	15,976	39,107	26,950	20,512
Ozono	ug/m <sup>3</sup>	< 100	56,5	38,517	58,696	60,46	68,382	53,388	55,99
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> 30 días	< 1,0	1,781	2,462	0,663	1,036	0,859	3,001	1,837

Fuente: Análisis de Laboratorio de la Secretaría del Ambiente DMQ  
Elaborado por: E. Espín.

**TABLA 3.21**  
**CALIDAD DEL AIRE: LA TOLA Y LA ESPERANZA**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	LA TOLA						
			INVIERNO			VERANO			
			Octub.	Novien	Diciem	Julio	Agosto	Septie	PROM
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> 30 días	< 1,0	1,036	0,946	0,621	0,451	0,762	2,064	0,980
Parámetro	Unidad	Límite Permissible	LA ESPERANZA						
			INVIERNO			VERANO			
			Octub.	Novien	Dicem	Julio	Agosto	Septie	PROM
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> 30 días	< 1,0	1,781	2,607	0,663	1,847	2,523	0,885	1,718

Fuente: Análisis de Laboratorio LABFIGEMPA  
Elaborado por: E. Espín.

### 3.8.4 DATOS DE CALIDAD DEL SUELO

La información recolectada fue manejada a través de fichas de campo, para la presentación de resultado se usó el Programa Microsoft Excel 2010, para la elaboración de tablas, gráficos, base de datos y uso de gráficas. Ver tablas 3.22 a 3.24.

**TABLA 3.22**  
**CALIDAD DEL SUELO: LA MORITA, LA TOLA**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	LA MORITA			LA TOLA		
			INVIERNO		VERANO	INVIERNO		VERANO
			Octubre M2	Enero M3	Agosto M1	Octubre M2	Enero M3	Agosto M1
pH		6 a 8			6,5			6,8
Conductividad	µS/mm	200			102,8			27,6
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4	3,67	2,71	1,56	4,8	1,86	2,64
CIC	meq/100g	NA			16,88			11,12
Fosforo	ppm	NA			164,1			25
Potasio	cmol/kg	NA			0,066			0,022
Materia Orgánica	%	NA			4,61			3,07
Nitrógeno Total	%	NA			0,23			0,15
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	0,058	0,009	0,227	0,166	0,008	0,094
Azufre (elemental)	mg/kg	250	600	400,0	216,7	< 23	205,0	156,7
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1	1,0	1,25	0,75	0,5	2,0	1
Cadmio	mg/kg	0,5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Cobre	mg/kg	25	47,4	52,0	37,8	18,0	25,6	15,8
Cromo Total	mg/kg	54	6,6	3,8	4,3	5,0	4,5	4,6
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9	0,136	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035
Mercurio	mg/kg	0,1	0,012	0,004	0,095	0,051	0,008	0,159
Vanadio	mg/kg	75	37,6	< 8,3	< 8,3	38,4	< 8,3	< 8,3
Cinc	mg/kg	60	104	78,0	53	13,8	31,8	15
Organoclorados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Organofosforados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Textura		NA			Franco			Franco

Fuente: Análisis de Laboratorio de Química Agrícola y Suelos, y Química Ambiental.  
 Elaborado por: E. Espín.

TABLA 3.23

## CALIDAD DEL SUELO: EL ARENAL, LA ESPERANZA

Parámetro	Unidad	Limite Permissible	EL ARENAL			LA ESPERANZA		
			INVIERNO		VERANO	INVIERNO		VERANO
			Octubre M2	Enero M3	Agosto M1	Octubre M2	Enero M3	Agosto M1
pH		6 a 8			6,6			7,2
Conductividad	µS/mm	200			41			27,4
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4	6,23	7,08	2,16	6,76	6,25	1,99
CIC	meq/100g	NA			8,01			9,52
Fosforo	ppm	NA			140,5			118,8
Potasio	cmol/kg	NA			0,035			0,027
Materia Orgánica	%	NA			1,84			1,23
Nitrógeno Total	%	NA			0,09			0,06
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	0,081	0,007	0,173	0,058	0,009	0,229
Azufre (elemental)	mg/kg	250	50	108	< 23	60	85	< 23
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1	1,25	2,5	0,25	0,25	2,5	1,5
Cadmio	mg/kg	0,5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Cobre	mg/kg	25	13,7	37,1	9,6	20,5	28,5	15,8
Cromo Total	mg/kg	54	3,2	2,1	1,5	4,9	1,9	3,1
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035	< 0,035
Mercurio	mg/kg	0,1	0,027	0,003	0,232	0,031	0,006	0,125
Vanadio	mg/kg	75	22	< 8,3	< 8,3	42,7	< 8,3	< 8,3
Cinc	mg/kg	60	22	45	17	22,5	38	17
Organoclorados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Organofosforados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Textura		NA		Franco			Franco arenoso	

Fuente: Análisis de Laboratorio de Química Agrícola y Suelos, y Química Ambiental.  
Elaborado por: E. Espín.

**TABLA 3.24**  
**CALIDAD DEL SUELO: COLLAQUÍ**

Parámetro	Unidad	Límite Permissible	COLLAQUÍ		
			INVIERNO		VERANO
			Octubre M2	Enero M3	Agosto M1
pH		6 a 8			6,8
Conductividad	µS/mm	200			22,2
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4	2,48	3,12	8,85
CIC	meq/100g	NA			6,72
Fosforo	ppm	NA			100,1
Potasio	cmol/kg	NA			0,034
Materia Orgánica	%	NA			1,83
Nitrógeno Total	%	NA			0,09
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	0,102	0,032	0,443
Azufre (elemental)	mg/kg	250	37,0	75,0	< 23
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1	1,0	1,25	1,25
Cadmio	mg/kg	0,5	< 2	< 2	< 2
Cobre	mg/kg	25	22,6	30,5	15,6
Cromo Total	mg/kg	54	5,5	1,5	3,1
Cianuro (libre)	mg/kg	0,9	< 0,035	< 0,035	< 0,035
Mercurio	mg/kg	0,1	0,019	0,008	0,189
Vanadio	mg/kg	75	24,5	< 8,3	< 8,3
Cinc	mg/kg	60	20,0	25,0	18,5
Organoclorados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Organofosforados	mg/kg	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Textura		NA		Franco	

Fuente: Análisis de Laboratorio de Química Agrícola y Suelos, y Química Ambiental.  
 Elaborado por: E. Espín.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Existen indicadores específicos de la calidad de agua para riego, en este trabajo se han analizado los siguientes (Cánovas, 1986).

##### 4.1.1 RIESGO DE SALINIZACIÓN

Se evalúa normalmente mediante la determinación de la Conductividad Eléctrica del agua (CE) y afecta a la disponibilidad de agua por el cultivo, para los problemas de salinización utilizando la Conductividad Eléctrica (CE) del agua. Se propone la escala de la tabla 4.1.

**TABLA 4.1**  
**RIESGO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

Conductividad Eléctrica		Contenido de sales disueltas mg/l o ppm
CE uS/cm	Riesgo	
0 – 250	Bajo	160
250 – 750	Medio	160 – 480
750 – 2250	Alto	480 – 1440
Más de 2250	Muy Alto	Mayor de 1440

Fuente: Cánovas J. (1986)

De los datos obtenidos en los muestreos realizados se obtienen los resultados que se observan en la tabla 4.2.

**TABLA 4.2**  
**RIESGO DE SALINIZACIÓN EN EL SECTOR**

Conductividad Eléctrica	Bocatoma	La Morita	El Arenal	Collaquí
M1 (uS/cm)	223,000	231,000	235,000	264,000
M2 (uS/cm)		224,000	247,000	250,000
M3 (uS/cm)		256,000	258,000	250,000
M4 (uS/cm)		339,000	333,000	334,000
M5 (uS/cm)		266,200	260,200	260,000
M6 (uS/cm)		300,500	294,100	293,300
$\bar{X}$ (uS/cm)		269,450	271,217	275,217
<b>RIESGO</b>	Bajo	Medio	Medio	Medio

Fuente: Resultados tabulados de análisis LABFIGEMPA (2013).

Elaborado por: J Calle; E Espín (2013).

Existe un riesgo bajo en la bocatoma, donde inicia el canal de riego, mientras que el sector de la Morita, el Arenal y Collaquí se tiene un riesgo de salinización medio. La CE va aumentando por efecto de aguas residuales que recolecta el canal de riego en su recorrido y aportes de las escorrentías de otras parcelas que fueron abonadas con fertilizantes.

#### 4.1.2 PROBLEMAS DE PERMEABILIDAD

La Relación de Absorción de Sodio (SAR), representa la posible influencia del  $Na^+$ , presente en el agua de riego, sobre el suelo: una elevada proporción de  $Na^+$  respecto a los iones  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  puede inducir cambios en los suelos, provocando degradación del mismo, pérdida de estructura y permeabilidad. La relación SAR se calcula con la fórmula (2.1). Ver tabla 4.3.

**TABLA 4.3**  
**RIESGO DE RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO**

SAR	RIESGO
0 – 10	Bajo
10 – 18	Medio
18 -26	Alto
Más de 26	Muy Alto

Fuente: Cánovas J. (1986)

Elaborado por: J Calle; E Espín (2013).

TABLA 4.4

## RIESGO DE LA RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO EN EL SECTOR

SAR	Bocatoma	La Morita	El Arenal	Collaquí
M1	0,7	1,0	0,5	0,8
M2		0,8	0,8	0,8
M3		0,2	0,2	0,2
M4		1,5	1,4	1,3
M5		0,7	0,7	0,8
M6		1,7	1,7	1,8
$\bar{X}$		0,9	0,8	0,8
<b>RIESGO</b>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: Resultados tabulados de análisis LABFIGEMPA (2012-2013).

Elaborado por: J Calle; E Espín (2013).

De acuerdo con Cánovas, altos niveles de SAR podría resultar un daño de la estructura del suelo y en problemas de infiltración de agua. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire. Cuando se tienen salinidad alta, menor será el efecto negativo del Sodio sobre la estructura del suelo. Así, cuando los niveles de Sodio en el suelo son altos en relación con el Calcio y el Magnesio, es decir el RAS es alto, lavar el suelo con agua de buena calidad sólo empeorará el problema. Ver tabla 4.4.

En la zona de estudio de acuerdo a los datos reportados el riesgo de pérdida de estructura y permeabilidad es bajo por lo que no existe un daño al suelo, ni impide la infiltración del agua.

Con los datos obtenidos de Conductividad Eléctrica (Salinidad) y relación de absorción de sodio RAS se elaboró el diagrama de Sodio y Salinidad, Gráfico 4.1 en el cual podemos observar que el agua de riego del ramal Chichipata, en los distintos muestreos realizados durante el estudio es un agua de buena calidad apta para el riego agrícola.

**SIGLAS:**

**MB1** = Muestreo Bocatoma 1

**MM1, MM2, MM3, MM4, MM5, MM6** = Muestreo Morita 1-6

**MMPROM** = Muestreo Morita Promedio

**MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6** = Muestreo Arenal1-6

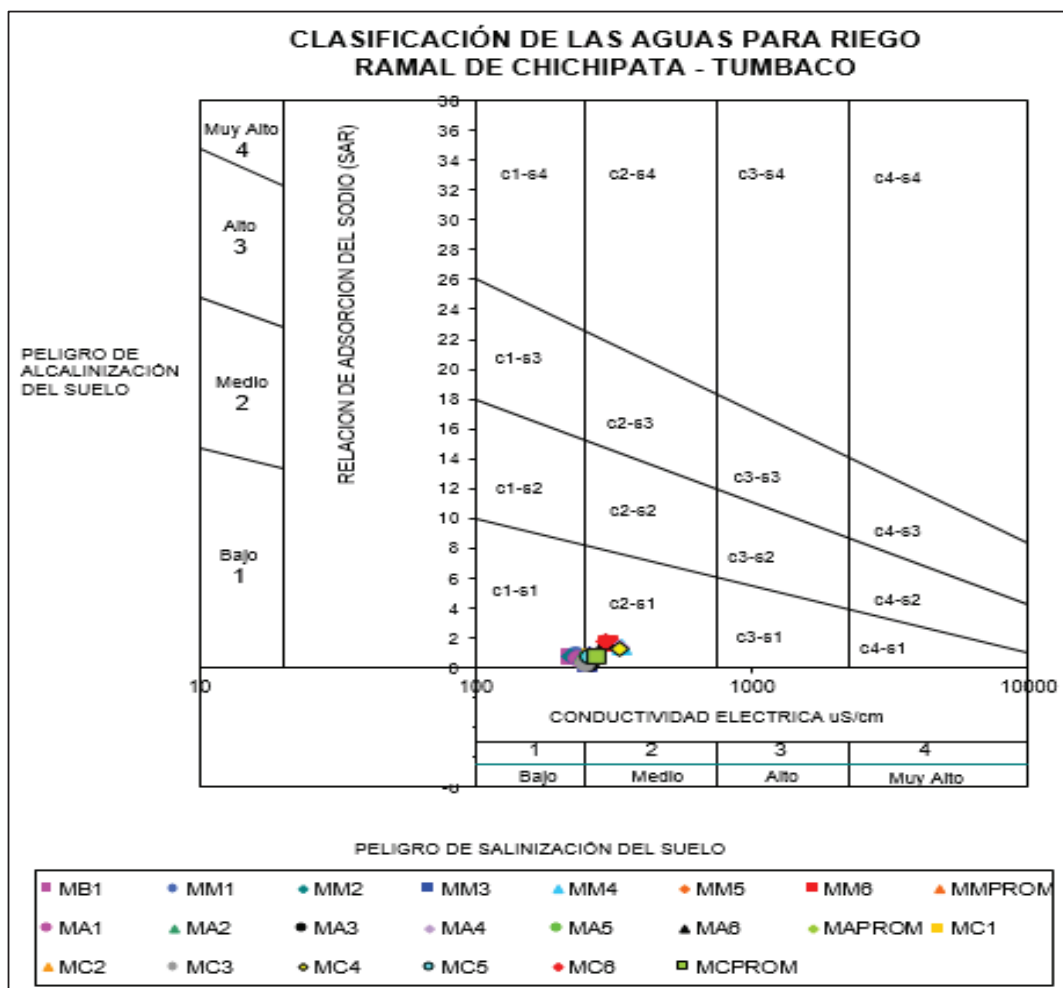
**MAPROM** = Muestreo Arenal Promedio

**MC1, MC2, MC3, MC4, MC5, MC6** = Muestreo Collaquí 1-6

**MCPROM** = Muestreo Collaquí Promedio

**GRÁFICO 4.1**

**PELIGRO DE SALINIZACIÓN DEL SUELO**



Fuente: Los resultados proporcionados por LABFIGEMPA (2012 -2013)

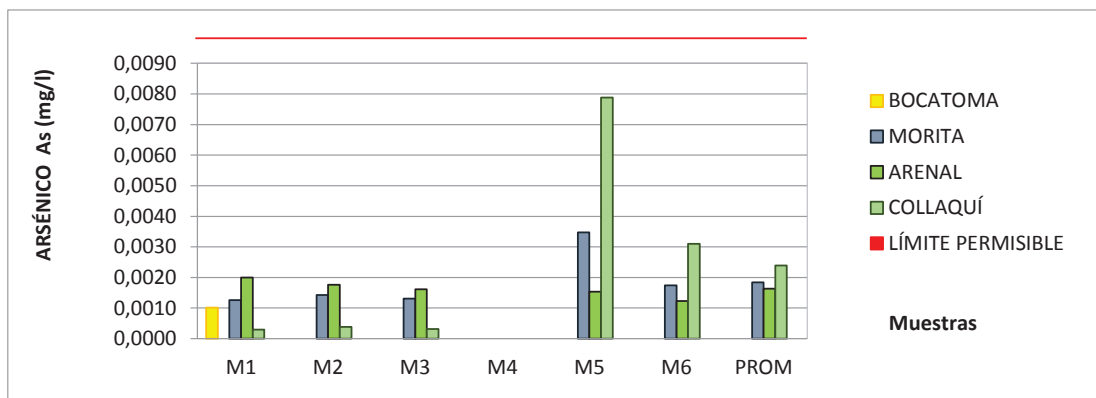
Elaborado por: J Calle; E Espín (2013)



## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS CON LOS CRITERIOS ADMISIBLES DE CALIDAD PARA AGUAS DE USO AGRÍCOLA

**GRÁFICO 4.2**

### CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO



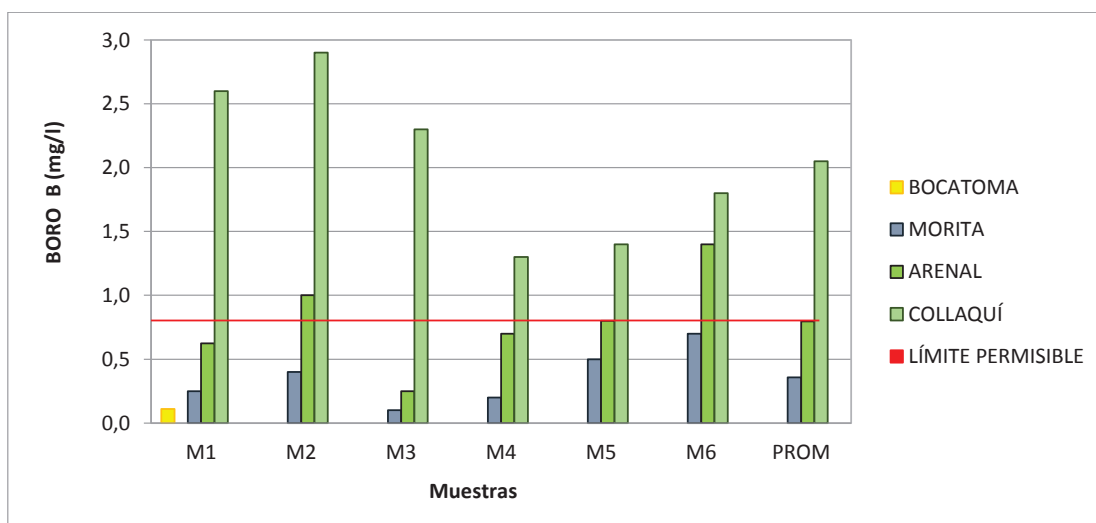
Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los valores reportados en el gráfico 4.2 no exceden el límite permisible de la normativa, la mayor concentración de Arsénico está en el quinto monitoreo del punto de muestreo Collaquí.

**GRÁFICO 4.3**

### CONCENTRACIÓN DE BORO



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

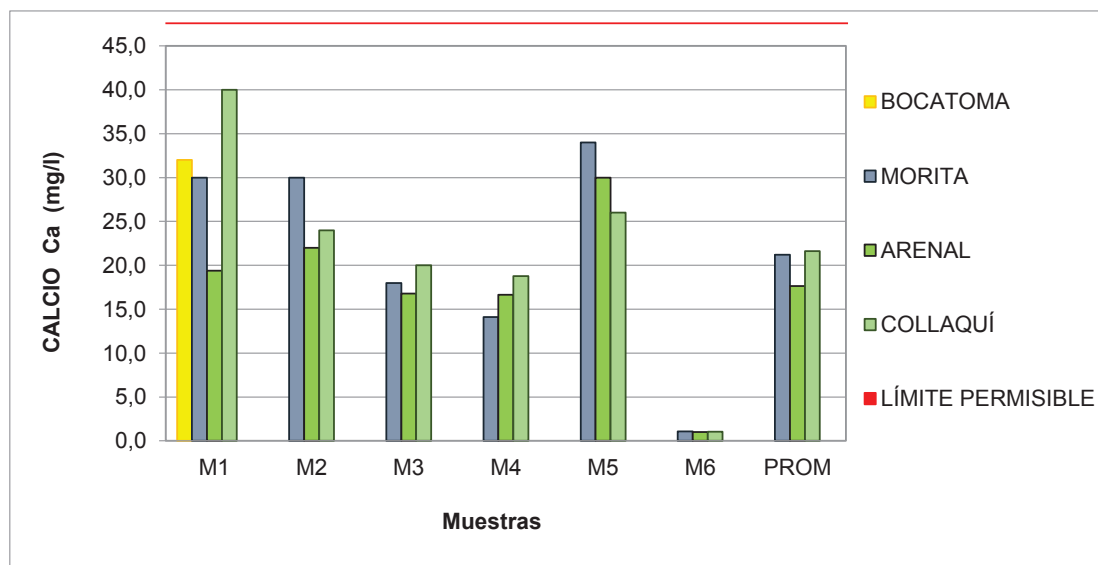
Se puede observar que los valores reportados exceden el límite permisible de la normativa, en el sector de Collaquí.

De acuerdo a la tolerancia al Boro en los cultivos, en el primer punto de muestreo que es en la Morita que tiene valores de  $< 0,250$  mg/l no se puede sembrar mora, el Arenal  $0,625$  mg/l no se puede sembrar durazno, uva, cebolla, ajo, camote, trigo, cebada, girasol, frutillas, alcachofas, porotos; en Collaquí  $2,60$  mg/l no se pueden sembrar los anteriores incluyendo lechuga, repollo, apio, avena, maíz, alcachofa, tabaco, trébol, calabaza. Ver gráfico 4.3.

Las fuentes probables de aporte de Boro en el agua de riego del área de estudio son las aguas residuales de Sangolquí y la Merced que pueden contener boro, resultante del uso de compuestos utilizados como agentes limpiadores como Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y Ácido Bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) y en el ramal Chichipata la utilización fertilizantes y herbicidas que pueden tener impurezas de borato.

En el barrio de Collaquí una fuente adicional puede ser la cantera que se encuentra al lado oeste del área de estudio aproximadamente a 2 Km.

**GRÁFICO 4.4**  
**CONCENTRACIÓN DE CALCIO**

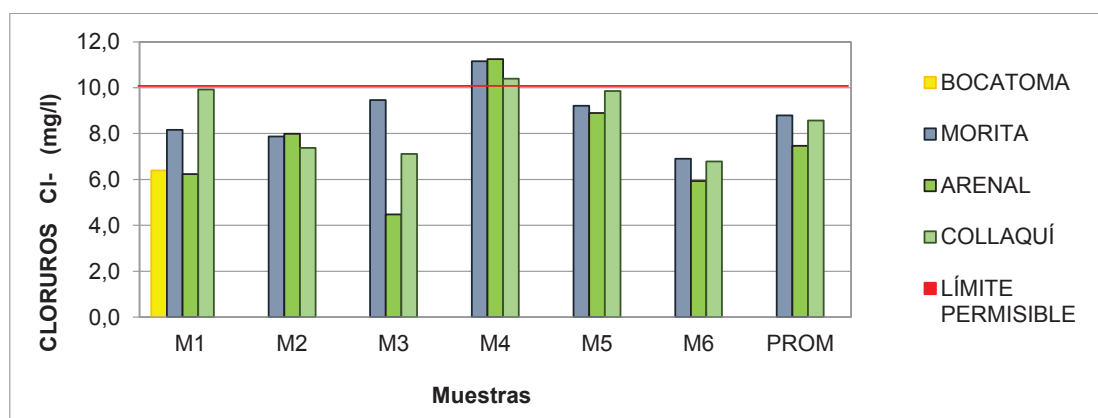


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los valores reportados no exceden el límite establecido por la FAO en Estudio **FAO** Riego y Drenaje n. 29., la mayor concentración de Calcio está en el primer monitoreo del punto de muestreo Collaquí. Ver gráfico 4.4.

**GRÁFICO 4.5**  
**CONCENTRACIÓN DE CLORUROS**

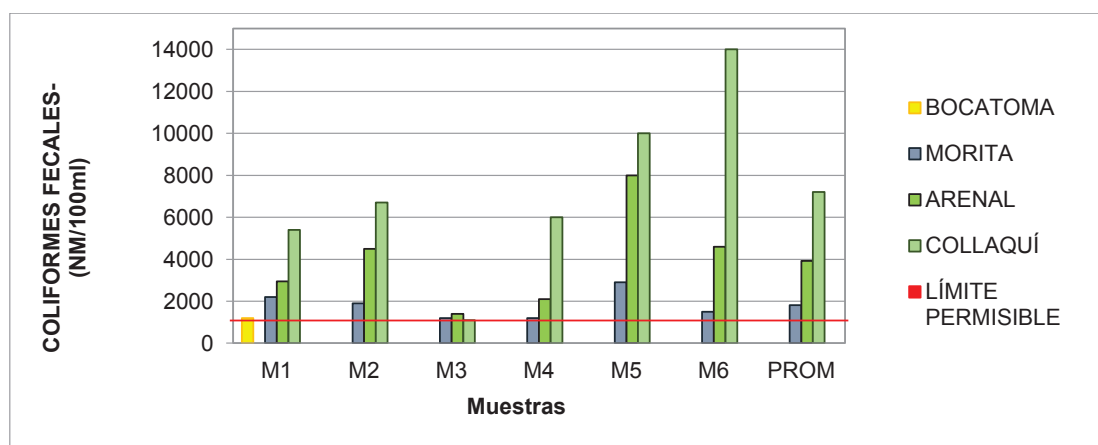


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los valores reportados no exceden el límite establecido por los criterios de calidad de aguas para uso en riego de Chile, solamente en el muestro M4 se observa una pequeña excedencia. Ver gráfico 4.5.

**GRÁFICO 4.6**  
**CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES**



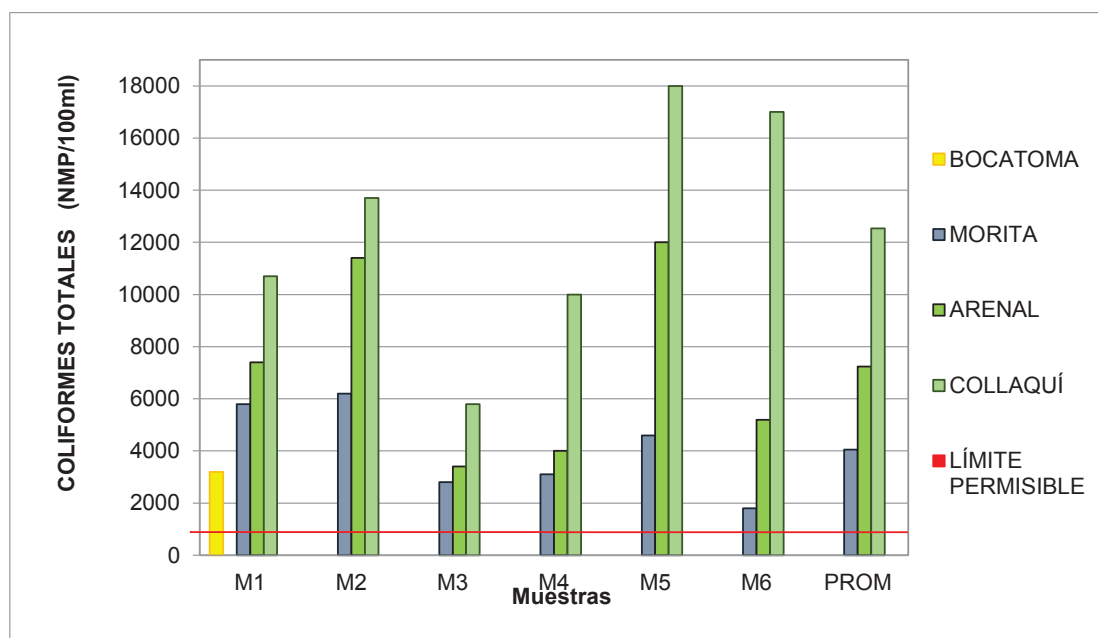
Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Se excede el límite permisible de la normativa, la mayor concentración de Coliformes fecales está en el sexto monitoreo del punto de muestreo Collaquí. Ver gráfico 4.6.

Son los principales indicadores de contaminación biológica en agua, para su uso en riego de hortalizas, el número de Coliformes fecales supera a las 1000 NMP/100 ml en el área del proyecto. Ver gráfico 4.7.

**GRÁFICO 4.7**  
**CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES**



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

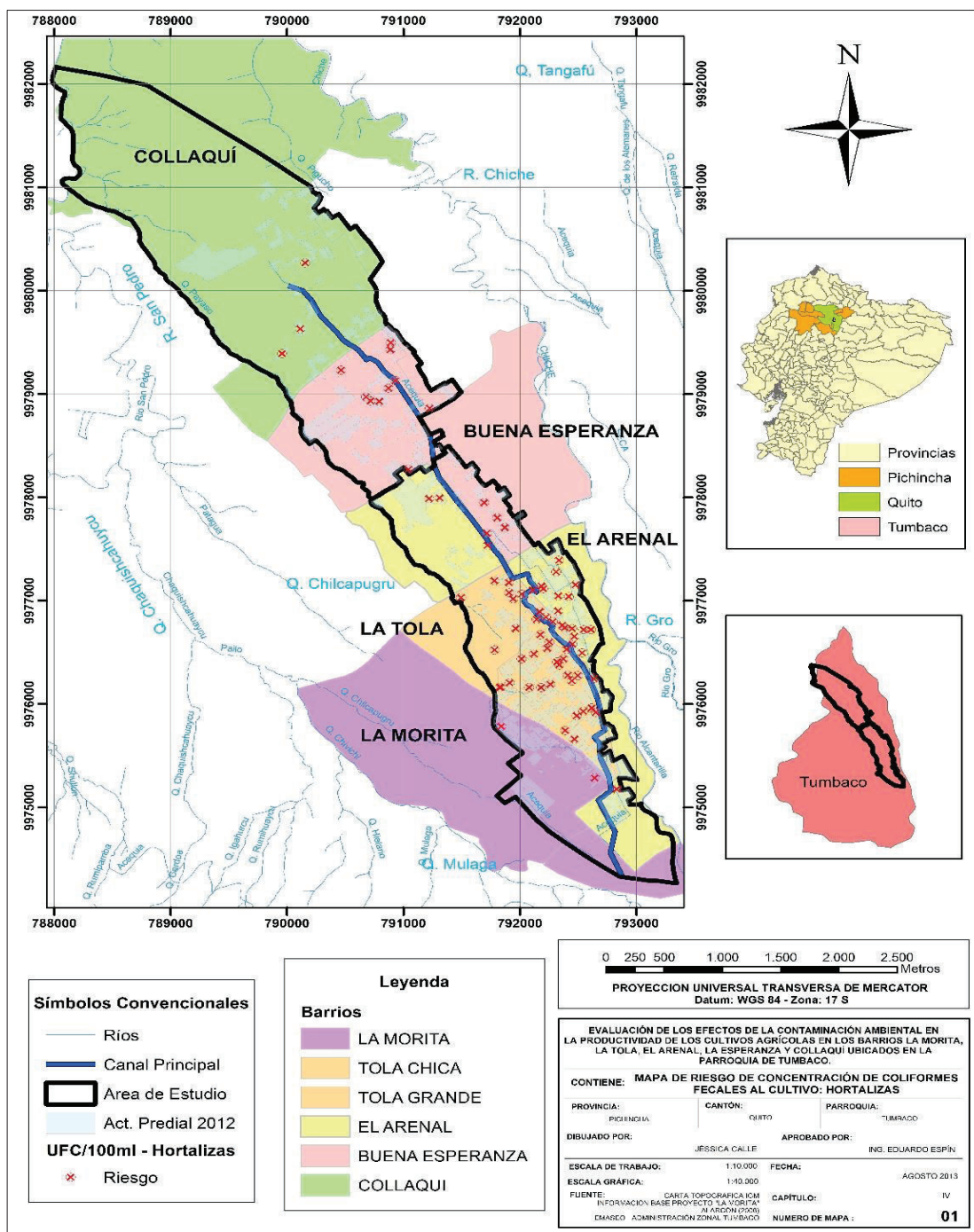
Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Excede el límite permisible de la normativa, la mayor concentración de coliformes totales está en el quinto monitoreo del punto de muestreo Collaquí.

En relación a los valores de Coliformes que se encontraron en las aguas analizadas del ramal Chichipata son indicadores de contaminación de tipo biológico lo que conlleva un riesgo a la salud pública al momento de consumir los productos crudos como es el caso de las hortalizas que se cultivan en el sector y frutillas. Ver mapa 4.1.

MAPA 4.1

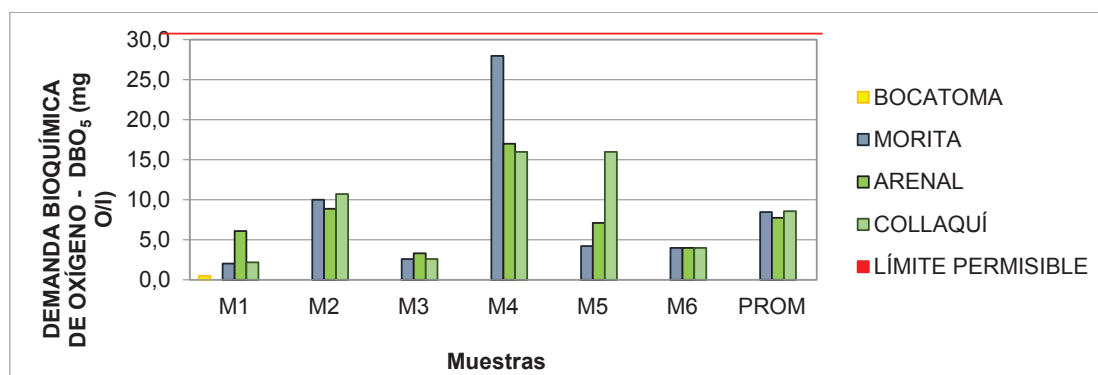
RIESGO A HORTALIZAS POR CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES



Elaborado por: E. Espín; J Calle (2013).

Existe riesgo en todos los sembríos de hortalizas y legumbres por la concentración de Coliformes fecales en el área de estudio.

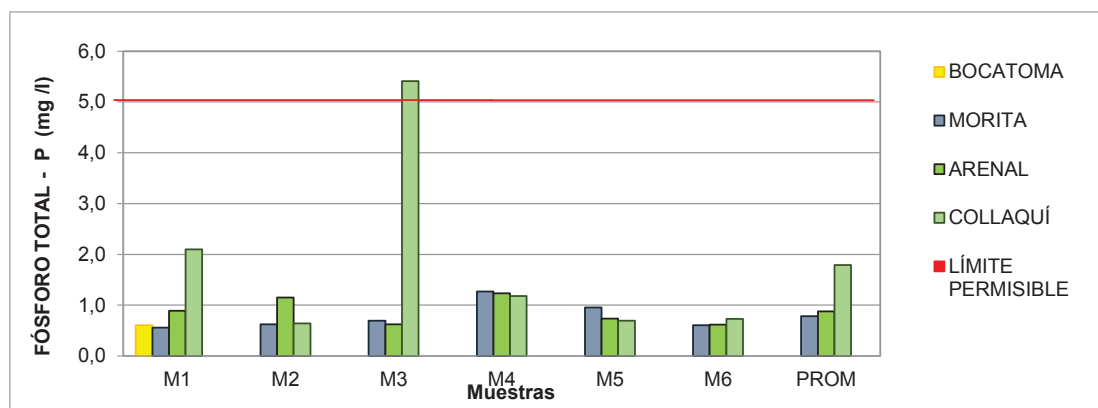
**GRÁFICO 4.8**  
**CONCENTRACIÓN DE DBO<sub>5</sub>**



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).  
Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

No excede el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29, la mayor concentración de DBO<sub>5</sub> es en el cuarto monitoreo del punto de muestreo La Morita. Ver gráfico 4.8.

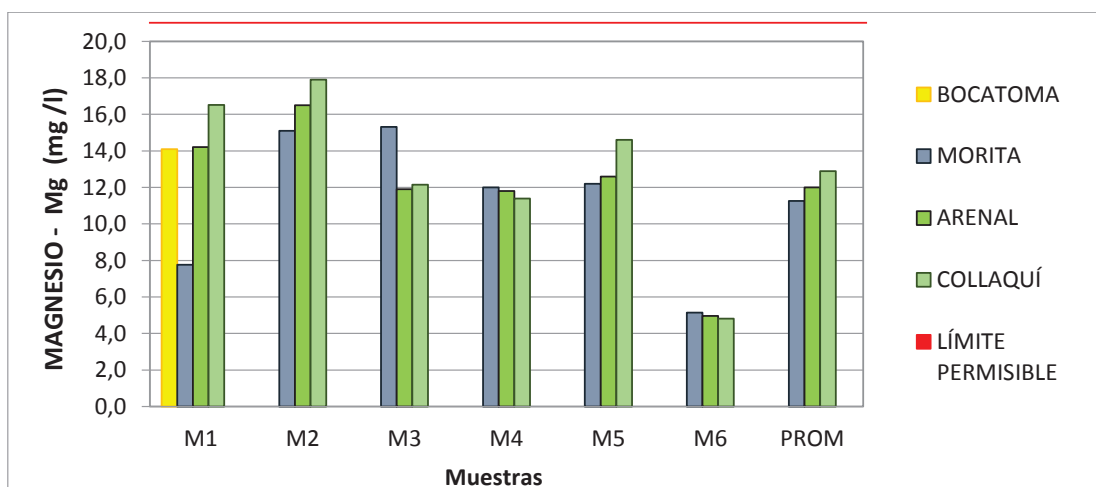
**GRÁFICO 4.9**  
**CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO TOTAL**



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).  
Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados obtenidos en el tercer monitoreo en el punto de muestreo - Collaquí, excede el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29. Ver gráfico 4.9.

**GRÁFICO 4.10**  
**CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO**

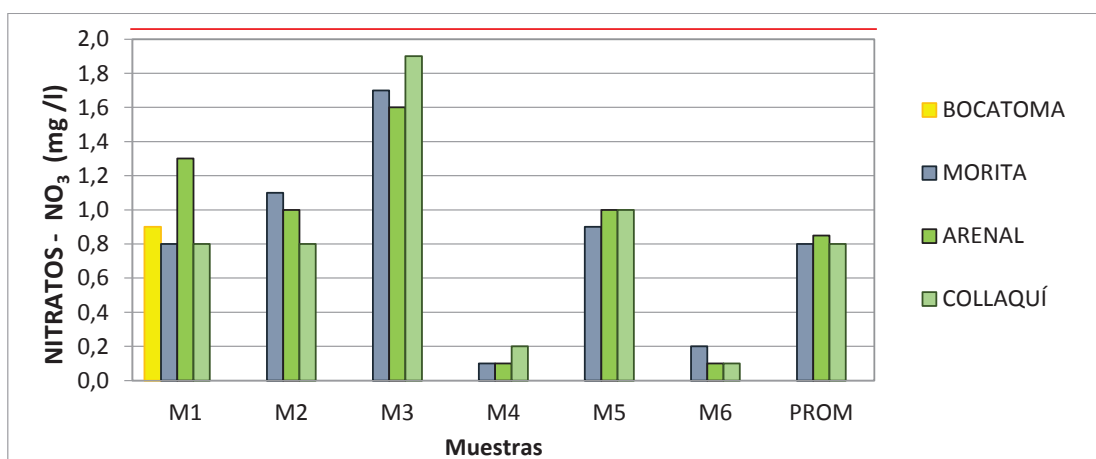


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados no exceden el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29. Ver gráfico 4.10.

**GRÁFICO 4.11**  
**CONCENTRACIÓN DE NITRATOS**

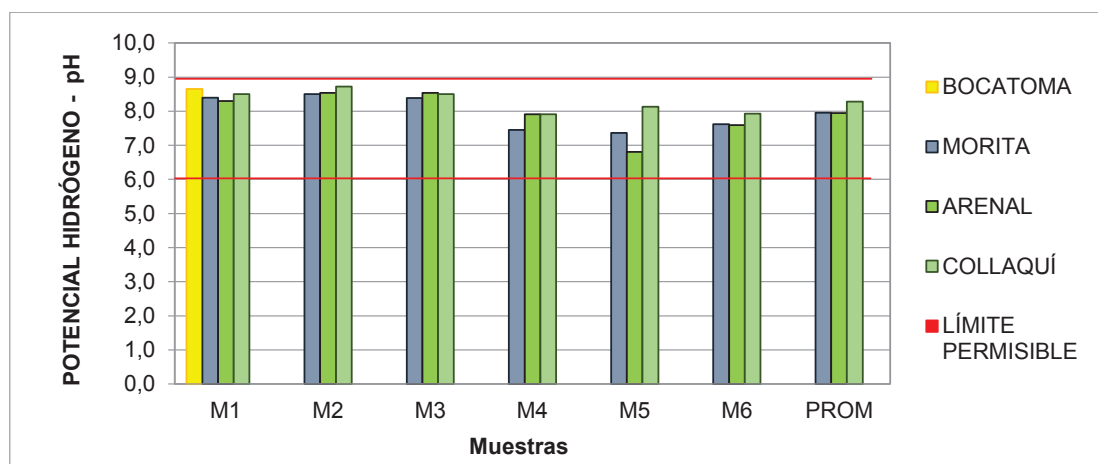


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados no exceden el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29. Ver gráfico 4.11.

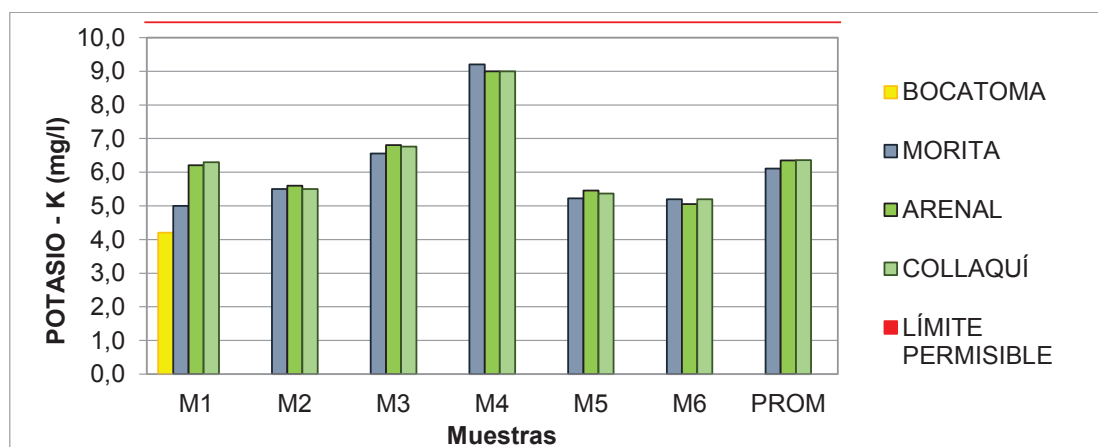
**GRÁFICO 4.12**  
**POTENCIAL HIDRÓGENO**



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).  
Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los valores de pH reportados **no** exceden los límites permisibles establecidos en la normativa, los mayores valores de pH se observan en las muestras de sector de Collaquí. Ver gráfico 4.12.

**GRÁFICO 4.13**  
**CONCENTRACIÓN DE POTASIO**

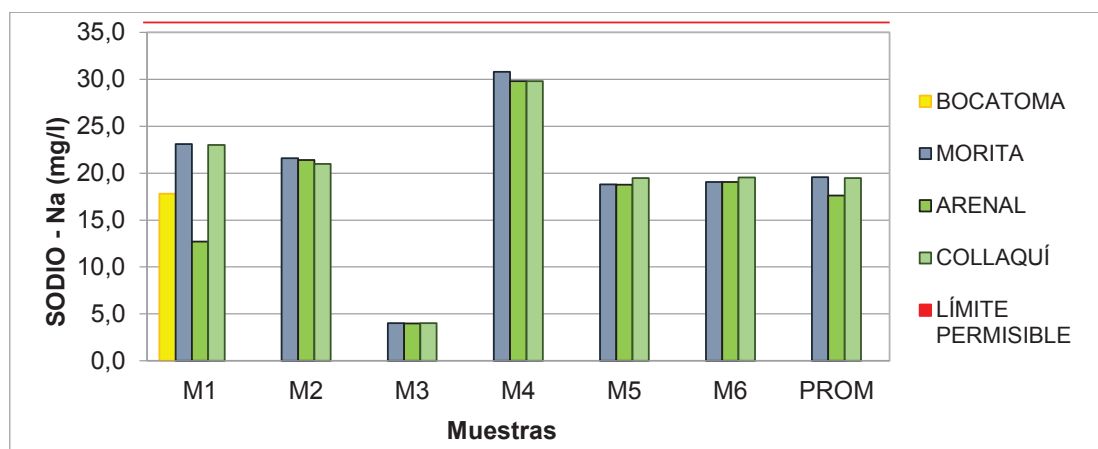


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).  
Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados no exceden el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29. Ver gráfico 4.13.



**GRÁFICO 4.14**  
**CONCENTRACIÓN DE SODIO**

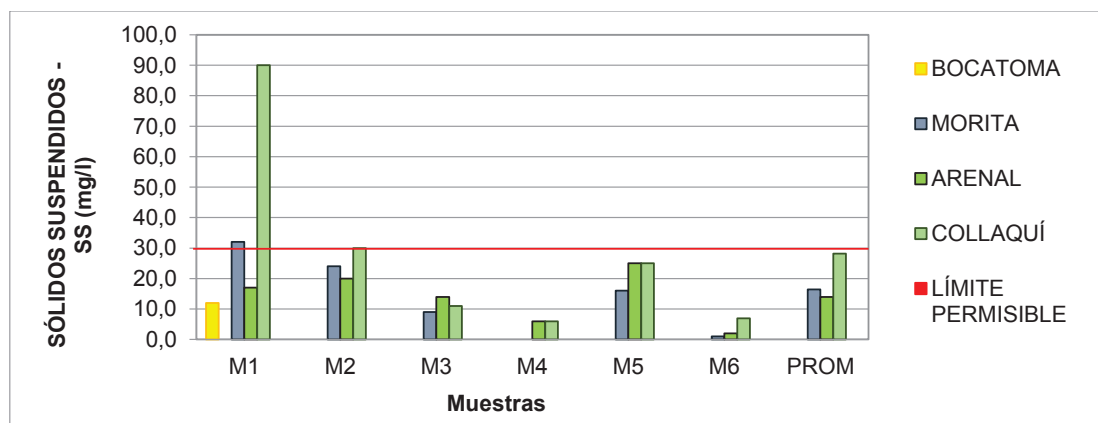


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados no exceden el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29. Ver gráfico 4.14.

**GRÁFICO 4.15**  
**CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS**

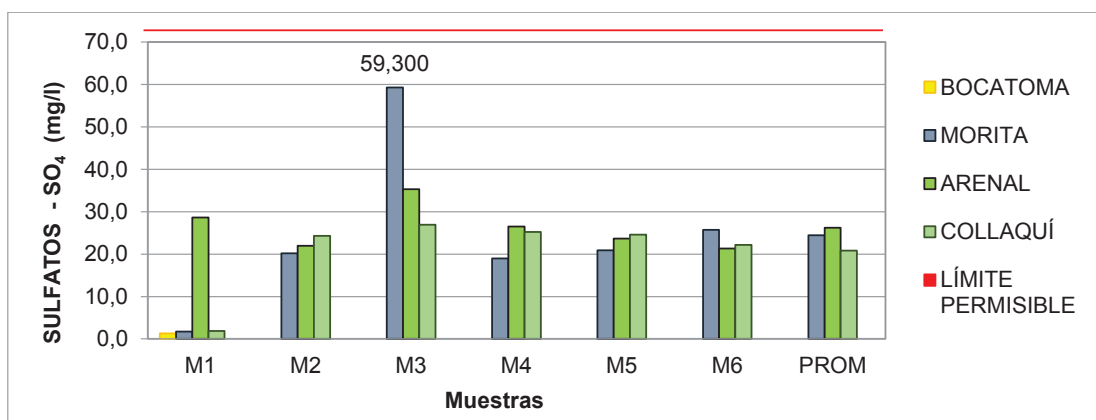


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los datos reportados no exceden el límite permisible establecido por la FAO en Estudio FAO Riego y Drenaje n. 29., la mayor concentración de Sólidos Suspendidos se obtuvo en el primer monitoreo del punto de muestreo Collaquí. Ver gráfico 4.15.

**GRÁFICO 4.16**  
**CONCENTRACIÓN DE SULFATOS**

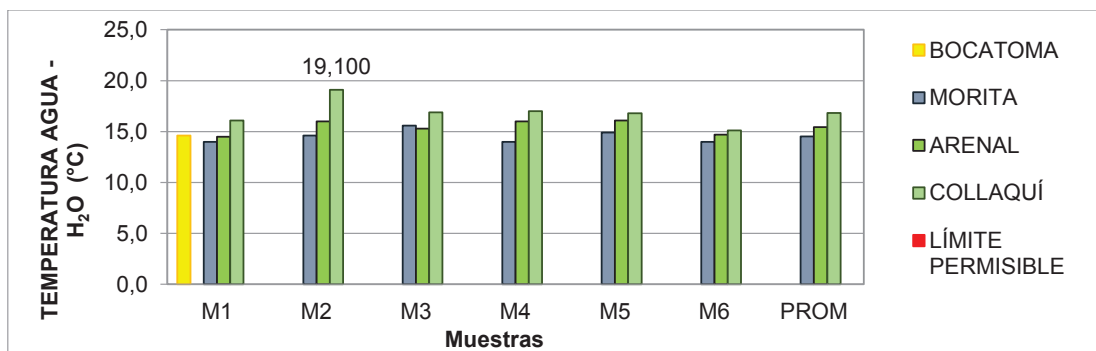


Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

Los valores reportados no exceden el límite establecido por los criterios de calidad de aguas para uso en riego Chile, la mayor concentración de Sulfatos se obtuvo en el tercer monitoreo del punto de muestreo la Morita. Ver gráfico 4.16.

**GRÁFICO 4.17**  
**TEMPERATURA DEL AGUA**



Fuente: Análisis LABFIGEMPA (2012 – 2013).

Elaborado por: E. Espín; J. Calle (2013).

La temperatura del agua se observa tiene un incremento en el sector de Collaquí. Ver gráfico 4.17.

En lo relacionado con la presencia de metales pesados en el agua de riego, los valores reportados de Cadmio, Cobre, Cromo y Plomo están por debajo de la

norma, los valores reportados de Mercurio están dados por los límites de precisión y exactitud del equipo de medición, por lo que no hay la certeza del cumplimiento de la norma.

### 4.3 ANÁLISIS RESULTADOS CALIDAD DEL AIRE

Los datos reportados por los análisis de laboratorio de las diferentes muestras nos permiten realizar representaciones gráficas para evaluar los resultados obtenidos con las concentraciones permisibles por la normativa.

#### 4.3.1 DIÓXIDO DE AZUFRE

**TABLA 4.5**

**RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) EN μG/m<sup>3</sup>**

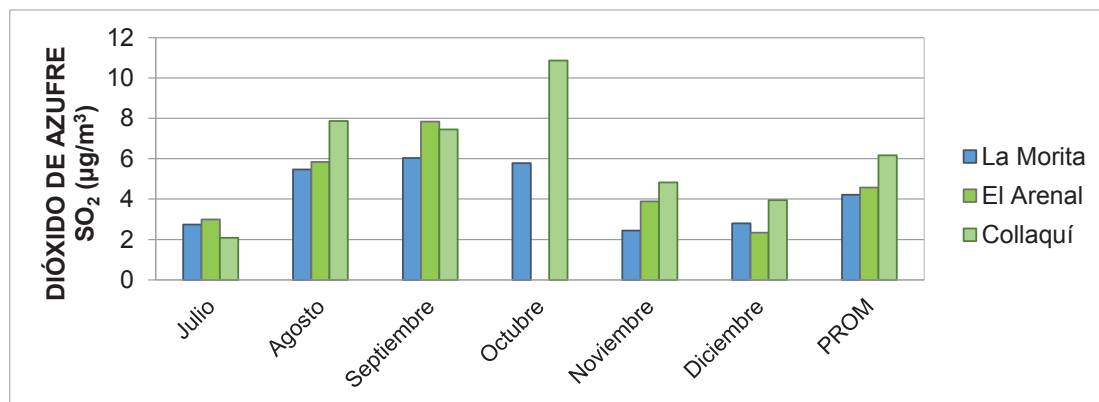
Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROM
La Morita	2,739	5,472	6,028	5,784	2,436	2,800	4,210
El Arenal	2,994	5,846	7,829	-	3,880	2,330	4,576
Collaquí	2,077	7,860	7,452	10,866	4,830	3,940	6,171

Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín; S. Veloz (2013)

**GRÁFICO 4.18**

**CONCENTRACIONES DE SO<sub>2</sub>**



Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín, S. Veloz (2013)

Los datos reportados de concentración de SO<sub>2</sub> se puede observar que en el periodo de invierno disminuyen (noviembre, diciembre), las mayores concentraciones de SO<sub>2</sub> se han reportado en el punto de muestreo del barrio de Collaquí. Ver tabla 4.5 y gráfico 4.18.

No existe en el país normativa de calidad de aire para cultivos y vegetación en general, al realizar una comparación de los valores de concentración obtenidos en los muestreos con la norma chilena para cultivos agrícolas que es de 80µg/m<sup>3</sup> se observa que los niveles de SO<sub>2</sub> están muy por debajo de esta norma.

#### 4.3.2 DIÓXIDO DE NITRÓGENO

**TABLA 4.6**

**RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>) EN µG/m<sup>3</sup>**

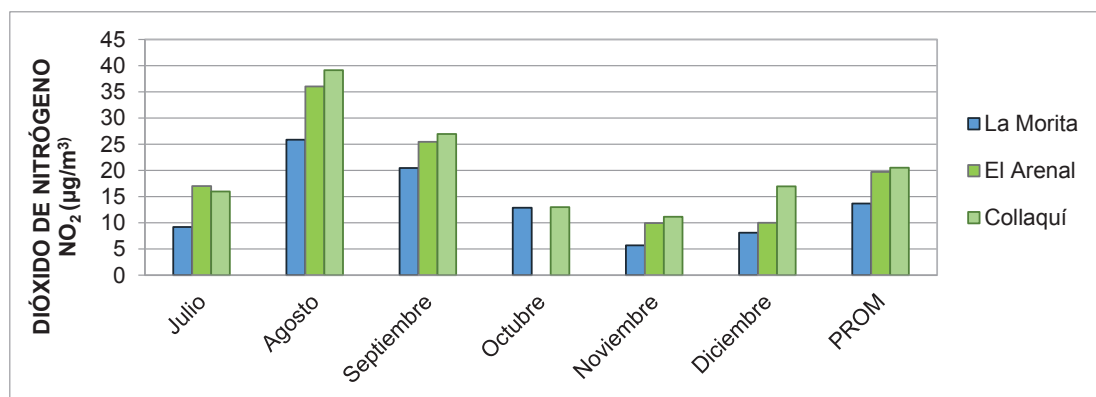
Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROM
La Morita	9,176	25,820	20,442	12,844	5,680	8,100	13,677
El Arenal	16,965	36,028	25,415	-	9,940	10,000	19,670
Collaquí	15,976	39,107	26,950	12,959	11,130	16,950	20,512

Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín; S. Veloz (2013)

#### GRÁFICO 4.19

**CONCENTRACIONES DE NO<sub>2</sub>**



Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E Espín. S Veloz (2013)

En el gráfico 4.19 y tabla 4.6 se observa que las concentraciones más altas de NO<sub>2</sub> se presentaron en la época de verano (julio a septiembre) y en la época de invierno existe una disminución de las concentraciones (octubre a diciembre), en todos los puntos de muestreo.

No existe en el país normativa secundaria de calidad de aire para cultivos y vegetación en general, al realizar una comparación de los valores de concentración de NO<sub>2</sub> obtenidos en los muestreos con la norma de calidad que es de 40µg/m<sup>3</sup> se observa que los sectores del Arenal y Collaquí en el mes de agosto están cerca al valor dado por la norma, el promedio de los seis meses de todo el sector está por debajo de esta norma.

### 4.3.3 OZONO

**TABLA 4.7**

**RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO (O<sub>3</sub>) EN µG/m<sup>3</sup>**

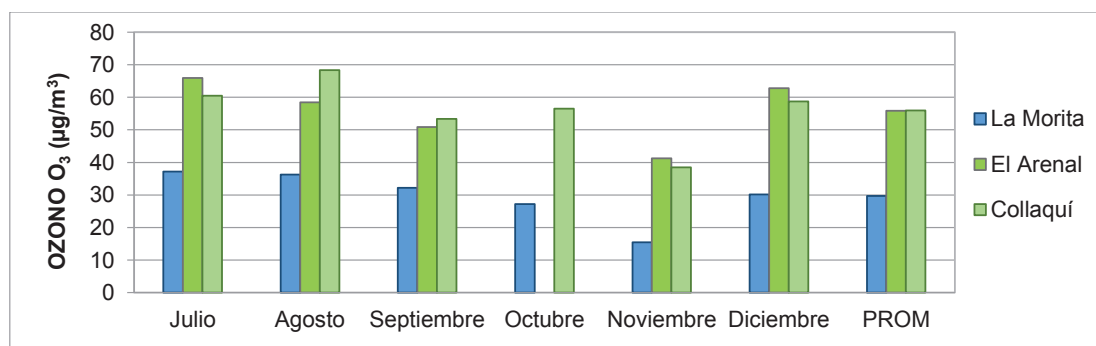
Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROM
La Morita	37,222	36,218	32,19	27,2	15,435	30,127	29,732
El Arenal	65,899	58,402	50,837	-	41,293	62,805	55,8472
Collaquí	60,46	68,382	53,388	56,5	38,517	58,696	55,9905

Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín; S. Veloz (2013)

**GRÁFICO 4.20**

**CONCENTRACIONES DE O<sub>3</sub>**



Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ

Elaborado por: E. Espín, S Veloz (2013)

De los datos reportados en la tabla 4.7 y gráfico 4.20, se observa que la concentración de O<sub>3</sub> en el sector de la Morita presenta valores más bajos que los reportados en los sectores del Arenal y Collaquí, en los cuales hay más influencia del tráfico automotor, En los meses de julio, agosto que son de época de verano y en el mes de diciembre en el cual aumenta el tráfico automotor se presentaron las concentraciones de O<sub>3</sub> más altas, en los meses de septiembre, octubre y noviembre en los cuales se presentaron las lluvias, se observa que las concentraciones de O<sub>3</sub> disminuyen.

No existe en el país normativa de calidad de aire para cultivos y vegetación en general, al realizar una comparación de los valores de concentración de O<sub>3</sub> obtenidos en los muestreos con la norma de calidad de aire vigente en el país que indica que la máxima concentración de Ozono, obtenida mediante muestra continua en un periodo de ocho horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cubico 100µg/m<sup>3</sup> se observa que el promedio de los seis meses de todo el sector está por debajo de esta norma.

#### 4.3.4 PARTÍCULAS SEDIMENTABLES

**TABLA 4.8**

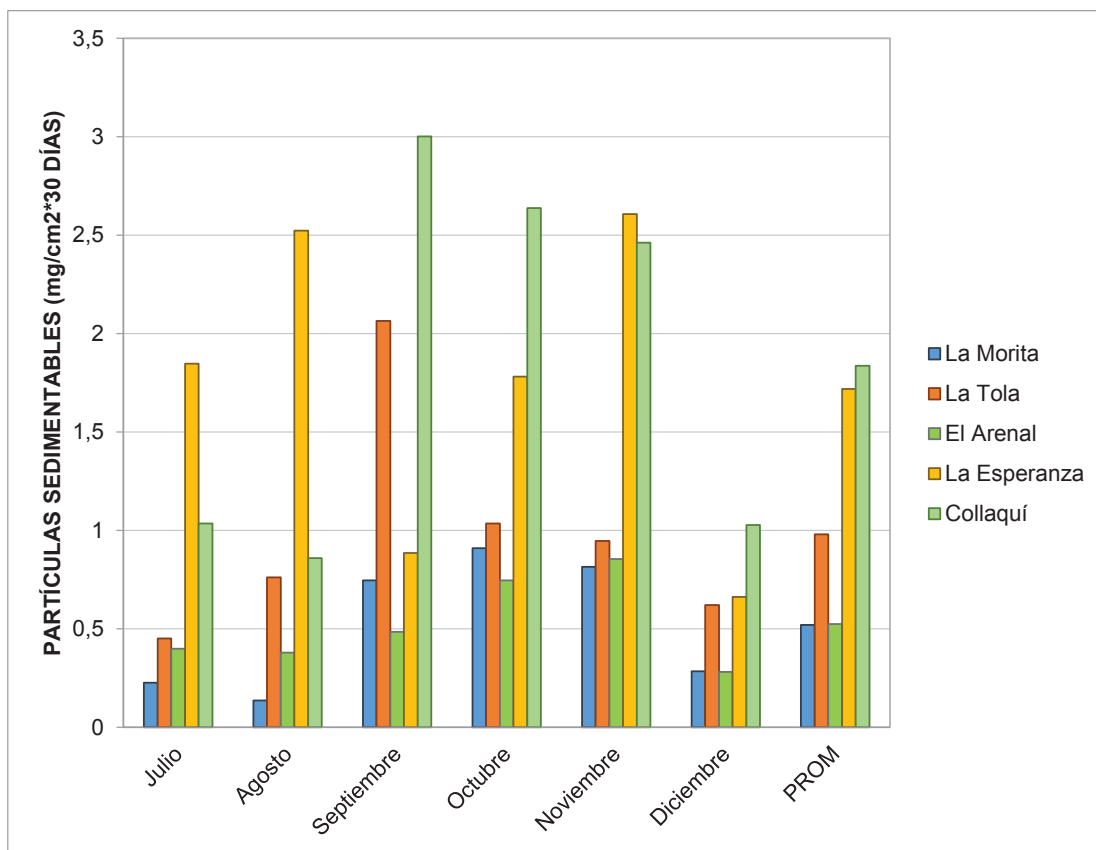
**RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (mg/cm<sup>2</sup>30 días)**

Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROM
La Morita	0,226	0,137	0,747	0,910	0,815	0,284	0,520
La Tola	0,451	0,762	2,064	1,036	0,946	0,621	0,980
El Arenal	0,399	0,380	0,485	0,747	0,855	0,282	0,525
La Esperanza	1,847	2,523	0,885	1,781	2,607	0,663	1,718
Collaquí	1,036	0,859	3,001	2,638	2,462	1,027	1,837

Fuente: Análisis de LABFIGEMPA

Elaborado por: E Espín. S Veloz (2013)

**GRÁFICO 4.21**  
**CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES**



Fuente: Análisis de laboratorio de la Secretaria de Ambiente DMQ  
 Elaborado por: E Espín. S Veloz (2013)

De los valores reportados se observa que las concentraciones de Partículas Sedimentables en los sectores de la Morita, la Tola y el Arenal se encuentran por debajo de  $1\text{ mg/cm}^2\cdot 30$  días, mientras que en los sectores de la Esperanza y Collaquí se supera este valor. En estos sectores hay un mayor tráfico vehicular.

No existe en el país normativa de calidad de aire para cultivos y vegetación en general, al realizar una comparación de los valores de concentración de las Partículas Sedimentables reportadas con los valores de un estudio realizado por la Sociedad Química Minera de Chile, para establecer daños a la vegetación que es de  $1.5\text{ mg/cm}^2\cdot 30$  días, se observa que el promedio de los seis meses de las concentraciones de Partículas Sedimentables en los sectores de Esperanza y Collaquí están superando esta norma.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS POR LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA DE TUMBACO

De acuerdo a los datos proporcionados por la estación automática localizada en la zona urbana de Tumbaco para el año 2012 las concentraciones de SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y partículas sedimentables para el periodo en el cual se realizó el monitoreo pasivo se indican en la tabla 4.9:

**TABLA 4.9**  
**DATOS DE LA ESTACIÓN AUTOMÁTICA DE TUMBACO**

Parámetro	Unidad	Año	Período 2012					
			Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2012	3,64	5,02	3,89	2,32	2,64	6,50
O <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>	2012	44,98	55,59	64,34	59,79	53,94	50,46
Partículas Sedimentables	mg/cm <sup>2</sup> *30 días	2012	0,41	0,15	0,15	1,83	1,14	1,66

Fuente: Secretaría del Ambiente

Elaborado por: E. Espín, S. Veloz (2013)

La comparación de los datos proporcionados por la estación automática de Tumbaco, con los del método pasivo utilizados en este trabajo, permite establecer que los datos obtenidos por el método pasivo tienen una tendencia similar a lo largo del tiempo en los puntos de muestreo, lo que validan los datos obtenidos por el método pasivo.

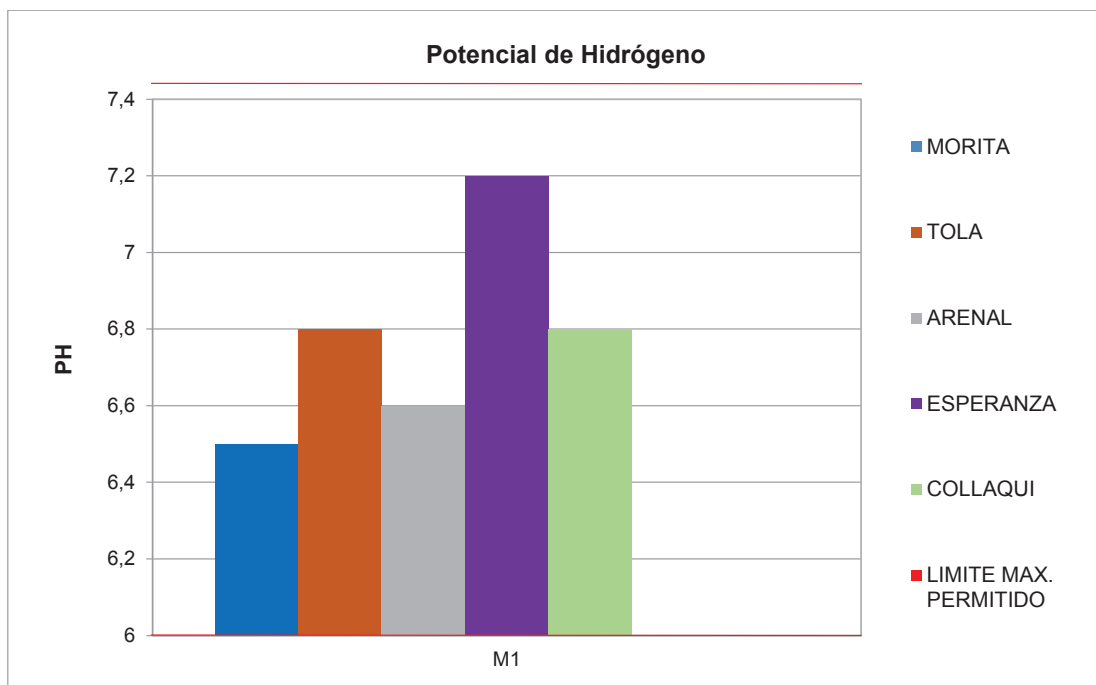
### 4.4 ANÁLISIS RESULTADOS CALIDAD DEL SUELO

Los datos obtenidos de los análisis de laboratorio de las diferentes muestras permiten realizar representaciones gráficas para evaluar los resultados obtenidos con las concentraciones permisibles por la norma vigente.



#### 4.4.1 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES AGROLÓGICAS DEL SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO

**GRÁFICO 4.22**  
**VARIACIÓN DEL pH EN SUELO**

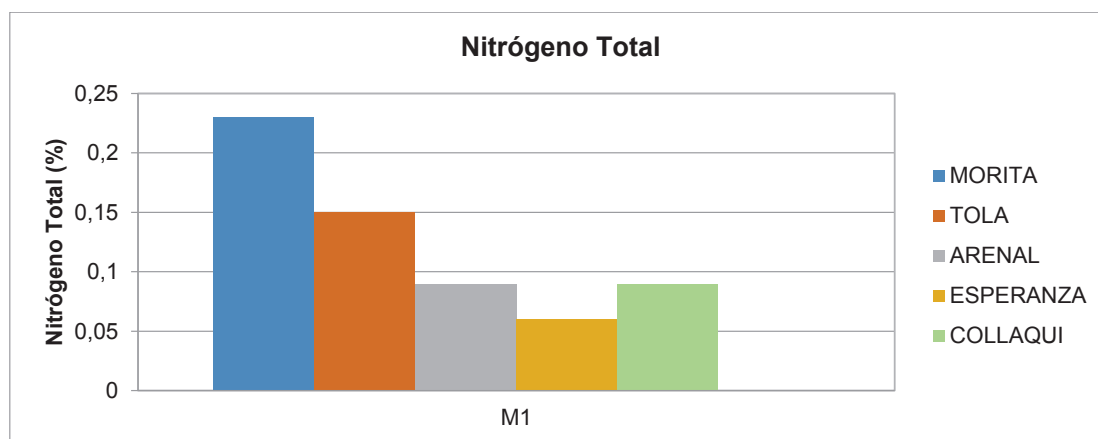


Fuente: Análisis de laboratorio suelos  
Elaborado por: E Espín

En el gráfico 4.22 se observa la variación del pH en el suelo del sector de estudio. Los valores reportados indican que, en los sectores de la Morita, la Tola, el Arenal y Collaquí se tiene un pH ligeramente ácido y en la Esperanza el pH es ligeramente alcalino.

El valor ligeramente ácido del suelo puede ser causado por el uso inadecuado de abonos orgánicos. Los residuos de la actividad orgánica son de naturaleza ácida, esto implica que van a existir aportaciones ácidas que van a variar en el pH del suelo.

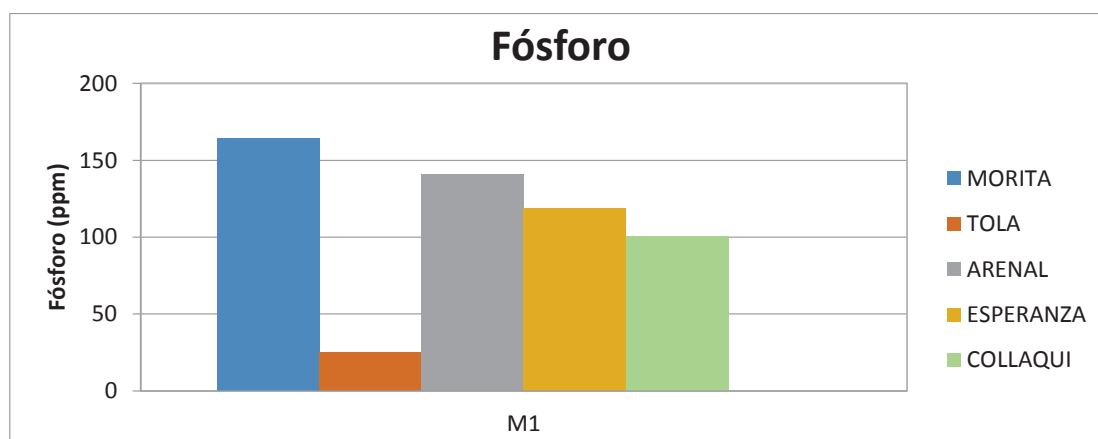
En el rango del pH que se presenta en el sector de estudio se desarrolla cualquier tipo de cultivo.

**GRÁFICO 4.23****CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL EN SUELO**

Fuente: Análisis de laboratorio suelos

Elaborado por: E Espín

La concentración de Nitrógeno Total reportada en el gráfico 4.23 indica que los valores son bajos en la Morita y la Tola y muy bajos en el Arenal, Collaquí y la Esperanza.

**GRÁFICO 4.24****CONCENTRACIÓN DEL FÓSFORO EN SUELO**

Fuente: Análisis de laboratorio suelos

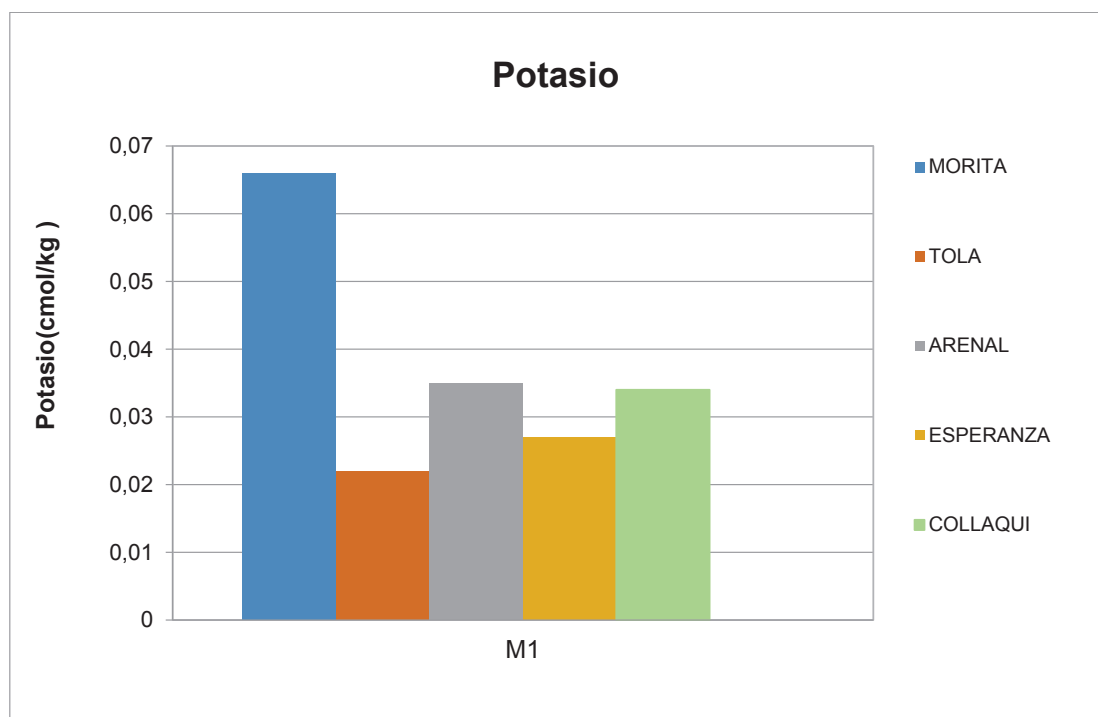
Elaborado por: E Espín

En el gráfico 4.24 se observa que se tienen valores muy altos de concentración de Fósforo en la Morita, el Arenal, Collaquí y la Esperanza mientras que en la Tola se tiene un valor alto.

El rango de pH (6,5 – 7,2) del área de estudio contribuye a una fijación de Fósforo al suelo alta, pues la movilidad del Fósforo en el suelo es muy corto y lento por lo que al aplicar abonos orgánicos como los purines que tienen un alto contenido de Fósforo éste se va acumulando.

Altas concentraciones de Fósforo pueden disminuir la absorción de algunos micronutrientes en los cultivos como es el caso del Cinc que no es asimilado por la planta en altas concentraciones de Fósforo.

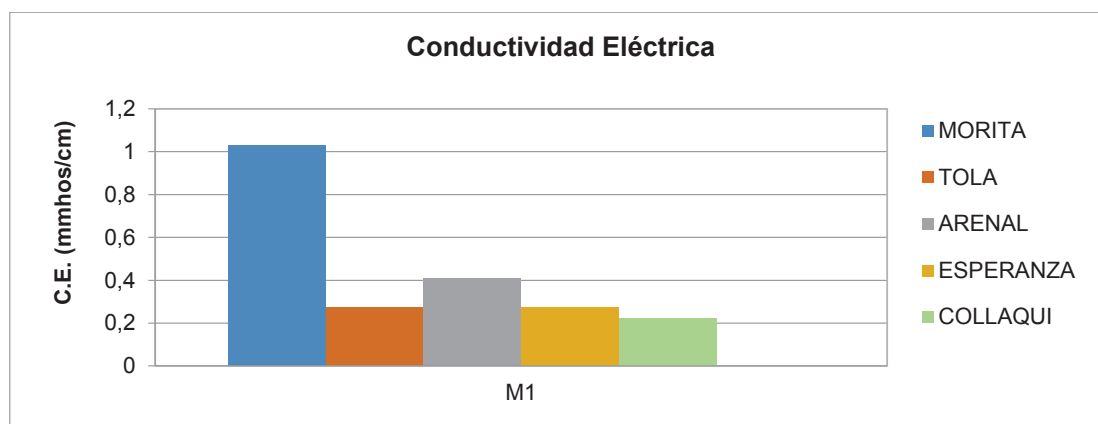
**GRÁFICO 4.25**  
**CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio suelos

Elaborado por: E Espín

En el caso del Potasio, en el gráfico 4.25 se evidencia valores muy altos en el sector de la Morita y valores altos en los demás sectores. El Potasio debido a su gran movilidad, actúa en la planta como un agente neutralizante de los ácidos orgánicos resultantes de metabolismo de esta, asegurando así un balance del potencial hidrógeno y una mejor productividad.

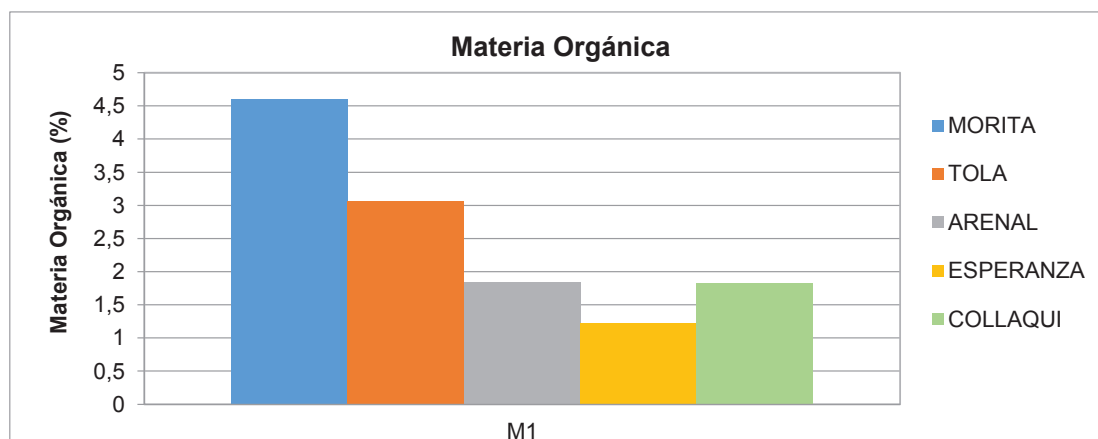
**GRÁFICO 4.26****VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SUELO**

Fuente: Análisis de laboratorio suelos

Elaborado por: E Espín

En cuanto a los valores de Conductividad Eléctrica, estos indican en el gráfico 4.26 que el suelo es no salino. El mayor valor de Conductividad Eléctrica se observa en el sector de la Morita.

Un incremento de las sales en el suelo aumenta la Conductividad Eléctrica y se hace más difícil para las raíces de las plantas absorber agua, obstaculizando su crecimiento.

**GRÁFICO 4.27****VARIACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN SUELO**

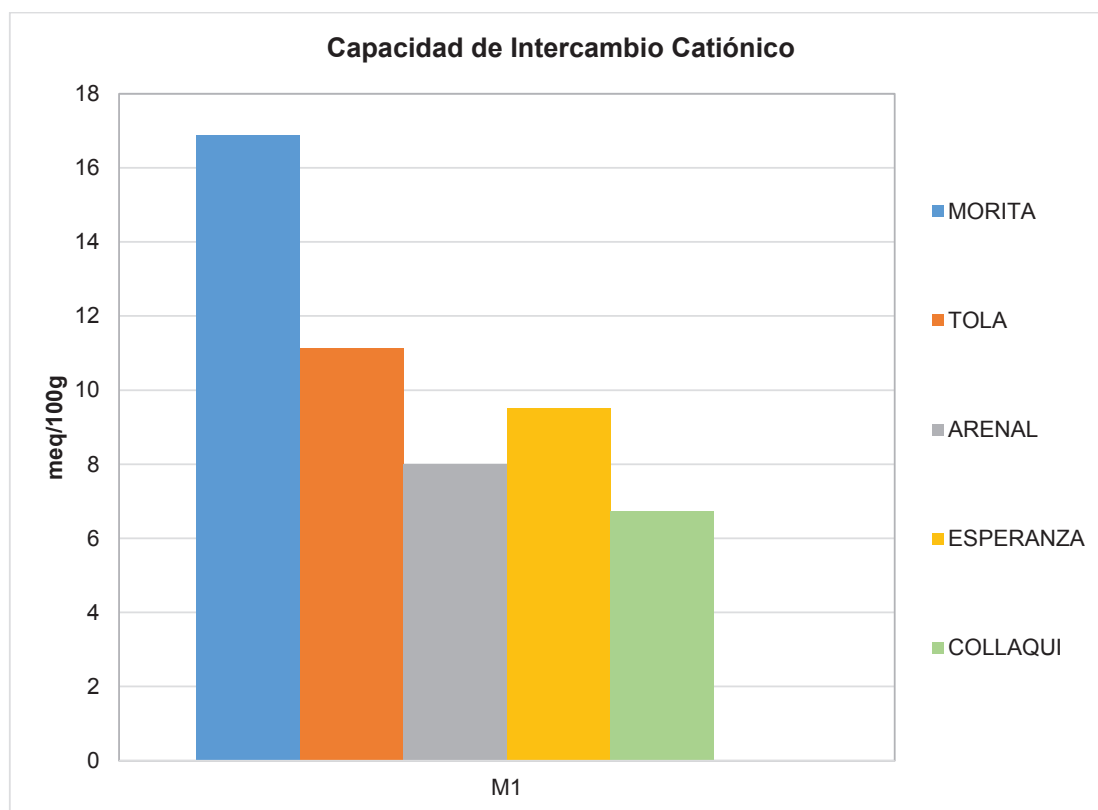
Fuente: Análisis de laboratorio suelos

Elaborado por: E Espín

La cantidad de Materia Orgánica en el sector de La Morita y La Tola como podemos observar en el gráfico 4.27 presenta valores medios, en el sector del Arenal, Collaquí y la Esperanza se tienen valores bajos, la reducción de la Materia Orgánica perjudica la fertilidad y productividad del suelo pues disminuye la capacidad de retención de agua.

### GRÁFICO 4.28

#### LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EN SUELO



Fuente: Análisis de laboratorio suelos

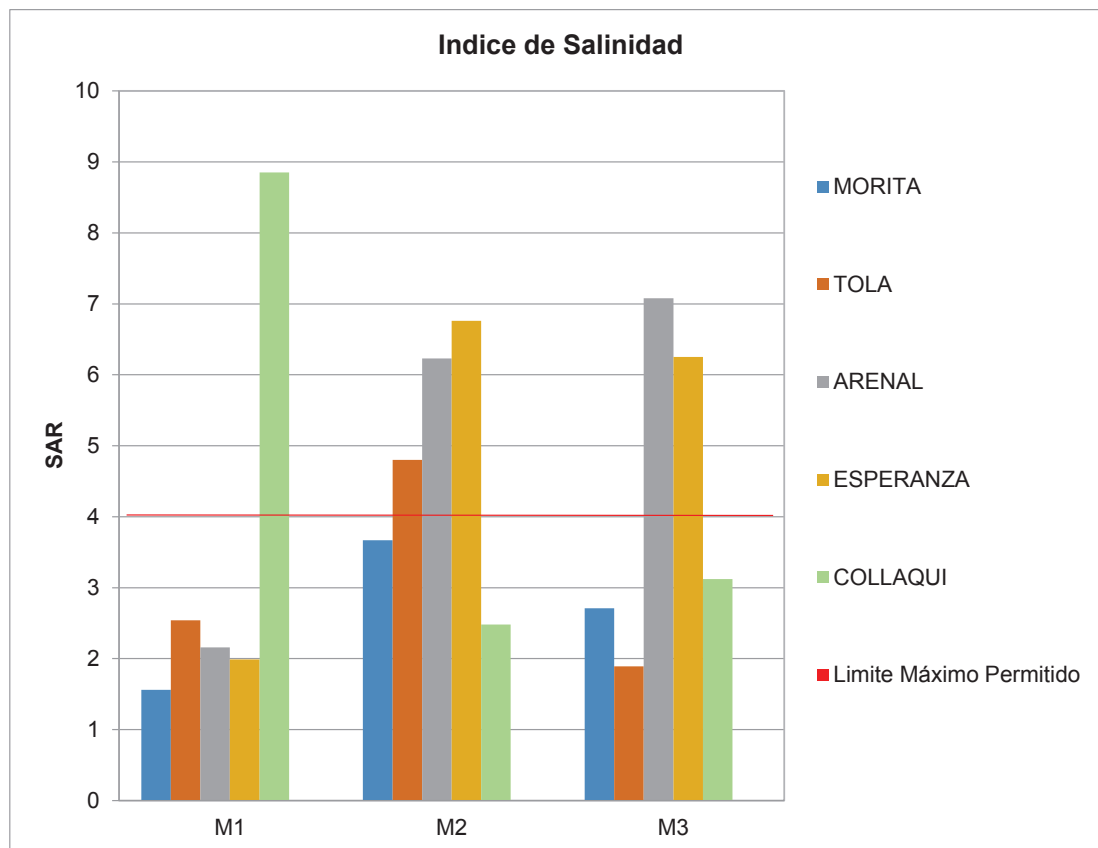
Elaborado por: E Espín

La Capacidad de Intercambio Cationico es media en los sectores del Arenal, la Esperanza y Collaquí y tiene valores más altos en la Morita y la Tola., los suelos con mayor Capacidad de Intercambio Cationico tienden a ser más fértiles. La jerarquización establecida quiere decir que la calidad de suelo para actividad agrícola en el área de estudio se encuentra en el rango de calidad media a buena. Ver gráfico 4.28.

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

**GRÁFICO 4.29**

**VARIACIÓN DEL ÍNDICE SAR EN SUELO**

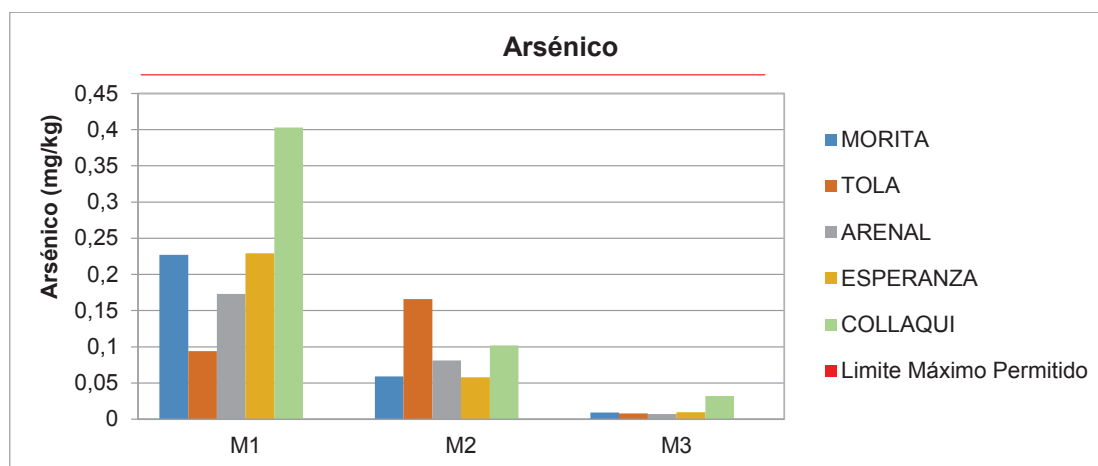


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental

Elaborado por: E Espín

El límite de tolerancia del suelo para el índice SAR se lo considera es de 10; la norma de calidad de suelo de TULAS establece un valor de 4 para el índice SAR, a este valor se producirá cualquier tipo de cultivo, sin embargo, el área de estudio en la época seca a excepción de Collaquí todos los valores de SAR se encontraron dentro del límite permisible, en la época lluviosa se observa que los valores de SAR a excepción de Collaquí se incrementaron, esta variante puede deberse a que debido a las precipitaciones y la escorrentía se arrastró agua con sales hacia el canal de riego, los altos valores de Sodio en el suelo con relación al ion Calcio y Magnesio incrementan los valores del SAR y pueden ocasionar que el suelo pierda su permeabilidad. Ver gráfico 4.29.

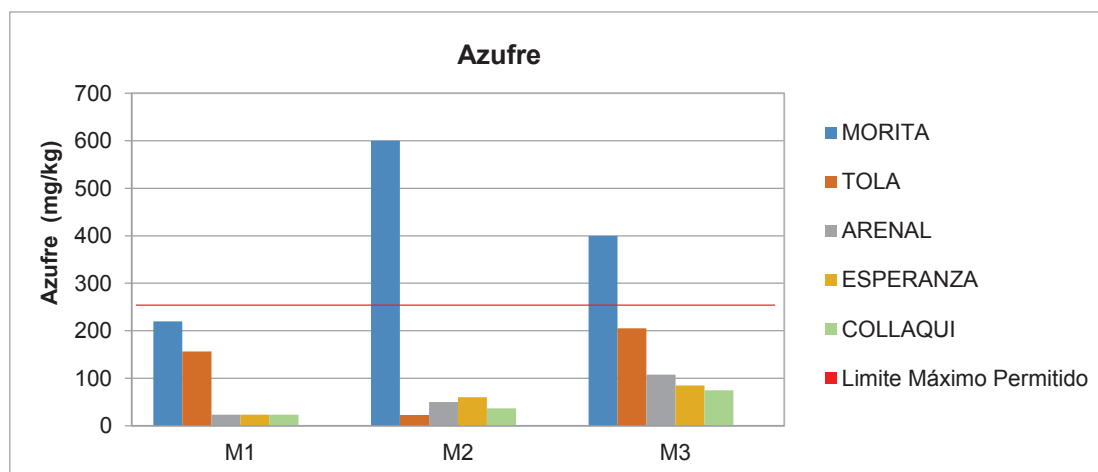
**GRÁFICO 4.30**  
**CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

Las concentraciones de Arsénico en el área de estudio se encuentran muy por debajo de los valores permitidos por la norma. Ver gráfico 4.30.

**GRÁFICO 4.31**  
**CONCENTRACIÓN DEL AZUFRE EN SUELO**

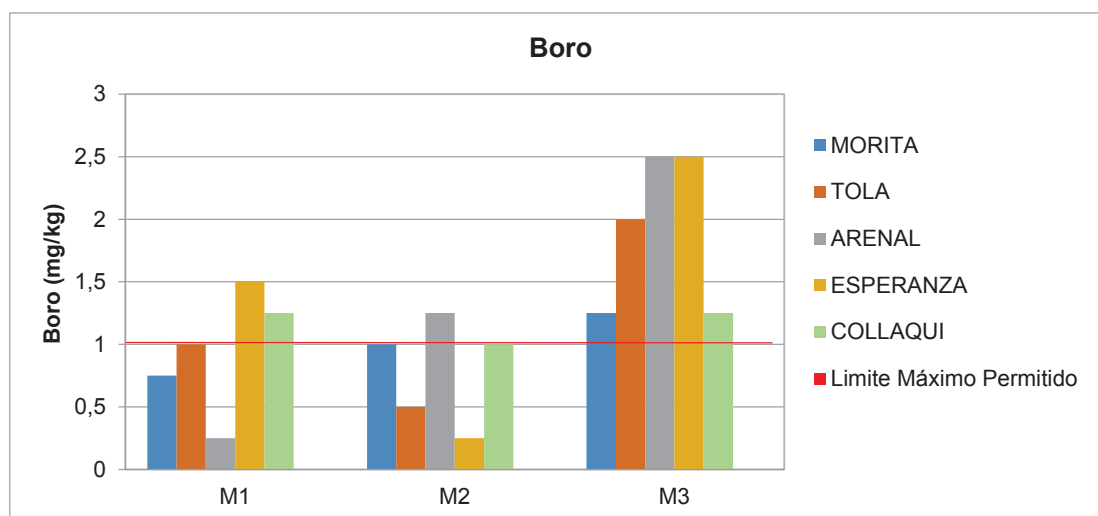


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

Las concentraciones de Azufre reportadas a excepción del sector de la Morita se encuentran bajo el límite permisible (la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaquí), en

la Morita hay un incremento de la concentración de Azufre en la época invernal, posiblemente porque se produce una inmovilización del Azufre, lo que hace que este se acumule en el suelo. Ver gráfico 4.31.

**GRÁFICO 4.32**  
**CONCENTRACIÓN DE BORO EN SUELO**



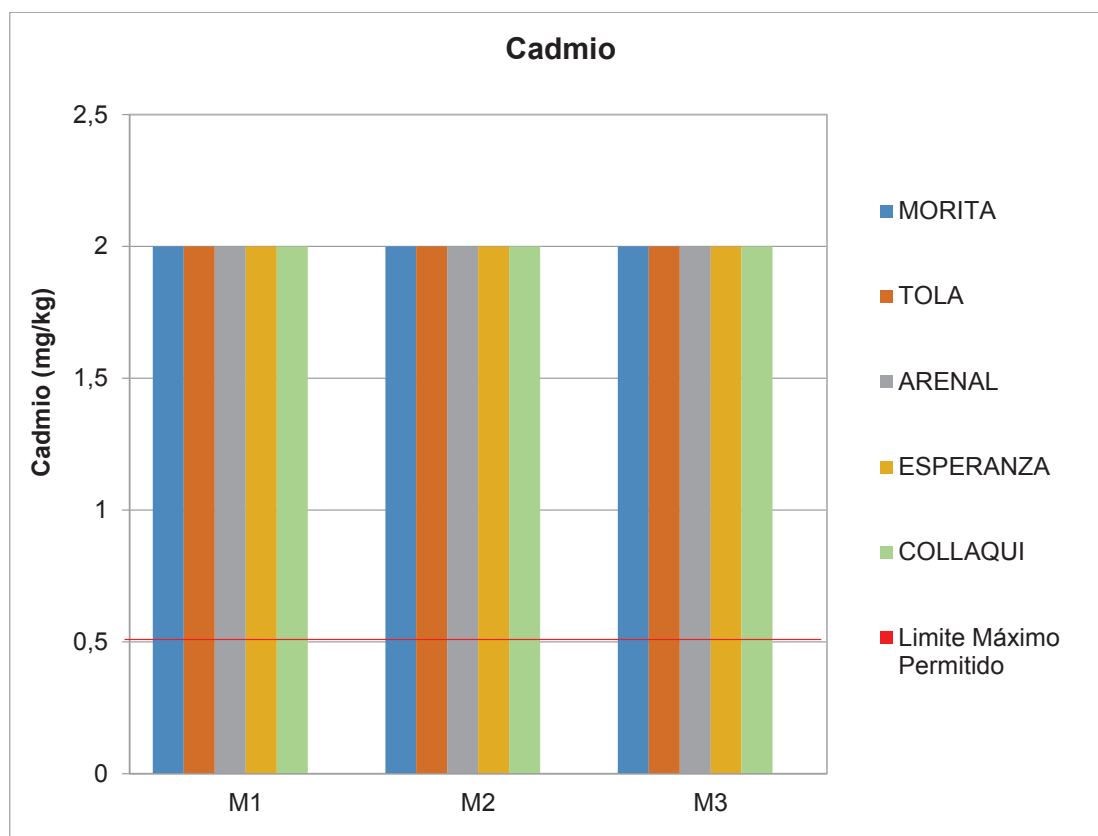
Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

En el gráfico 4.32 se puede observar que las concentraciones de Boro en la época de verano en los sectores de la Esperanza y Collaquí se encuentran ligeramente sobre los límites permisibles. En la época de invierno se observa que las concentraciones de Boro sobrepasan el límite permisible en todos los sectores, esto coincide que en ésta misma época se incrementa los niveles de Boro en el agua de riego; el exceso de Boro sobre la solución del suelo puede limitar la absorción de Potasio y Magnesio, genera necrosis progresiva de las hojas que empieza por un color amarillento de las extremidades y de los bordes de las hojas, que progresa con quemaduras entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento y posterior necrosis, cayendo las hojas prematuramente y aunque acelera la maduración tiene como consecuencia el descenso de la calidad de post-cosecha y del número de plantas que regenerarán. Por tanto el Boro es un parámetro que puede reducir la productividad agrícola en el sector de Collaquí y la Esperanza.



Los cultivos que se generan en el sector de la Morita y la Tola (maíz, alfalfa, tomate) presentan un rango de semitolerancia al Boro por tanto no representa un reductor potencial de la productividad.

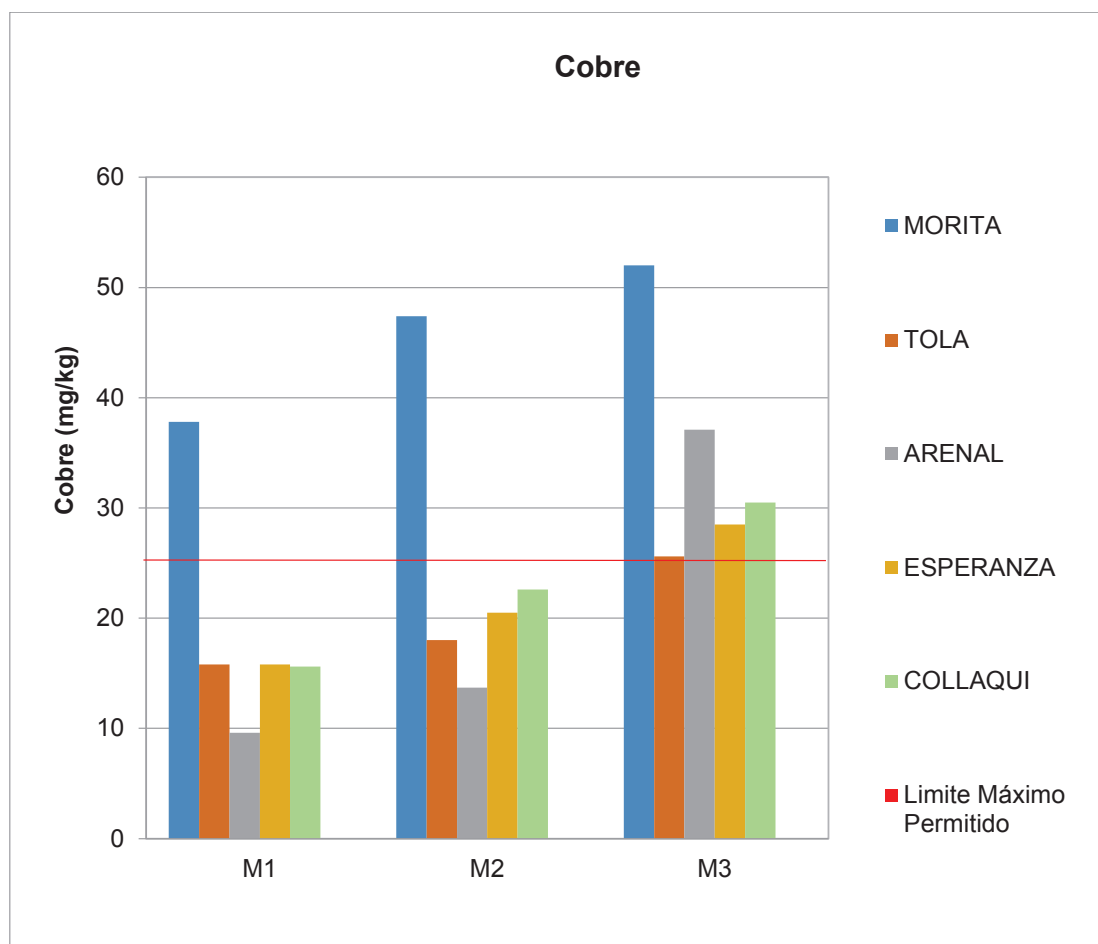
**GRÁFICO 4.33**  
**CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

En el caso del Cadmio no se puede saber a exactitud si el valor se encuentra sobre la normativa pues los análisis de laboratorio por el rango de precisión de los equipos indican para el caso del Cadmio los resultados  $< 2$  mg/kg; pero no especifica claramente el valor por lo que incluso puede estar bajo el valor permisible. El Cadmio tiene facilidad de movilidad en el suelo y es altamente bioacumulable en la planta, el uso de fertilizantes fosfatados y la aplicación de excremento de animales como abono, es la principal fuente de contaminación de Cadmio. Ver gráfico 4.33.

**GRÁFICO 4.34**  
**CONCENTRACIÓN DEL COBRE EN SUELO**

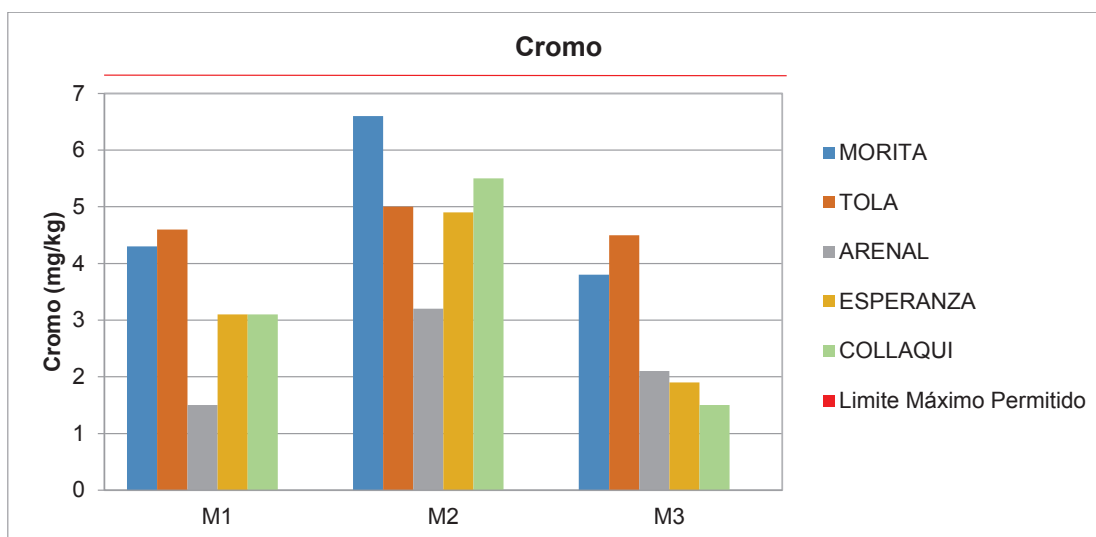


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E Espín

En toda el área de estudio las concentraciones de Cobre han aumentado en el invierno, en el sector de la Morita se sobrepasa el límite permisible en las tres épocas de muestreo, esto puede deberse a que en este sector existe una alta concentración de Materia Orgánica que retiene al Cobre sobre el suelo, generando una deficiencia en la planta, lo que perjudica a la fotosíntesis ya que el Cobre es un componente fundamental de la cadena de transporte de electrones en el fotosistema y de muchas metaloenzimas. Ver gráfico 4.34.

El exceso de Cobre también es perjudicial para la planta ya que tiene la propiedad de bioacumularse en los organismos vivos.

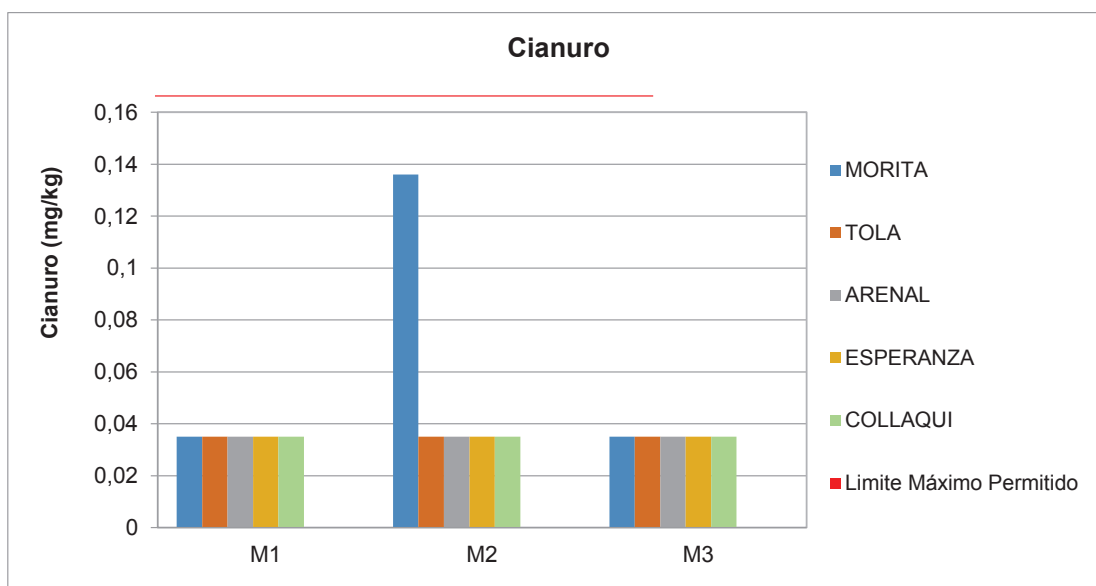
**GRÁFICO 4.35**  
**CONCENTRACIÓN DE CROMO EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E Espín

Las concentraciones de Cromo en el área de estudio se encuentran por debajo de los valores permitidos por la norma. Ver gráfico 4.35.

**GRÁFICO 4.36**  
**CONCENTRACIÓN DE CIANURO EN SUELO**

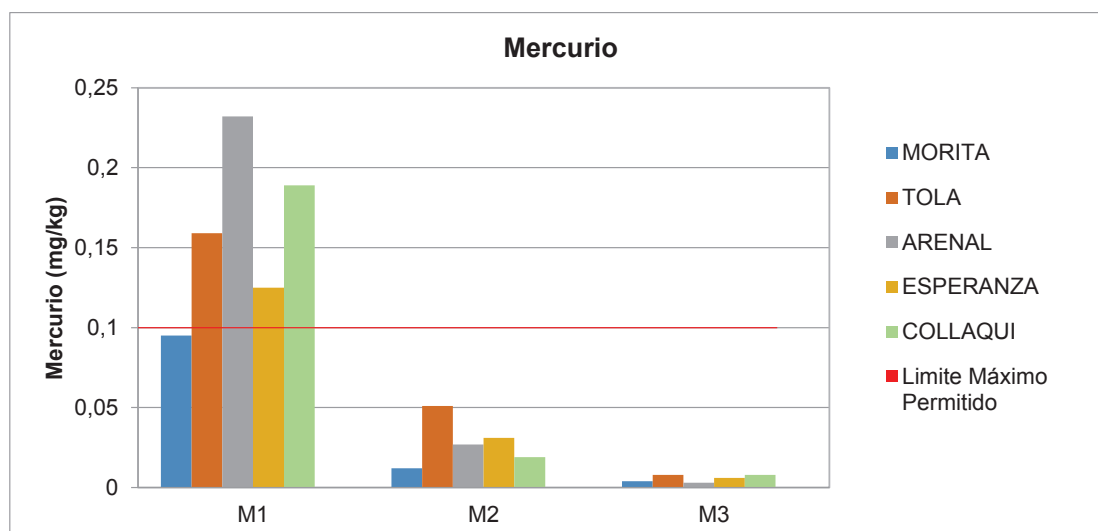


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E Espín

En todos los sectores de estudio la concentración de CN se encuentra bajo los límites máximos permisibles. Ver gráfico 4.36.

Las pequeñas concentraciones de Cianuro son consecuencia del uso de fertilizantes y pesticidas que tienen Cianuro como impureza, además por causas naturales ya que el Cianuro es formado, excretado y degradado por miles de especies de plantas (frejol, papa, etc.), insectos y animales.

**GRÁFICO 4.37**  
**CONCENTRACIÓN DE MERCURIO EN SUELO**

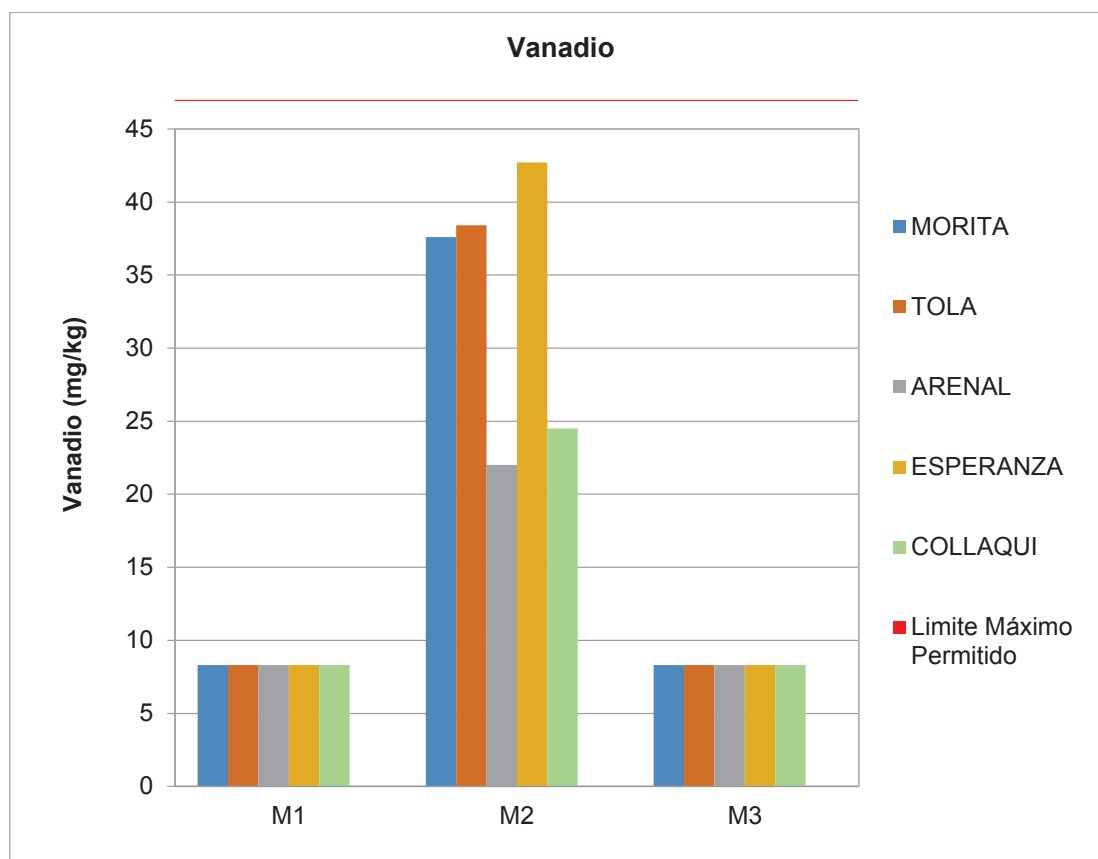


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

Las concentraciones de Mercurio se encuentran en toda el área de estudio en la época de verano, sobre el límite permisible excepto en la Morita donde se encuentra muy cerca del límite, el Mercurio proviene de la utilización de plaguicidas, y su exceso inhibe la actividad de las acuaporinas, proteínas que forman los canales transportadores de agua, y de esta manera afecta la conductividad a nivel celular y de tejidos en zonas específicas de la raíz, alterando el normal desarrollo de la planta. Ver gráfico 4.37.

En la época de invierno los niveles de Mercurio están por debajo de los límites permisibles.

**GRÁFICO 4.38**  
**CONCENTRACIÓN DE VANADIO EN SUELO**

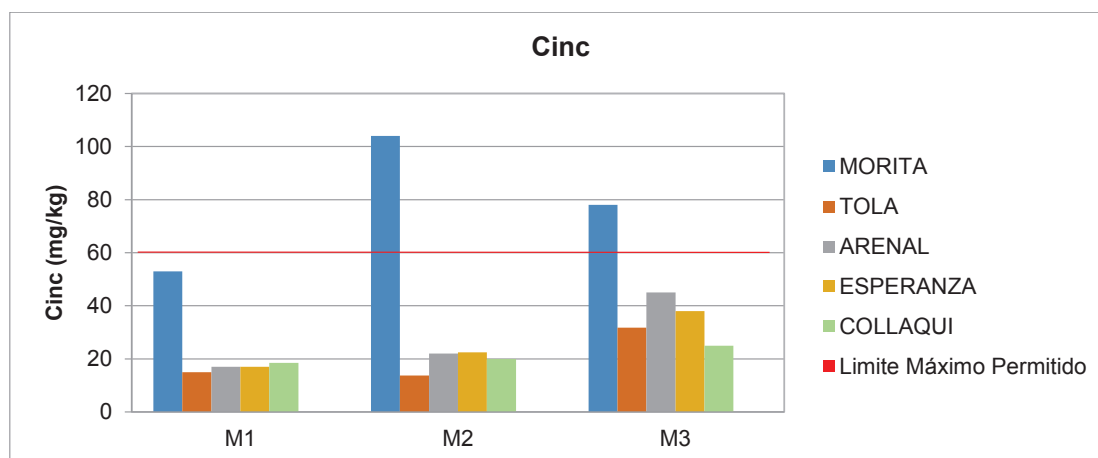


Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E Espín

La presencia de Vanadio sobre el suelo se debe que éste es un producto de las impurezas de ciertos fertilizantes, en la época lluviosa se presentan concentraciones bajo el nivel máximo permisible en la Morita, la Tola y la Esperanza, esto se puede estar causando porque en esta temporada se dan las condiciones atmosféricas que propician la deposición de partículas en el suelo y dispersión de elementos. Ver gráfico 4.38.

Los compuestos de Vanadio son asimilados por las plantas e incorporados a sus procesos de crecimiento, así el Vanadio es extraído del suelo e ingresa a la cadena alimentaria.

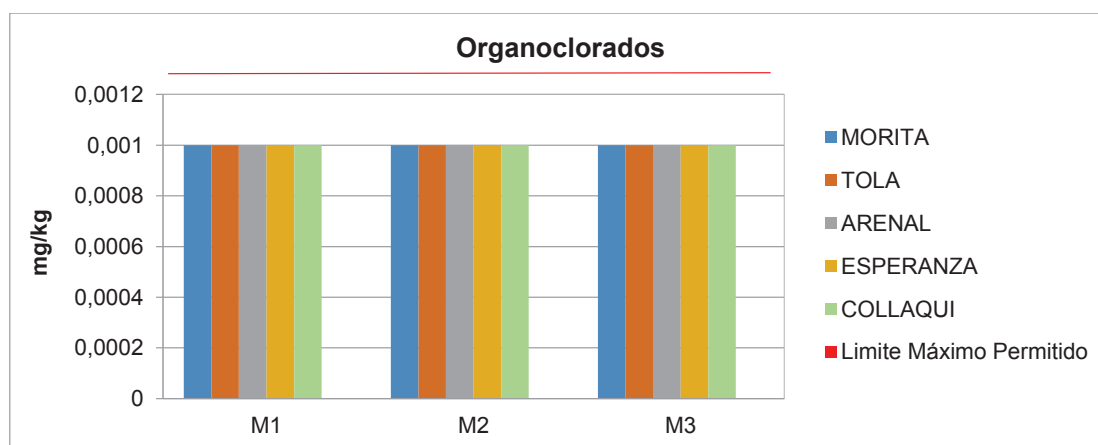
**GRÁFICO 4.39**  
**CONCENTRACIÓN DEL CINCO EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E. Espín

En el gráfico 4.39 se puede observar que la presencia de Cinc en la zona es baja, a excepción del caso de la Morita donde en la estación invernal supera el límite máximo permisible, seguramente por el contenido de Materia Orgánica, que fija el Cinc en el suelo, el exceso de esta sustancia en el suelo da como consecuencia raquitismo de las plantas, los frutos obtenidos son muy pequeños y están sujetos a abundante caída.

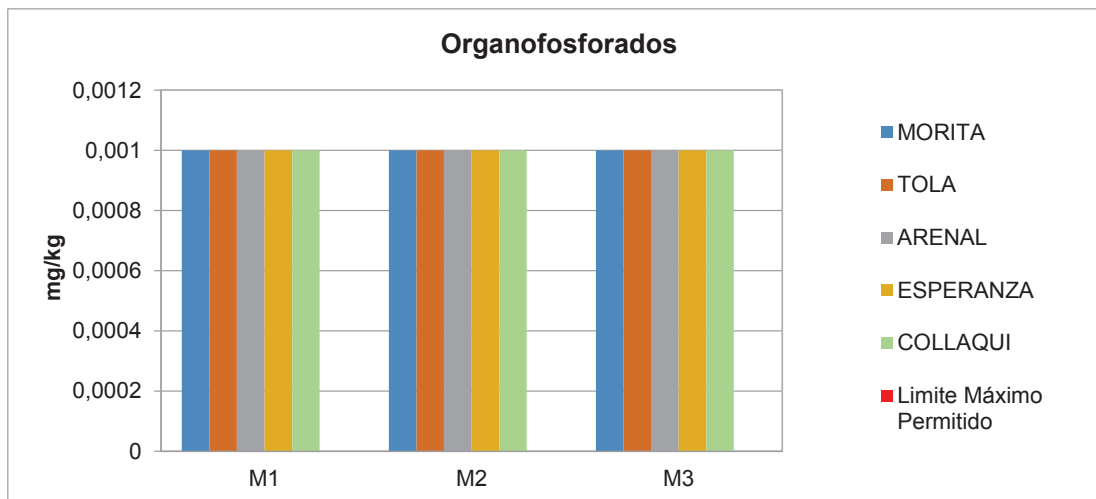
**GRÁFICO 4.40**  
**CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
 Elaborado por: E. Espín

Las concentraciones de compuestos Organoclorados presentan valores inferiores a los valores permitidos por la norma. Ver gráfico 4.40.

**GRÁFICO 4.41**  
**CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANO - FOSFORADOS EN SUELO**



Fuente: Análisis de laboratorio Química Ambiental  
Elaborado por: E Espín

Los compuestos Organofosforados no tienen norma que indique un valor de límites máximos permisibles, considerando los valores utilizados para compuestos Organoclorados de 0,1mg/kg los niveles de concentración se encuentran bajo este valor. Ver gráfico 4.41.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- El agua del canal de riego de Chichipata tiene características físico – químicas aceptables para el riego, de los cultivos que se producen en la zona teniendo como limitante las concentraciones de Boro y la tolerancia a este de los cultivos. Las características biológicas son malas para cultivos rastreros.
- La calidad del agua del canal de riego de Chichipata se puede observar que tiene un riesgo bajo de salinización en la bocatoma, donde inicia el canal mientras que el sector de la Morita, el Arenal y Collaquí se tiene un riesgo de salinización medio. La Conductividad Eléctrica va aumentando por efecto de aguas residuales que recolecta el canal de riego en su recorrido y aportes de las escorrentías de otras parcelas que fueron abonadas con fertilizantes.
- De los datos obtenidos de Conductividad Eléctrica (Salinidad) y Relación de Absorción de Sodio RAS, de acuerdo al diagrama de Sodio y Salinidad elaborado, podemos concluir que el agua de riego del ramal Chichipata, en los distintos puntos de muestreos realizados durante el estudio es un agua de buena calidad, apta para el riego agrícola.
- Existen concentraciones de Boro en el agua de riego del área de estudio que sobrepasan el límite permisible establecido por los criterios de calidad para aguas de uso agrícola de 0,75 mg/l, se tiene excesos en la concentración de Boro en el barrio el Arenal en el segundo, quinto y sexto muestreo (promedio 0,79 mg/l) y en Collaquí en todos los muestreos realizados (promedio 2,05 mg/l), que pueden afectar a cierto tipo de cultivos dependiendo de su tolerancia al Boro.



- Las concentraciones de Coliformes fecales tienen un promedio en la Bocatoma de 1200 NMP/100 ml, en La Morita de 1816 NMP/100 ml, El Arenal de 3925 NMP/100 ml, Collaquí de 7200 NMP/100 ml, que superan el límite establecidos en la legislación ecuatoriana de 1000 NMP/100 ml. La presencia de Coliformes fecales es provocada por la captación del agua para el canal de riego en el río Pita, que ha recogido aguas arriba las aguas residuales del cantón Rumiñahui las cuales se descargan al río sin ningún tratamiento, adicionalmente se descargan al río Pita los lixiviados del antiguo botadero de basura localizado en el sector de Cashapamba, en el cual no se ha realizado un cierre técnico adecuado.
- Se concluye de la información de las encuestas realizadas en la zona, que los agricultores usan plaguicidas y fertilizantes y no cuentan con la capacitación técnica para un uso adecuado de estos, para el manejo de los desechos peligrosos en forma segura, ni utilizan los equipos de protección personal necesarios.
- Los análisis de laboratorio indican que el agua del ramal de Chichipata fuente de abastecimiento del riego agrícola en los barrios la Morita, la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaquí, presenta básicamente niveles de contaminación biológica, los cultivos rastreos como legumbres y hortalizas por las altas concentraciones de Coliformes fecales y Coliformes totales, deben ser prohibidos.
- No existe en el país normas de calidad del aire que determinen los valores permisibles sobre los cuales van a existir daños en las plantas y los cultivos, en la presente investigación se utilizaron valores determinados por la norma de calidad del aire vigente.
- La comparación de los valores de concentración de Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> obtenidos en los muestreos de calidad de aire en la zona de estudio, con la norma vigente de 60 µg/m<sup>3</sup> nos indica que los niveles de SO<sub>2</sub> están muy por debajo de esta norma.

- La comparación de los valores de concentración de Dióxido de Nitrógeno  $\text{NO}_2$  obtenidos en los muestreos con la norma de calidad del aire vigente que es de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos indica que el promedio de los seis meses de todo el sector está por debajo de esta norma.
- La comparación de los valores de concentración de Ozono ( $\text{O}_3$ ) obtenidos en los muestreos en el sector con la norma de calidad de aire vigente en el país, que indica que la máxima concentración de Ozono, no deberá exceder de cien microgramos por metro cubico  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  indica que el promedio de los seis meses de todo el sector está por debajo de esta norma.
- La comparación de los valores de las concentraciones de Partículas Sedimentables en los sectores de la Morita, la Tola y el Arenal con el valor recomendado por la Sociedad Química Minera de Chile, para establecer daños a la vegetación por las Partículas Sedimentables que es de  $1.5 \text{ mg}/\text{cm}^2 30$  días nos indican que estos se encuentran por debajo de este valor, mientras que en los sectores de la Esperanza (promedio  $1,72 \text{ mg}/\text{cm}^2 30$  días) y Collaquí (promedio  $1,84 \text{ mg}/\text{cm}^2 30$  días) se supera este valor, este incremento en la concentración de las Partículas Sedimentables es consecuencia de que en estos sectores hay un mayor tráfico vehicular.
- Se puede concluir, considerando la pequeña excedencia en las Partículas Sedimentables, que la calidad del aire, en los distintos puntos de muestreos realizados durante el estudio es aceptable para los cultivos agrícolas.
- Las propiedades agrológicas del suelo en la zona estudiada tienen las siguientes características:
  - a) La textura del suelo en el sector es franco arenoso y franca, el rango del pH que se presenta en el sector de estudio permite el desarrollo de cualquier tipo de cultivo tomando en consideración la disponibilidad de los elementos nutritivos.

- b) El Nitrógeno Total se observa que los porcentajes son bajos en la Morita y la Tola y muy bajos en el Arenal, Collaquí y la Esperanza.
  - c) Se tienen valores muy altos de concentración de Fósforo en la Morita, el Arenal, Collaquí y la Esperanza mientras que en la Tola se tiene un valor alto.
  - d) El Potasio evidencia valores muy altos en el sector de la Morita y valores altos en los demás sectores.
  - e) La cantidad de Materia Orgánica en el sector de La Morita y La Tola presentan valores medios, en el sector del Arenal, Collaquí y la Esperanza se tienen valores bajos.
  - f) En el área de estudio en la época seca excepto Collaquí todos los valores de Relación de Absorción de Sodio índice SAR están dentro del límite de tolerancia del suelo que tiene un valor de 4 para el índice SAR, en la época lluviosa se observa que los valores de índice SAR a excepción de Collaquí se incrementaron, esta variación puede deberse a que debido a las precipitaciones y la escorrentía arrastro agua con sales hacia el canal de riego.
  - g) La Capacidad de Intercambio Catiónico es baja en los sectores del Arenal, la Esperanza y Collaquí y tiene valores medios en la Morita y la Tola por lo que se puede concluir que la calidad de suelo para actividad agrícola en el área de estudio se encuentra en el rango de mediana a buena.
- La reducción de la Materia Orgánica es un indicador de que se está llevando una explotación agrícola inadecuada, referido principalmente a que en este sector los dueños de los terrenos productores hacen un cultivo continuo y no rotativo lo que desgasta al suelo físicamente reduciendo su capacidad productiva.

- Del análisis los criterios de calidad del suelo de los cinco sectores de estudio se puede concluir:
  - a) Las concentraciones de Boro en la época de verano en los sectores de la Esperanza y Collaquí se encuentran sobre los límites permisibles, en el tercer muestro en época de invierno se observa que las concentraciones de Boro sobrepasan el límite permisible en todos los sectores, esto coincide con el incremento de concentraciones de Boro en agua de riego. La presencia de Boro en suelo de los sectores de la Esperanza y Collaquí es un factor que puede reducir la productividad agrícola.
  - b) En el sector de la Morita se observa que los niveles de concentraciones de Cobre sobrepasan el límite permisible. Las concentraciones de Mercurio se encuentran en la época de verano, sobre el límite permisible excepto en la Morita donde se encuentra muy cerca del límite
  - c) Las concentraciones de Vanadio no sobrepasan el nivel máximo permisible en ninguno de los sectores muestreados. En la Morita, la Tola y la Esperanza. Se observa un incremento de concentración en la muestra tomada en la época de lluvia.
  - d) Las concentraciones de Cinc no superan los criterios de calidad permisibles a excepción del sector de la Morita donde en la estación invernal se supera el límite máximo permisible.
  - e) Las concentraciones de Arsénico, Cadmio, Cromo, Cianuro encontradas en los muestreos realizados presentan valores inferiores a los valores permitidos por los criterios de calidad de suelos.
  - f) Las concentraciones de compuestos Organoclorados y Organofosforados en los muestreos realizados presentan valores inferiores a los valores permitidos por la norma.

- Las fuentes de contaminación del suelo agrícola por Cobre, Mercurio, Vanadio, Cinc y otros metales pesados encontrados en los cinco sectores de estudio pueden deberse por el uso de plaguicidas y abonos orgánicos en cuya estructura o como impureza contienen metales pesados.
- Los niveles de contaminación del suelo no han incidido significativamente en la reducción de la productividad agrícola en el área de estudio.
- Factores como las estaciones climáticas del año, influyen en la concentración de contaminantes, así tenemos que en el área de estudio en la época invernal se presenta un incremento de concentración en la mayoría de contaminantes, esto se debe a que la contaminación del agua afecta a los suelos, pues cuando llueve las sustancias contaminantes se disuelven y se infiltran en el suelo, así mismo los contaminantes ingresan al canal de riego, sirviendo esta agua como medio de transporte del contaminante hacia el suelo.
- La productividad de los cultivos en el sector se ve amenazada principalmente por la falta de interés en la comunidad para dedicarse a la agricultura, pero sobre todo porque en lugar de cultivar sus terrenos, existe preferencia para construir viviendas que serán usadas posteriormente como locales comerciales o en mejor de los casos serán arrendadas, generando mejores réditos económicos en los habitantes y no pérdidas como lo afirmaban ciertos pobladores que se dedican a la agricultura. El proceso de urbanización es más fuerte que el de conservación y uso del suelo para la agricultura.
- En base a las encuestas realizadas y los estudios de campo, se concluye que un importante problema de la zona radica en plagas y enfermedades que afectan a los cultivos en las etapas de siembra, desarrollo y post cosecha, la falta de rotación de cultivo, preparación de suelo y en menor escala la contaminación ambiental. Esto ocasiona la pérdida del cultivo o a su vez una disminución de la producción, por lo que no se recuperará la inversión que se realizó en el cultivo.

- Un factor determinante para que se haya producido una disminución de la producción agrícola del sector de Tumbaco, es el proceso urbanístico que se ha venido dando en la última década. Mediante el mapa de uso actual por categorías se puede observar que la categoría agrícola ha bajado un 36 %, desde el 2005; mientras que la clase residencial ocupa un 41,75 % del área de estudio, con tendencia a crecer por la ubicación del nuevo Aeropuerto “Mariscal Sucre”.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- A pesar de que el área de estudio está definido como un área urbana, los habitantes de la zona tienen cultivos para su subsistencia en mayor porcentaje aguacate, alfalfa, guabas, maíz, hortalizas y frutales por lo que se debe tomar medidas para conservar la calidad del agua en los próximos años.
- Las aguas servidas de las poblaciones del cantón Rumiñahui deben ser tratadas para evitar que las descargas lleguen directamente al río Pita y posteriormente a los canales de riego, puesto que como se establece en el presente estudio, la contaminación de las aguas es un limitante para la producción de productos agrícolas en el sector.
- La Junta de Agua de Tumbaco y la Administración Zonal deben realizar una campaña permanente de concienciación a la comunidad sobre el correcto uso y manejo del agua. Se recomienda realizar muestreos de agua mínimo cada seis meses y en el caso de que excedan los límites permisibles por la normativa, difundir para que cultivos es apta la utilización de agua de riego.
- Las aguas del ramal de Chichipata no se deberían utilizar en cultivos de frutas como las frutillas, verduras y hortalizas, y si se la utiliza debe ser con las características sanitarias establecidas por las normas. Por ejemplo en la post cosecha se debe desinfectar el producto o realizar camas para los sembríos, evitando así el contacto directo del agua con las frutas, hortalizas y verduras.

- Se recomienda que dependiendo del tipo de cultivo, la calidad del agua y del suelo, se realicen estudios técnicos para optimizar la cantidad de agua que se necesitaría para el cultivo. Se debe asegurar que la disponibilidad de agua para riego no exceda la necesidad de evapotranspiración y lavado de sales, de forma tal de no causar percolación ni lixiviación a napas subterráneas. Conociendo las concentraciones de nutrientes del suelo se puede reducir o eliminar el aporte de fertilizantes ricos en esos nutrientes para ajustarlo a las necesidades del cultivo y evitar la contaminación del suelo.
- La presencia de concentraciones de metales pesados aunque en bajas concentraciones hace necesaria el que se asesore a los agricultores en este tema puesto que se puede aplicar la fitorremediación por medio del empleo de plantas hiperacumuladores, como por ejemplo el pasto específicamente la especie *Thlaspi caucasicum* que absorbe Cadmio y Cinc. El guarumo (*Cecropia peltata*) es una especie con alta capacidad de extracción de Mercurio en suelos contaminados; de este modo se da al suelo la oportunidad de recuperación antes de recibir un nuevo cultivo.
- Es aconsejable mantener los residuos de cosecha (rastros) en la superficie del suelo ya que estos limitan la evapotranspiración, el sellado del suelo y el encostrado, así incrementan la infiltración y limitan la erosión, desechando el sistema de quema inadecuada de rastros; además que la presencia de rastros crea un ambiente propicio para que los micro organismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar" y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica.
- Para evitar que las altas concentraciones de Partículas Sedimentables en el aire afecten el desarrollo de las plantas se recomienda colocar cercas vivas alrededor de los terrenos cultivados, así como mejorar la infraestructura vial y detener los procesos de deforestación que provocan cambios en el uso del suelo.

- Se recomienda la promulgación de normas de calidad del aire que protejan la producción de cultivos en el país, pues no se cuenta en la actualidad con legislación ambiental adecuada para poder determinar los niveles permisibles para los cultivos.
- Es necesario concientizar a la comunidad sobre el uso racional de plaguicidas y fertilizantes en base a los criterios de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) para mejorar el uso del suelo en la agricultura se debe realizar programas de concienciación y capacitación que aplique técnicas adecuadas a las buenas prácticas agrícolas. Sin embargo por los cambios que viene sufriendo el área de estudio, el sector agrícola está siendo desplazado por un proceso acelerado de urbanización.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Asamblea Nacional Constituyente. (18 de Octubre de 2008). Constitución Política de la República del Ecuador. *Registro Oficial 449*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (06 de Agosto de 2014). Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. *Registro Oficial No. 305*. Quito, Pichincha, Ecuador: R.O.
- Brissio, P. (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia del Neuquén*. Neuquén, Neuquén, Argentina.: Universidad Nacional del Comahue.
- Calderón, S. (2004). *Tesis Estudio De Distribución Técnica Del Agua, Para 452 Usuarios, Con 170.46 Hectáreas, del Ramal Chichipata (Zona 1), Del Sistema De Riego Tumbaco*. Quito: Facultad de Ciencias Agrícolas (UCE).
- Cánovas, J. (1986). *Calidad Agua riego*. Madrid.: Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentació.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, C. (1992). *Programa 21*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Decreto Supremo # 374. (31 de Mayo de 1976). *Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial 97.
- Dirección de Producción y Protección Vegetal. (2002). *El Cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma: FAO.
- Distrito Metropolitano de Quito. (2012). *Catastro Administración Zonal Tumbaco*. Quito: Municipal.
- Dongley, E. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos.* . Roma: FAO.
- Dorronsor, C. (4 de Octubre de 2013). *Introducción a la Edafología*. Obtenido de <http://www.edafologia.ugr.es>
- Estrucplan. (6 de Junio de 2013). *Estrucplan*. Obtenido de <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones>

- Fernández, M. (2008). Fertilizantes y contaminantes, un círculo vicioso. . Madrid: Eroski Consumer.
- Food and Agriculture Organization. (1997). Estudio FAO Riego y Drenaje 55. Roma: FAO.
- Food and Agriculture Organization FAO. (1982). La Calidad del Agua en la Agricultura. ESTUDIO FAO, Riego Y Drenaje, No. 29, rev 1. . Roma: FAO.
- Fundación Produce Veracruz, A.C. (14 de 07 de 2013). Obtenido de Manual cultivo tomate: <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Calidad>
- H. Congreso Nacional. (22 de Diciembre de 2006). Ley Orgánica de Salud. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 423.
- H. Congreso Nacional del Ecuador. (10 de Septiembre de 2004). Ley de Gestión Ambiental, Codificación. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 418.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (. (2010). VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010. Quito: IGM.
- Jordán, A. (2006). Manual De Edafología. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Martinez, M. (8 de Septiembre de 2013). Contaminacion del suelo. Obtenido de <http://www.monografias.com>
- Ministerio del Ambiente. (13 de Febrero de 2015). Acuerdo Ministerial 028. Sustituyase el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (31 de Marzo de 2003). Texto Unificado de Legislacion Secundaria del Ministerio del Ambiente. Quito, Pichincha, Ecuador: R.O.
- Mitchell, G., Grigs, R., & Willian, V. B. (1996). The EPIC model Environmental Policy Integrated Climate .User'sGuide. Texas: Texas Agricultural ExperimentStation.
- Municipio Madrid. (8 de octubre de 2013). Obtenido de Efectos de la contaminacion: [http://www.mambiente.munimadrid.es/Efectos\\_de\\_la\\_Contaminacion.pdf](http://www.mambiente.munimadrid.es/Efectos_de_la_Contaminacion.pdf)
- Pacheco, E. (2005). Tesis Estudio De Distribución Técnica Del Agua, Para 458 Usuarios Con 192,2 Hectáreas, Del Ramal Chichipata (Zona 2), Del Sistema De Riego Tumbaco. Quito: UCE – Ciencias Agrícolas.
- Palacios, V., & Aceves, E. (1970). Instructivo para el muestreo, recolección de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola. México: Colegio de Postgraduados.

- Parker, A. (2001). Contaminación del Aire por la Industria. Barcelona: Editorial Reverté.
- Peavey, H., Rowe, R., & Tchobanoglous, G. (1985). Environmental Engineering. Nueva York: McGraw-Hill.
- Presidencia Ministerio Secretaria General. (1991). Decreto Supremo N°22. Santiago, Santiago, Chile: Gaceta Oficial.
- Sancha, A. (2005). Criterios de Calidad de Aguas para Uso en Riego. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Sociedad Química Minera. (5 de Julio de 2013). Obtenido de Partículas Sedimentables: [www.sqm.com](http://www.sqm.com)
- Universidad de Huelva. (3 de Septiembre de 2013). Obtenido de Estudio Ambiental: [http://www.grupoag.es/refineriabalboa/medioambiente/pdf2/EXTRM\\_final08.pdf](http://www.grupoag.es/refineriabalboa/medioambiente/pdf2/EXTRM_final08.pdf)
- Universidad de Huelva España. (2007). Diagnóstico y Vigilancia del Impacto por Vía Atmosférica de un Complejo Refinero en Extremadura/Informe final. Huelva.
- Valverde, J. (2007). Riego y Drenaje. San Jose: Editorial Universidad a Distancia.
- [www.eco-finanzas.com](http://www.eco-finanzas.com). (27 de Junio de 2014). [http://www.eco-finanzas.com/diccionario/P/POBLACION\\_ECONOMICAMENTE\\_ACTIVIA.htm](http://www.eco-finanzas.com/diccionario/P/POBLACION_ECONOMICAMENTE_ACTIVIA.htm). Obtenido de <http://www.eco-finanzas.com>
- Zavala, R., & Palange, A. (1989). Control de la contaminación del agua. Washington: Banco Mundial.

## **ANEXOS**

**ANEXO No. 1**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

 <p>Secretaría de <b>Ambiente</b> RIO COCA E-6-83 E ISLA GENOVESA TEL: 2430588/2430572 FAX: 2467061</p>	<p>LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL LABSA</p>	<p>INFORME DE ENSAYO CALIDAD DEL AIRE</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------------------

Referencia: Universidad Central del Ecuador

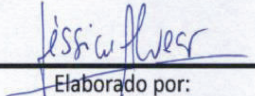
Cliente: Universidad Central del Ecuador

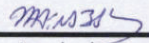
Dirección: Av. America y Mercadillo


Tipo de muestra: Monitores Pasivos / Calidad del Aire

Fecha de emisión de informe: 08 de enero de 2012

ID DE LA MUESTRA	MES	SO2	NO2	OZONO	UNIDADES
ARENAL	JULIO	2.994	16.965	65.899	ug/m3
COLLAQUI	JULIO	2.077	15.976	60.460	ug/m3
MORITA	JULIO	2.739	9.176	37.222	ug/m3
ARENAL	AGOSTO	5.846	36.028	58.402	ug/m3
COLLAQUI	AGOSTO	7.860	39.107	68.382	ug/m3
MORITA	AGOSTO	5.472	25.820	36.218	ug/m3
ARENAL	SEPTIEMBRE	7.829	25.415	50.837	ug/m3
COLLAQUI	SEPTIEMBRE	7.452	26.950	53.388	ug/m3
MORITA	SEPTIEMBRE	6.028	20.442	32.190	ug/m3
ARENAL	OCTUBRE	Perdidas de muestra por robo Responsable del muestreo: Silvia Veloz			ug/m3
COLLAQUI	OCTUBRE	10.866	12.959	56.500	ug/m3
MORITA	OCTUBRE	5.784	12.844	27.200	ug/m3
ARENAL	NOVIEMBRE			41.293	ug/m3
COLLAQUI	NOVIEMBRE			38.517	ug/m3
MORITA	NOVIEMBRE			15.435	ug/m3
ARENAL	DICIEMBRE			62.805	ug/m3
COLLAQUI	DICIEMBRE			58.696	ug/m3
MORITA	DICIEMBRE			30.127	ug/m3

  
Elaborado por:  
Analista Química  
Lcda. Jessica Alvear

  
Aprobado por:  
Responsable LABSA  
Ing. Mayra Barba

 <p>Secretaría de <b>Ambiente</b> RIO COCA E-4-85 E ISLA GENOVESA TEL. 2430588/2430577 FAX. 2467061</p>	<p>LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL LABSA</p>	<p>INFORME DE ENSAYO CALIDAD DEL AIRE</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------------------

Referencia: Universidad Central del Ecuador

Cliente: Universidad Central del Ecuador

Dirección: Av. America y Mercadillo

Tipo de muestra: Monitores Pasivos / Calidad del Aire

Fecha de emisión de informe: 01 de Febrero de 2013

ID DE LA MUESTRA	MES	SO2	NO2	UNIDADES
ARENAL	NOVIEMBRE	3.880	9.940	ug/m3
COLLAQUI	NOVIEMBRE	4.830	11.130	ug/m3
MORITA	NOVIEMBRE	2.436	5.680	ug/m3
ARENAL	DICIEMBRE	2.330	10.000	ug/m3
COLLAQUI	DICIEMBRE	3.940	16.950	ug/m3
MORITA	DICIEMBRE	2.800	8.100	ug/m3

Jessica Alvear  
Elaborado por:  
Analista Química  
Lcda. Jessica Alvear

Mayra Barba  
Aprobado por:  
Responsable LABSA  
Ing. Mayra Barba



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS, PETRÓLEOS Y AMBIENTAL**

**LABFIGEMPA**

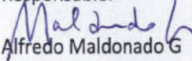
Estudiante: **Silvia Veloz**  
 Escuela: Carrera de Ingeniería Ambiental

Fecha del Informe: 2012/11/12

**RESULTADOS ANALITICOS**

ID DE LA MUESTRA	MES	Material Sedimentable	Unidades
MORITA	JULIO	0,226	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	JULIO	0,451	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	JULIO	0,399	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	JULIO	1,847	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	JULIO	1,036	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
MORITA	AGOSTO	0,137	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	AGOSTO	0,762	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	AGOSTO	0,380	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	AGOSTO	2,523	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	AGOSTO	0,859	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
MORITA	SEPTIEMBRE	0,747	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	SEPTIEMBRE	2,064	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	SEPTIEMBRE	0,485	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	SEPTIEMBRE	0,885	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	SEPTIEMBRE	3,001	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
MORITA	OCTUBRE	0,910	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	OCTUBRE	1,036	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	OCTUBRE	0,747	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	OCTUBRE	1,781	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	OCTUBRE	2,638	mg/cm <sup>2</sup> *30 días

Responsable:

  
 Alfredo Maldonado G.  
 Analista LABFIGEMPA



Ciudad Universitaria - Gerónimo Leiton y Av. La Gasca - Casilla 872-A - Telfs.: 2526-324 2566-726  
 Fax: 2500-306 2566-738 - E-mail: decanato.figempa@uce.edu.ec - Quito-Ecuador







UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS, PETRÓLEOS Y AMBIENTAL**

### INFORME DE RESULTADOS

**Referencia: Material Sedimentable**

**Cliente: Silvia Veloz**

**Dirección: Av. La Gasca Sn**

**Tipo de muestra: Partículas**

**Fecha de emisión del informe: 03/01/2013**

ID DE LA MUESTRA	MES	Material Sedimentable	Unidades
MORITA	NOVIEMBRE	0,815	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	NOVIEMBRE	0,946	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	NOVIEMBRE	0,855	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	NOVIEMBRE	2,607	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	NOVIEMBRE	2,462	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
MORITA	DICIEMBRE	0,284	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA TOLA	DICIEMBRE	0,621	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
EL ARENAL	DICIEMBRE	0,282	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
LA ESPERANZA	DICIEMBRE	0,663	mg/cm <sup>2</sup> *30 días
COLLAQUÍ	DICIEMBRE	1,027	mg/cm <sup>2</sup> *30 días

*Maldonado*  
 Alfredo Maldonado  
 ANALISTA LABFIGEMPA



Ciudad Universitaria – Gerónimo Leiton y Av. La Gasca – Casilla 872-A – Telfs.: 2526-324 2566-726  
 Fax: 2500-306 2566-738 – E-mail: decanato.figempa@uce.edu.ec – Quito-Ecuador





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA Y SUELOS  
"JULIO PEÑAHERRERA"  
QUITO

INFORME

Remitente: **Proyecto LA MORITA** Fecha del Informe: **24 Octubre 2012**  
Procedencia: **Pichincha – Quito – Tumbaco** Número de muestras: **Cinco (05)**

**RESULTADO E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO**

Lab. No.	Muestra/Sitio	pH	Materia Orgánica	N Total	P	K	C.E.*
			%	%	ppm	cmol/kg	dS/m
8075	01 CADET (invernadero)	6.5	4.61	0.23	164.1	1.70	1.028
	INTERPRETACIÓN	Lig. ácido	Medio	Bajo	Muy Alto	Muy Alto	No salino
8076	02 TOLA CHICA	6.8	3.07	0.15	25.0	0.56	0.276
	INTERPRETACIÓN	Lig. ácido	Medio	Bajo	Alto	Alto	No salino
8077	03 EL ARENAL	6.6	1.84	0.09	140.5	0.91	0.410
	INTERPRETACIÓN	Lig. ácido	Bajo	Muy Bajo	Muy Alto	Alto	No salino
8078	04 LA ESPERANZA	7.2	1.23	0.06	118.8	0.68	0.274
	INTERPRETACIÓN	Lig. alcalino	Bajo	Muy Bajo	Muy Alto	Alto	No salino
8079	05 COLLAQUÍ	6.8	1.83	0.09	100.1	0.86	0.222
	INTERPRETACIÓN	Lig. ácido	Bajo	Muy Bajo	Muy Alto	Alto	No salino

\*= Conductividad eléctrica



LABORATORIO DE QUÍMICA  
AGRÍCOLA Y SUELOS





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO**

No muestra	% Arena	% Limo	% Arcilla	Nombre textural
8075 01 CADET	50	38	12	FRANCO
8076 02 Tola Chica	58	32	10	FRANCO ARENOSO
8077 03 El Arenal	70	24	6	FRANCO ARENOSO
8078 04 La Esperanza	62	28	10	FRANCO ARENOSO
8079 05 Collaqui	68	22	10	FRANCO ARENOSO

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICA**

No. muestra	C.I.C. meq/100 g suelo
8075 01 CADET	16.88
8076 02 Tola Chica	11.12
8077 03 El Arenal	8.00
8078 04 La Esperanza	9.52
8079 05 Collaqui	6.72



LABORATORIO DE QUÍMICA  
AGRÍCOLA Y SUELOS





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29268  
ORDEN DE TRABAJO No 37688

SOLICITADO POR: MONTALVO CARINA  
DIRECCIÓN: ROTER Y DOBBIE  
FECHA DE RECEPCION: 15/08/12  
HORA DE RECEPCION: 10H15  
MUESTRA DE: SUELO  
DESCRIPCION: M1 CADET  
FECHA DE ANALISIS: DEL 15/08 AL 15/09/12  
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 26/09/12  
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: CAFE OSCURO  
ESTADO: SOLIDO  
CONTENIDO: 1 kg  
MUESTREO POR: EL CLIENTE  
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*ARSENICO	mg/kg	0.227	EPA 3050 A Y 7061 A
*COBRE	mg/kg	37.8	EPA 3050 Y 7210
*MERCURIO	mg/kg	0.095	EPA 3050 A Y 7470 A
*CINC	mg/kg	53.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	4.3	EPA 3050 Y 7190
*VANADIO	mg/kg	<8.3	EPA 3050 Y 7910
*BORO	mg/kg	0.75	EXTRACCIÓN Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	216.7	OXIDACIÓN CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
INDICE DE SAR	----	1.56	CALCULO



ENSAYOS  
No OAE LE IC 04-002

"Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



1 / 2


RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

<b>*ORGANOCOLORADOS:</b>			MAL-82/EPA 8270 D
Alfa BCH	µg/kg	<10	
Beta BCH	µg/kg	<10	
Gama BCH	µg/kg	<10	
Delta BCH	µg/kg	<10	
Heptaclor	µg/kg	<10	
Aldrin	µg/kg	<10	
Heptacor epoxide isomero B	µg/kg	<10	
Endosulfan I	µg/kg	<10	
4,4 DDE	µg/kg	<10	
Dieldrin	µg/kg	<10	
Endrin	µg/kg	<10	
4,4 DDD	µg/kg	<10	
Endosulfan II	µg/kg	<10	
Endrin aldehido	µg/kg	<10	
4,4 DDT	µg/kg	<10	
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10	
Endrin cetona	µg/kg	<10	
Metoxicolor	µg/kg	<10	
<b>*ORGANOFOSFORADOS:</b>			
O,O,O-trietilfosforothionato	µg/kg	<10	
Thinazin	µg/kg	<10	
Sulfotep	µg/kg	<10	
Phorate	µg/kg	<10	
Dimethoate	µg/kg	<10	
Dianizon	µg/kg	<10	
Disulfoto	µg/kg	<10	
Methil parathion	µg/kg	<10	
Malation	µg/kg	<10	
Ethil Parathion	µg/kg	<10	
Ehion	µg/kg	<10	
Famphur	µg/kg	<10	

  
Quím. Lander Pérez  
**JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL**

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRES



122

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29269  
ORDEN DE TRABAJO No 37688

SOLICITADO POR:	MONTALVO CARINA
DIRECCIÓN:	ROTER Y DOBBIE
FECHA DE RECEPCION:	15/08/12
HORA DE RECEPCION:	10H15
MUESTRA DE:	SUELO
DESCRIPCION:	M2 TOLA CHICA
FECHA DE ANALISIS:	DEL 15/08 AL 15/09/12
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	26/09/12
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	CAFE OSCURO
ESTADO:	SOLIDO
CONTENIDO:	1 kg
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*ARSENICO	mg/kg	0.094	EPA 3050 A Y 7061 A
*COBRE	mg/kg	15.8	EPA 3050 Y 7210
*MERCURIO	mg/kg	0.159	EPA 3050 A Y 7470 A
*CINC	mg/kg	15.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	4.6	EPA 3050 Y 7190
*VANADIO	mg/kg	<8.3	EPA 3050 Y 7910
*BORO	mg/kg	1.00	EXTRACCION Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	156.7	OXIDACION CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
INDICE DE SAR	----	2.54	CALCULO



ENSAYOS  
No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



2 / 2

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

<b>*ORGANOCLORADOS:</b>			MAL-82/EPA 8270 D	
Alfa BCH	µg/kg	<10		
Beta BCH	µg/kg	<10		
Gamma BCH	µg/kg	<10		
Delta BCH	µg/kg	<10		
Heptaclor	µg/kg	<10		
Aldrin	µg/kg	<10		
Heptacor epoxide isomero B	µg/kg	<10		
Endosulfani	µg/kg	<10		
4,4 DDE	µg/kg	<10		
Dieldrin	µg/kg	<10		
Endrin	µg/kg	<10		
4,4 DDD	µg/kg	<10		
Endosulfan II	µg/kg	<10		
Endrin aldehido	µg/kg	<10		
4,4 DDT	µg/kg	<10		
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10		
Endrin cetona	µg/kg	<10		
Metoxicolor	µg/kg	<10		
<b>*ORGANOFOSFORADOS:</b>				MAM-81/EPA 8270 D
O,O,O-trietilfosforothionato	µg/kg	<10		
Thinazin	µg/kg	<10		
Sulfotep	µg/kg	<10		
Phorate	µg/kg	<10		
Dimethoate	µg/kg	<10		
Dianizon	µg/kg	<10		
Disulfoto	µg/kg	<10		
Methyl parathion	µg/kg	<10		
Malation	µg/kg	<10		
Ethil Parathion	µg/kg	<10		
Ehion	µg/kg	<10		
Famphur	µg/kg	<10		

  
Quím. Lander Pérez  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRES



2 22

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29270  
ORDEN DE TRABAJO No 37688

SOLICITADO POR:	MONTALVO CARINA
DIRECCIÓN:	ROTER Y DOBBIE
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/08/12
HORA DE RECEPCIÓN:	10H15
MUESTRA DE:	SUELO
DESCRIPCIÓN:	M3 EL ARENAL
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 15/08 AL 15/09/12
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	26/09/12
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS:	CAFÉ OSCURO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	1 kg
MUESTREO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*ARSENICO	mg/kg	0.173	EPA 3050 A Y 7061 A
*COBRE	mg/kg	9.6	EPA 3050 Y 7210
*MERCURIO	mg/kg	0.232	EPA 3050 A Y 7470 A
*ZINC	mg/kg	17.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	1.5	EPA 3050 Y 7190
*VANADIO	mg/kg	<8.3	EPA 3050 Y 7910
*BORO	mg/kg	<0.25	EXTRACCIÓN Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	<23.3	OXIDACION CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
INDICE DE SAR	----	2.16	CALCULO



ENSAYOS  
No OAE LE IC 04-002

"Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



3 12

RAM-4.1-04







UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29270  
ORDEN DE TRABAJO No 37688

SOLICITADO POR:	MONTALVO CARINA
DIRECCIÓN:	ROTER Y DOBBIE
FECHA DE RECEPCION:	15/08/12
HORA DE RECEPCION:	10H15
MUESTRA DE:	SUELO
DESCRIPCION:	M3 EL ARENAL
FECHA DE ANALISIS:	DEL 15/08 AL 15/09/12
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	26/09/12
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	CAFE OSCURO
ESTADO:	SOLIDO
CONTENIDO:	1 kg
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*ARSENICO	mg/kg	0.173	EPA 3050 A Y 7061 A
*COBRE	mg/kg	9.6	EPA 3050 Y 7210
*MERCURIO	mg/kg	0.232	EPA 3050 A Y 7470 A
*CINC	mg/kg	17.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	1.5	EPA 3050 Y 7190
*VANADIO	mg/kg	<8.3	EPA 3050 Y 7910
*BORO	mg/kg	<0.25	EXTRACCION Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	<23.3	OXIDACION CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
INDICE DE SAR	----	2.16	CALCULO



ENSAYOS  
No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



3 / 2

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

<b>*ORGANOCLORADOS:</b>			MAL-82/EPA 8270 D	
Alfa BCH	µg/kg	<10		
Beta BCH	µg/kg	<10		
Gamma BCH	µg/kg	<10		
Delta BCH	µg/kg	<10		
Heptaclor	µg/kg	<10		
Aldrin	µg/kg	<10		
Heptaclor epoxide isomero B	µg/kg	<10		
Endosulfan I	µg/kg	<10		
4,4 DDE	µg/kg	<10		
Dieldrin	µg/kg	<10		
Endrin	µg/kg	<10		
4,4 DDD	µg/kg	<10		
Endosulfan II	µg/kg	<10		
Endrin aldehido	µg/kg	<10		
4,4 DDT	µg/kg	<10		
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10		
Endrin cetona	µg/kg	<10		
Metoxiclor	µg/kg	<10		
<b>*ORGANOFOSFORADOS:</b>				MAM-81/EPA 8270 D
O,O,O-trietilfosforothionato	µg/kg	<10		
Thinazin	µg/kg	<10		
Sulfotep	µg/kg	<10		
Phorate	µg/kg	<10		
Dimethoate	µg/kg	<10		
Dianizon	µg/kg	<10		
Disulfoto	µg/kg	<10		
Methil parathion	µg/kg	<10		
Malation	µg/kg	<10		
Ethil Parathion	µg/kg	<10		
Ehion	µg/kg	<10		
Famphur	µg/kg	<10		

  
Quím. Lander Pérez  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRES



3 22

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29271  
ORDEN DE TRABAJO No 37688

SOLICITADO POR:	MONTALVO CARINA
DIRECCIÓN:	ROTER Y DOBBIE
FECHA DE RECEPCION:	15/08/12
HORA DE RECEPCION:	10H15
MUESTRA DE:	SUELO
DESCRIPCION:	M 4 LA ESPERANZA
FECHA DE ANALISIS:	DEL 15/08 AL 15/09/12
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	26/09/12
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS:	CAFE OSCURO
ESTADO:	SOLIDO
CONTENIDO:	1 kg
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*ARSENICO	mg/kg	0.229	EPA 3050 A Y 7061 A
*COBRE	mg/kg	15.8	EPA 3050 Y 7210
*MERCURIO	mg/kg	0.125	EPA 3050 A Y 7470 A
*CINC	mg/kg	17.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	3.1	EPA 3050 Y 7190
*VANADIO	mg/kg	<8.3	EPA 3050 Y 7910
*BORO	mg/kg	1.50	EXTRACCIÓN Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	<23.3	OXIDACIÓN CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
INDICE DE SAR	----	1.99	CALCULO



ENSAYOS  
No OAE LE 1C 04-092  
"Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



4 12

RAM-4.1-04

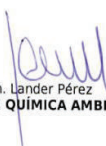


Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

<b>*ORGANOCLORADOS:</b>			MAL-82/EPA 8270 D
Alfa BCH	µg/kg	<10	
Beta BCH	µg/kg	<10	
Gamma BCH	µg/kg	<10	
Delta BCH	µg/kg	<10	
Heptaclor	µg/kg	<10	
Aldrin	µg/kg	<10	
Heptacor epoxide isomero B	µg/kg	<10	
Endosulfani	µg/kg	<10	
4,4 DDE	µg/kg	<10	
Dieldrin	µg/kg	<10	
Endrin	µg/kg	<10	
4,4 DDD	µg/kg	<10	
Endosulfan II	µg/kg	<10	
Endrin aldehido	µg/kg	<10	
4,4 DDT	µg/kg	<10	
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10	
Endrin cetona	µg/kg	<10	
Metoxiclor	µg/kg	<10	
<b>*ORGANOFOSFORADOS:</b>			
O,O,O-trietilfosforothionato	µg/kg	<10	
Thinazin	µg/kg	<10	
Sulfotep	µg/kg	<10	
Phorate	µg/kg	<10	
Dimethoate	µg/kg	<10	
Dianizon	µg/kg	<10	
Disulfoto	µg/kg	<10	
Methyl parathion	µg/kg	<10	
Malation	µg/kg	<10	
Ethil Parathion	µg/kg	<10	
Ehion	µg/kg	<10	
Famphur	µg/kg	<10	

  
Quím. Lander Pérez  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRES



4 22

RAM-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29936  
ORDEN DE TRABAJO No 38520

SOLICITADO POR: MONTALVO CARINA  
DIRECCIÓN: ROTER Y DOBBIE  
FECHA DE RECEPCION: 15/10/12  
HORA DE RECEPCION: 12H10  
MUESTRA DE: SUELO  
DESCRIPCIÓN: M3 EL ARENAL  
FECHA DE ANALISIS: DEL 15/10 AL 15/11/12 ARENAL  
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 15/11/12  
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: CAFE OSCURO  
ESTADO: SOLIDO  
CONTENIDO: 1 kg  
MUESTREO POR: EL CLIENTE  
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*BORO	mg/kg	1.25	EXTRACCIÓN Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	50	OXIDACIÓN CON HClO <sub>4</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
*MERCURIO	mg/kg	0.027	EPA 3050 A Y 7470 A
*COBRE	mg/kg	13.7	EPA 3050 Y 7210
*ARSENICO	mg/kg	0.081	EPA 3050 A Y 7061 A
*CINC	mg/kg	22.0	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	3.2	EPA 3050 Y 7190
*MAGNESIO	mg/kg	2110	EPS 3050 A Y 7190
*VANADIO	mg/kg	22.0	EPA 3050 Y 7910
*SODIO	mg/kg	492.6	EPA 3050 A Y 7770
*CALCIO	mg/kg	10400	EPS 3050 Y 7140

*ORGANOCLORADOS:			MAL-82/EPA 8270 D
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
Alfa BCH	µg/kg	<10	
Beta BCH	µg/kg	<10	
Gama BCH	µg/kg	<10	
Delta BCH	µg/kg	<10	
Heptaclor	µg/kg	<10	
Aldrin	µg/kg	<10	
Heptacor epoxide isomero B	µg/kg	<10	
Endosulfani	µg/kg	<10	
4,4 DDE	µg/kg	<10	
Dieldrin	µg/kg	<10	
Endrin	µg/kg	<10	
4,4 DDD	µg/kg	<10	
Endosulfan II	µg/kg	<10	
Endrin aldehido	µg/kg	<10	
4,4 DDT	µg/kg	<10	
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10	
Endrin cetona	µg/kg	<10	
Metoxiclor	µg/kg	<10	



3 12

RAM-4.1-04

*[Handwritten signature]*





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-29937  
ORDEN DE TRABAJO No 38520

SOLICITADO POR: MONTALVO CARINA  
DIRECCIÓN: ROTER Y DOBBIE  
FECHA DE RECEPCION: 15/10/12  
HORA DE RECEPCION: 12H10  
MUESTRA DE: SUELO  
DESCRIPCION: M4 LA ESPERANZA  
FECHA DE ANALISIS: DEL 15/10 AL 15/11/12 ARENAL  
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 15/11/12  
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: CAFE OSCURO  
ESTADO: SOLIDO  
CONTENIDO: 1 kg  
MUESTREADO POR: EL CLIENTE  
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
*CIANUROS	mg/kg	<0.035	EPA 9010 A
*BORO	mg/kg	0.25	EXTRACCIÓN Y COLORIMETRICO HACH
*AZUFRE	mg/kg	60	OXIDACIÓN CON HClO <sub>2</sub> Y TURBIDIMETRICO HACH
*MERCURIO	mg/kg	0.031	EPA 3050 A Y 7470 A
*COBRE	mg/kg	20.5	EPA 3050 Y 7210
*ARSENICO	mg/kg	0.058	EPA 3050 A Y 7061 A
*CINC	mg/kg	22.5	EPA 3050 Y 7950
CADMIO	mg/kg	<2	MAM-69/EPA 1311 MODIFICADO
*CROMO	mg/kg	4.9	EPA 3050 Y 7190
*MAGNESIO	mg/kg	2435	EPS 3050 A Y 7190
*VANADIO	mg/kg	42.7	EPA 3050 Y 7910
*SODIO	mg/kg	471.4	EPA 3050 A Y 7770
*CALCIO	mg/kg	7300	EPS 3050 Y 7140

*ORGANOCORADOS:			
Alfa BCH	µg/kg	<10	MAL-82/EPA 8270 D
Beta BCH	µg/kg	<10	
Ganma BCH	µg/kg	<10	
Delta BCH	µg/kg	<10	
Heptaclor	µg/kg	<10	
Aldrin	µg/kg	<10	
Heptacor epoxide isomero B	µg/kg	<10	
Endosulfani	µg/kg	<10	
4,4 DDE	µg/kg	<10	
Dieldrin	µg/kg	<10	
Endrin	µg/kg	<10	
4,4 DDD	µg/kg	<10	
Endosulfan II	µg/kg	<10	
Endrin aldehido	µg/kg	<10	
4,4 DDT	µg/kg	<10	
Endosulfan sulfato	µg/kg	<10	
Endrin cetona	µg/kg	<10	
Metoxiclor	µg/kg	<10	



**ANEXO No. 2**  
**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

### Fotografías de Cultivos Barrio “La Morita”



Fotografía No. 1: Aguacate



Fotografía No. 2: Alfalfa



Fotografía No. 3: Limón



Fotografía No. 4: Ornamentales



Fotografía No. 5: Eucalipto



Fotografía No. 6: Canal Secundario



### Fotografías de Cultivos Barrio “La Tola”



Fotografía No. 7: Papa



Fotografía No. 8: Fréjol



Fotografía No. 9: Alfalfa



Fotografía No. 10: Maíz

**Fotografías de cultivos Barrio “La Esperanza”**



Fotografía No. 11: Limón



Fotografía No. 12: Chirimoya



Fotografía No. 13: Aguacate



Fotografía No. 14: Col



Fotografía No. 15: Fréjol

### Fotografías de cultivos Barrio “Collaqui”



Fotografía No. 16: Maíz Asociado con Fréjol



Fotografía No. 17: Frutales



Fotografía No. 18: Alfalfa



Fotografía No. 19: Sauce como Cortina Rompe Viento

### Muestreo Agua: Bocatoma del Río Pita



Fotografía No. 20: Toma de muestra de agua Bocatoma del Río Pita

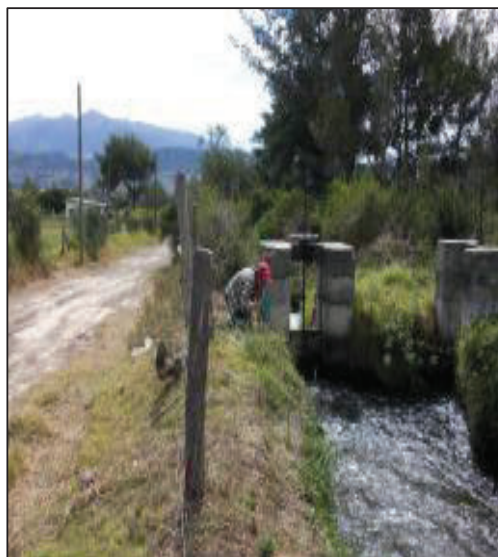


Fotografía No. 21: Medición de parámetros in situ

### Muestreo de Agua: La Morita – Facultad de Ciencias Agrícolas (UCE)



Fotografía No. 22: Toma de muestra de agua



Fotografía No. 23: Medición de parámetros in situ

### Muestreo de Agua: El Arenal



Fotografía No. 24: Toma de muestra de agua en el canal



Fotografía No. 25: Medición de parámetros in situ

### Muestreo de Agua: Collaquí



Fotografía No. 26: Toma de muestra de agua en el canal



Fotografía No. 27: Medición de parámetros in situ

### Punto de Muestreo de Aire: Barrio La Morita



Fotografía No. 28: Colocación de muestreadores



Fotografía No. 29: Retiro de muestreadores para análisis

### Punto de Muestreo de Aire: La Tola



Fotografía No. 30: Colocación de muestreadores



Fotografía No. 31: Muestreador de Partículas Sedimentables

### Punto de Muestreo de Aire: Barrio El Arenal



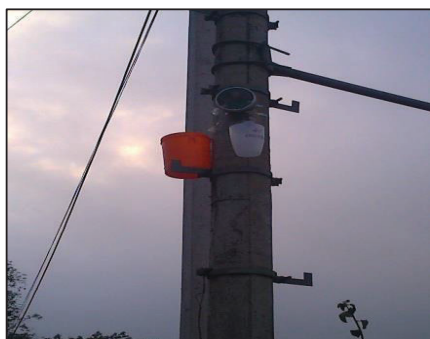
Fotografía No. 32: Colocación de muestreadores      Fotografía No. 33: Retiro de muestreadores para análisis

### Punto de Muestreo de Aire: Barrio La Esperanza



Fotografía No. 34: Colocación de muestreadores      Fotografía No. 35: Retiro de muestreadores para análisis

### Punto de Muestreo de Aire: Collaquí



Fotografía No. 36: Colocación de muestreadores      Fotografía No. 37: Retiro de muestreadores para análisis

### Punto de Muestreo de Suelo: La Morita



Fotografía No. 38: Toma de muestra de suelo



Fotografía No. 39: Preparación de la muestra

### Punto de Muestreo de Suelo: La Tola



Fotografía No. 40: Toma de muestra de suelo



Fotografía No. 41: Preparación de la muestra

### Punto de Muestreo de Suelo: El Arenal



Fotografía No. 42: Toma de muestra de suelo



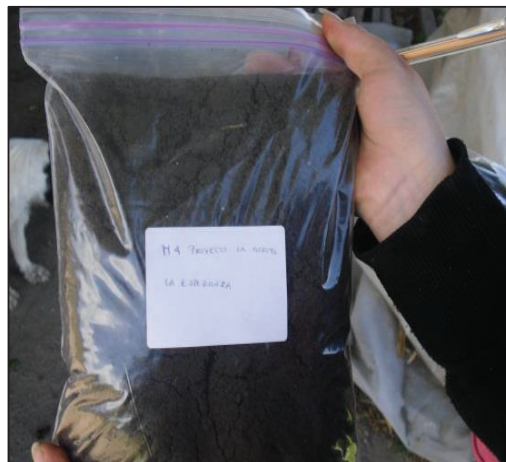
Fotografía No. 43: Preparación de la muestra



### Punto de Muestreo de Suelo: La Esperanza



Fotografía No. 44: Toma de muestra de suelo



Fotografía No. 45: Preparación de la muestra

### Punto de Muestreo de Suelo: Collaquí



Fotografía No. 46: Toma de muestra de suelo



Fotografía No. 47: Preparación de la muestra

**ANEXO No. 3**  
**ENCUESTA**



Buenos días (tardes). Soy estudiante de la U.C.E. Estamos realizando una Evaluación de las factores que afectan a los cultivos más relevantes que siembran en los barrios “La Morita”, “La Tola”, “El Arenal”, “La Esperanza” y “Collaquí”.

Este es un Programa conjunto de Tesis de las Facultades de Agronomía, Economía e Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental de la Universidad Central del Ecuador, los datos que Ud. proporciona gozan de estricta **confidencialidad**.

Tumbaco – Pichincha / 2012

ENCUESTA No. \_\_\_\_\_ CÓDIGO \_\_\_\_\_  
 Encuestador: \_\_\_\_\_ Barrio: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Geoposición: N \_\_\_\_\_  
 W \_\_\_\_\_

CROQUIS:

Observaciones:.....  
 .....  
 .....





### TENENCIA DE LA TIERRA

#### 1. Qué tiempo vive Ud. En éste barrio?

Menos de 1 año? ..... 1 a 5 años? ..... Más de 5 años? .....

	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	TIEMPO
Propia		
Rentada		
Tomadas al partir		
Otros		

#### 3. UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

FORMAS	CON RIEGO (m <sup>2</sup> )	SIN RIEGO (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )
Cultivada			
Pastos			
Bosque			
Construcción			

### ACTIVIDAD AGRÍCOLA

#### CULTIVOS E IMPORTANCIA

Cultivo	Superficie cultivada (m <sup>2</sup> )	Importancia económica		
		Autoconsumo (seguridad alimentaria)	Media (autoconsumo – venta) (%)	Alta (venta)

### MANEJO

Cultivo	Fecha			Solo	Asociado con (especifique)	Labores (podas y controles fitosanitarios)
	Siembra	Fertilización	Cosecha.			



### CONDICIÓN FITOSANITARIA

1. ¿Tiene problemas de enfermedades en sus cultivos?

Si  especifique  No  ir a G

Cultivo	Plaga / Enfermedad	¿Cómo reconoce?	Control (nombre comercial u otro)

Cultivo	Fase Fenológica	Plaga/Enfermedad	Estado	Severidad (%)

2. ¿Mezcla los productos químicos? Si  No

3. ¿Mezcla productos químicos con fertilizantes? Si  No

### CONDICIONES DE APLICACIÓN / SEGURIDAD EN EL TRABAJO

1. ¿A qué hora del día aplica los plaguicidas, y por qué?

Mañana  .....

Medio Día  .....

Tarde  .....

2. ¿Cuántas veces al mes aplica plaguicidas y en base a qué criterio?

Una  .....

Dos o más  .....



3. ¿Quién aplica el plaguicida?

Informante

Familiar

Otro. Quién? .....

4. ¿Conoce en qué condiciones ambientales se debe aplicar el producto? Explique

Si .....

No .....

5. ¿Toma en cuenta alguna(s) medida de seguridad para la mezcla y/o aplicación de plaguicidas? Cuál(es)

Si .....

No .....

**PRECAUCIÓN**

1. ¿En qué lugar almacena los plaguicidas?. Especifique

.....

2. ¿Se encuentran los químicos fuera del alcance de los niños?

Si  No

3. ¿Cómo y/o en qué transporta los plaguicidas hasta el sitio de aplicación?

Baldes	
Bomba fumigadora	
Frascos	
Otro (especifique)	

4. ¿Ha detectado plaguicidas caducos? SI  No  ir a 6  
¿Qué hace con ellos?

Los bota a la basura

Los utiliza igual

Otro (especifique) .....



5. ¿Qué hace con el plaguicida sobrante?

Guarda

Desecha/ bota a la basura

Otro (especifique)

.....

6. ¿Qué hace con los envases vacíos de plaguicida?

Guarda

Desecha/ bota a la basura

Otro (especifique)

.....

### MERCADO

1. Precio promedio de los productos agrícolas comercializados.

Producto	Presentación	Época alta	Época baja	Mercado

### 2. Tipo de Comercialización

Directa:.....

De casa en casa?.....

En la Calle, Autopista?.....

En el propio lote?.....

### ASISTENCIA TÉCNICA, MAQUINARIA Y CRÉDITO

¿Usa su propia semilla? Si  No

¿Recibe asesoramiento en semillas  
Si  No  ¿Quiénes? .....

Utiliza semilla certificada? SI  NO

Durante los últimos 12 meses compraron u obtuvieron abono orgánico?

SI  Cuánto pagó \$.....

NO  por qué?.....





Durante los últimos 12 meses compraron fertilizantes químicos?

SI  Cuánto pagó? \$.....

NO  por qué?.....

Durante los últimos 12 meses recibieron o contrataron asistencia técnica agropecuaria?

SI  NO

**Quien le brindó asistencia técnica?**

Institución	Valor
INIAP	
MAGAP	
COOP. AGRÍCOLA	
MUNICIPIO	
PROFESIONALES PRIVADOS	
EMPRESA PRIVADA	
ONG. CUAL(ES)	
OTRA. CUAL	

**Durante los últimos 12 meses implementaron alguno de los cambios tecnológicos abajo mencionados?. Indique cual**

- Selección y/o mejoramiento de semillas.....
- Uso de fertilizantes y plaguicidas.....
- Mejoramiento de ganadería.....
- Consejos veterinarios.....
- Reforestación.....
- Manejo de post-cosecha.....
- Sistema de producción tradicional.....
- Sistema de producción orgánico.....
- Invernaderos.....
- Otro, cual?.....

**Indique la maquinaria y herramientas que utiliza en sus labores agropecuarias**

Bienes	SI	NO	Propios	Prestados	Marca
Arado para animal					
Animales de trabajo					
Tractor					
Cosechadora					
Bomba de agua					
Camión, camioneta					
Planta eléctrica					
Equipo de riego					
Comedores y bebederos					
Trapiche					
Ordeñadora					
Incubadora					
Galpones					
Herramientas					



**Durante los últimos 12 meses solicitaron crédito en dinero o en especie para sus actividades agropecuarias?**

SI       NO      ir a literal I.

**Recibieron el crédito?**

SI       NO

**El crédito obtenido fue en:**

Dinero

Especie

Dinero y especie

**A qué persona o institución solicitaron?**

Institución/persona	Valor	Destino
Banco Nacional de Fomento		
Banco Privado		
Cooperativa de ahorro y crédito		
Cooperativa Agrícola		
Asociación de productores		
Empresa de insumos		
Prestamista		
Familiar o amigo		
Otro. Cual?		

### CONDICIONES ADVERSAS DURANTE LA ÚLTIMA COSECHA

Su sembrío sufrió:

Helada       Vientos fuertes       Inundación       Sequía  
 Fuente de agua cercana

### PERCEPCIÓN DEL RIESGO

¿Viven familias a menos de 10m , 20m , 30 m

Si       No

¿Se encuentran escuelas cercanas a los terrenos de cultivo?

Si       No

¿Se ha percatado de muertes de animales por afectación de insecticidas en la región? (aves, mamíferos pequeños, etc.)

Si       No

¿Considera que el uso de plaguicidas ha afectado al ganado?

Si       No



**RIEGOS**

QUE CLASE DE RIEGO APLICA?

Gravedad..... Aspersión.....  
 Goteo..... Otros.....

**CADA QUE TIEMPO RECIBE AGUA DEL CANAL DE RIEGO?**

Período	Horario	Cobro mensual
Cada día		
Pasando un día		
Irregular		

**CÓMO CONSIDERA LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO QUE RECIBE Y POR QUÉ?**

Buena?.....  
 Regular?.....  
 Mala?.....  
 No sabe?.....

**CONTAMINACIÓN DEL SUELO**

1. Qué técnica de arado emplea actualmente, y qué técnica empleaba hace 5 años?

Técnica	Hoy	Hace 5 años
A mano		
Yunta		
Mecánica		
Otro. Especifique		

2. Indique el químico que utiliza para mejorar la producción y el nombre del mismo

QUÍMICO	NOMBRE	VALOR
insecticida		
herbicida		
fungicida		
fertilizante		
Otro. cual		

3. Realiza Ud. Rotación de Cultivos?

SI  NO  ir a 4

Cada que tiempo? .....



**4. Considera Ud. que la productividad ha variado en los últimos 5 años?**

SI  NO  vaya a preg. 5

PRODUCTO	VARIACIÓN PRODUCTIVIDAD	
	Mayor (%)	Menor (%)

**5. Emplea técnicas de mejoramiento del suelo?**

NO

SI  ¿Cuáles? .....

.....  
 .....

**CALIDAD DEL AIRE**

**Conoce Ud. las industrias que existen en éste barrio?**

SI  a que se dedican? NO  vaya a preg. 3

Nombre de la Industria	Qué actividad realizan?

**Considera Ud. que las actividades que desarrollan dichas industrias causan enfermedades?**

NO

SI

Especifique.....

.....

**Existe polución, contaminación del aire?**

SI  NO

Realiza quemas? SI  NO



### USO DE LA BIODIVERSIDAD

1. Durante los últimos 12 meses cortaron o talaron árboles o plantas para la venta o consumo del hogar?

SI  NO

### ACCESO A TIERRAS COMUNALES O ESTATALES

1. Ud. o su familia tienen acceso a tierras comunales o estatales en forma:

Ocasional  SI  NO  
 Permanente  SI  NO  
 Por turnos  SI  NO

#### Lo utiliza para:

- Pastoreo  
 Uso de recursos forestales  
 Cultivo  
 Otro cual?.....

### PRÁCTICAS DE MANEJO Y TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO

Qué tipo de cerca utilizan?

Tipo de Cerca	Por observación
Alambre de púa?	
Cerca viva y alambre?	
Barrera rompe vientos	
Otra. cual	
Ninguna	

### PARTICIPACIÓN EN ORGANIZACIONES

1. Cuántos miembros del hogar pertenecen/participan en

Organización	No. miembros	Ámbito: local- parroquial- cantonal provincial- nacional	
Asociación de productores			1. Local 2. Parroquial 3. Cantonal 4. Provincial 5. Nacional
Cooperativas de producción			
Comuna, Barrio			
Junta de riego de agua			
Proyectos municipales			
Otra. Cual?			



2. ¿Le gustaría que exista una especie de cooperativa Agrícola u organización que comparta sus intereses y necesidades?

SI  NO

3. Qué problemas se deben solucionar para que su hogar tenga mejores ingresos?

<b>Problema</b>	<b>Opción múltiple</b>
Falta de vías de comunicación	
Falta de agua para riego	
Falta de empleo	
Falta de crédito	
Mejores precios de los productos	
Falta de capacitación	
Falta de asistencia técnica	
Falta de canales de comercialización	
Otro. Cual?	

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**