



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESTUDIO COMPARATIVO DE LÍQUENES EN EL ÁREA URBANA Y SITIOS  
RURALES DE VEGETACIÓN REMANENTE DE LA CIUDAD DE IBARRA-  
IMBABURA, COMO INDICADORES DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA.

Tesis previa a la obtención del título de Ingenieros en Recursos Naturales  
Renovables.

Autores: Tania Carolina Herrera Vinueza  
Henry Manuel Peñafiel Torres

Director: Blgo. Galo Pabón Garcés MSc.

Ibarra – Ecuador

2013

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LIQUENES EN EL AREA URBANA Y  
SITIOS RURALES DE VEGETACION REMANENTE DE LA CIUDAD DE  
IBARRA-IMBABURA, COMO INDICADORES DE LA CALIDAD  
ATMOSFÉRICA.”**

Autores: Tania C. Herrera – Henry M. Peñafiel

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

Aprobada:

Biólogo Galo Pabón, MSc.  
**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
Firma

Ing. Tania Oña  
**ASESORA**

\_\_\_\_\_  
Firma

Ing. Mónica León  
**ASESOR**

\_\_\_\_\_  
Firma

Ing. Oscar Rosales, MSc.  
**ASESOR**

\_\_\_\_\_  
Firma

Ibarra-Ecuador  
2013

Esta Investigación, con sus resultados, discusión, conclusiones, etc., son de exclusiva propiedad y responsabilidad de los Autores. Está permitida la reproducción parcial, siempre que la fuente sea citada

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, ya que con su esfuerzo y dedicación son un apoyo y ejemplo a lo largo de nuestras vidas. A nuestros maestros y compañeros por formar parte del diario vivir dentro y fuera de las aulas compartiendo experiencias.

Finalmente a todos quienes nos apoyaron y nos brindaron su mano amiga.

Los Autores

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera muy especial a nuestros padres y hermanos por el apoyo incondicional brindado; al Biólogo Galo Pabón, Director de tesis; a nuestros asesores, por toda la ayuda y colaboración prestada durante la investigación y en general a todos quienes colaboraron para culminar este trabajo que se lo ha realizado con mucha dedicación.

## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGS.</b>
PORTADA	i
APROBACIÓN	ii
PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	xiii
ANEXOS	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3. OBJETIVOS .....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. HIPÓTESIS .....	7
CAPÍTULO II .....	8
INFORMACIÓN GENERAL DE LA TEMÁTICA.....	8
2.1. LOS LÍQUENES .....	9
2.1.1. Historia.....	9
2.1.2. Naturaleza de los líquenes.....	10
2.1.3. Aparato vegetativo .....	11
2.1.4. Órganos portados por el talo de los líquenes .....	13
2.1.5. Desarrollo y crecimiento .....	14
2.1.6. Efectos de la contaminación sobre los líquenes .....	15
2.1.7. Los líquenes y la contaminación del aire .....	15
CAPÍTULO III .....	16

INFORMACION ESPECÍFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
3.2. UBICACIÓN Y LÍMITES .....	17
3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE COLECTA .....	20
3.3.1. Parque Pedro Moncayo .....	21
3.3.2. Parque Víctor Manuel Peñaherrera-La Merced .....	22
3.3.3. Parque Boyacá.....	23
3.3.4. Avenida Atahualpa.....	24
3.3.5. Parque Pilanquí .....	24
3.3.6. Avenida Cristóbal De Troya .....	25
3.3.7. Avenida 17 De Julio.....	26
3.3.8. Avenida Padre Aurelio Espinoza Pólit.....	26
3.3.9. Bosque Protector Guayabillas .....	27
3.3.10. Yuracruz .....	28
3.3.11. Valle de las Malvinas .....	30
3.3.12. Laguna de Yahuarcocha .....	31
3.4. MATERIALES .....	31
3.5. MÉTODOS .....	32
3.5.1. Registro de líquenes presentes en la ciudad de Ibarra.....	33
3.5.2. Diversidad Alfa y diversidad Beta de la comunidad liquénica .....	35
3.5.2.1. Análisis Multivariado .....	35
3.5.2.2. Etapas del Análisis Multivariado .....	36
• Selección de las Unidades Taxonómicas Operacionales (OTU's).....	36
• Codificación de los caracteres y construcción de la matriz de datos .....	36
• Cálculo de la matriz de coeficientes de similitud o disimilitud entre las OTU's .....	37
• Métodos de ordenación .....	38
• Interpretación de los dendrogramas y/o resultados gráficos .....	39
3.5.3 Determinación cualitativa y comparativa la calidad ambiental .....	40
3.5.4 Elaboración de una guía ilustrada de líquenes .....	41
CAPÍTULO IV .....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	42

4.1.2 RESULTADOS DEL INVENTARIO .....	44
4.1.2.1 Listado de individuos colectados .....	46
4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS GÉNEROS ENCONTRADOS EN LA CIUDAD DE IBARRA .....	58
4.1.3.1 Familia Ramalinaceae .....	59
• Género Ramalina .....	59
4.1.3.2 Familia Parmeliaceae .....	60
• Género Parmelia .....	61
• Género <i>Usnea</i> .....	61
4.1.3.3 Familia Teloschistaceae .....	62
• Género Xanthoria .....	62
• Género Teloschistes .....	63
4.1.3.4 Familia Lecanoraceae .....	64
• Género Lecanora .....	64
• Familia Physciaceae .....	65
• Género Anaptychia .....	65
• Género <i>Physcia</i> .....	66
• Género <i>Physconia</i> .....	66
4.1.3.5 Familia Lobariaceae .....	67
• Género <i>Sticta</i> .....	67
4.1.3.6 Familia Brigantiaceae .....	68
4.1.3.7 Familia Chrysothricaceae .....	68
• Género Chrysotrix .....	69
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	69
4.2.1 Comparación de los sitios en base a la presencia ausencia .....	70
4.2.1.1 Comparación de sitios en relación a las especies vegetales registradas..	70
4.2.1.1 Comparación de sitios en relación a Géneros .....	73
4.2.1.2 Comparación de sitios en relación a Familias .....	76
4.3. DETERMINACIÓN CUALITATIVA Y COMPARATIVA LA CALIDAD AMBIENTAL .....	77
CAPÍTULO V .....	85
5.1 CONCLUSIONES .....	85
5.2 RECOMENDACIONES .....	86



CAPÍTULO VI.....	88
RESUMEN.....	88
Palabras claves: Líquenes, contaminación, sensibilidad, tolerancia, bioindicadores .....	89
SUMMARY .....	89
BIBLIOGRAFÍA .....	91

## Índice de Figuras

Figura 2.1. Bosquejo de la morfología de un líquen. ....	10
Figura 2.2. Asociación simbiótica entre alga y hongo para formar un líquen ....	11
Figura 2.3 Talo foliáceo de <i>Umbilicaria pustulata</i> .....	12
Figura 2.4 Talos compuestos .....	12
Figura 2.5 Isidios de <i>Pertusaria corallina</i> y Soredio de <i>Ramalina</i> .....	13
Figura 3.1. Ubicación y división política de la ciudad de Ibarra .....	17
Figura 3.2. Ubicación de la ciudad de Ibarra y Sitios de colecta. ....	18
Figura 3.3. Distribución hipotética de líquenes <i>Shinus molle</i> (Anacardiaceae)..	34
Figura 3.4. Ejemplo de dendrograma.....	39
Figura 3.5. Biodiversidad líquénica por cada árbol analizado.....	40
Figura 4.2. Análisis comparativo entre los sitios de colecta.....	70
Figura 4.3. Análisis comparativo Moncayo 1 hasta Paep 1 .....	71
Figura 4.4. Puntos de muestreo con alta contaminación ambiental .....	71
Figura 4.5. Análisis comparativo entre los sitios de colecta Pilanqui, Boyaca, Av. C de Troya y la Merced.....	72
Figura 4.6. Puntos de muestreo con moderada contaminación ambiental .....	72
Figura 4.7. Análisis comparativo e Yuracruz y la zona de Malvinas .....	73
Figura 4.8. Puntos de muestreo con mínima contaminación ambiental.....	73
Figura 4.9. Análisis comparativo entre los sitios de colecta.....	74
Figura 4.10. Análisis comparativo e de Moncayo 2 hasta 17 de julio 2 .....	74
Figura 4.11. Análisis comparativo Moncayo 3 hasta hasta Guayabillas.....	75
Figura 4.12. Análisis comparativo Moncayo 3 hasta hastaGuayabillas.....	75
Figura 4.13. Análisis comparativo entre los sitios de colecta .....	76

## Índice de Cuadros

Cuadro 3.1. Datos demográficos de la ciudad y sus parroquias.....	20
Cuadro 3.2. Detalle de materiales de campo y de oficina.....	32
Cuadro 3.3. Características de los sitios y arboles .....	33
Cuadro 3.4. Estructura de la Matriz Básica de Datos (MBD).....	37
Cuadro 3.5. Ejemplo de la estructura de la Matriz de Distancia .....	38
Cuadro 3.6. Valores relativos de contaminación ambiental,.....	41
Cuadro 4.1. Resultados del inventario en cada sitio de colecta .....	44
Cuadro 4.2. Listado especies parque Pedro Moncayo .....	47
Cuadro 4.3. Listado Especies Parque La Merced .....	48
Cuadro 4.4. Listado Especies Parque Boyacá.....	49
Cuadro 4.5. Listado Especies Av. Atahualpa.....	50
Cuadro 4.6. Listado Especies Pílanqui.....	51
Cuadro 4.7. Listado Especies Av. Cristóbal de Troya .....	52
Cuadro 4.8. Listado Especies Av. 17 de Julio .....	53
Cuadro 4.9. Listado de Especies de la Av Padre Aurelio Espinoza Pólit .....	54
Cuadro 4.10. Listado Especies Yuracruz .....	55
Cuadro 4.10. Listado Especies Guayabillas .....	56
Cuadro 4.11. Listado Especies Las Malvinas .....	57
Cuadro 4.12. Listado Especies Yahuarcocha .....	58
Cuadro 4.13 porcentaje de especies encontradas .....	83
Cuadro 4.14 Medida de la contaminación según presencia de líquenes .....	84

## Índice de Gráficos

Gráfico 4.1 Comparación de Familias registradas .....	45
Gráfico 4.2 Comparación de Géneros registrados .....	45
Gráfico 4.3 Comparación de Especies registradas .....	46
Gráfico 4.4. Comparación de Especies por Géneros, Parque Pedro Moncayo. ....	47
Gráfico 4.5. Comparación de Especies por Géneros. Parque La Merced .....	48
Gráfico 4.6. Comparación de Especies por Géneros. Parque Boyacá .....	49
Gráfico 4.7. Comparación de Especies por Géneros, Av. Atahualpa. ....	50
Gráfico 4.8. Comparación de Especies por Géneros, Parque Pílanquí. ....	51
Gráfico 4.9. Comparación de Especies por Géneros, Av. Cristóbal de Troya. ....	52
Gráfico 4.10. Comparación de Especies por Géneros, Av. 17 de Julio. ....	53
Gráfico 4.11. Comparación de Especies por Géneros, Av. PAEP. ....	54
Gráfico 4.12. Comparación de Especies por Géneros, Yuracruz. ....	55
Gráfico 4.13. Comparación de Especies por Géneros, Bosque Guayabillas .....	56
Gráfico 4.14. Comparación de Especies por Géneros, Malvinas. ....	57
Gráfico 4.15. Comparación de Especies por Géneros, Yahuarcocha .....	58

## Índice de Fotografías

Fotografía 3.1 Parque Pedro Moncayo.....	21
Fotografía 3.2 Parque La Merced.....	22
Fotografía 3.3 Parque Boyacá.....	23
Fotografía 3.4 Avenida Atahualpa.....	24
Fotografía 3.5 Parque de Pílanquí.....	25
Fotografía 3.6 Av. Cristóbal de Troya.....	25
Fotografía 3.7 Av. 17 de Julio.....	26
Fotografía 3.8 Av. P. Aurelio Espinoza P.....	27
Fotografía 3.9 Vista de la ciudad de Ibarra desde la loma de Guayabillas.....	28
Fotografía 3.10. Vista de Yahuarcocha y de Ibarra, desde Yuracruz.....	29
Fotografía 3.11 Vista de la finca San José en el sector de las Malvinas.....	30
Fotografía 3.12 Vista de Yahuarcocha.....	31
Fotografía 3.13. Estructura de las cuadrículas de muestreo.....	34
Fotografía 4.1. <i>Ramalina lacera</i> .....	59
Fotografía 4.2. Conjunto de Parmelias en punto de muestreo.....	60
Fotografía 4.3. <i>Parmelia caperata</i> y 4.4. <i>Pleurosticta acetabulum</i> .....	61
Fotografía 4.5. <i>Usnea hirta</i> .....	62
Fotografía 4.6. <i>Xanthoria polycarpa</i> .....	63
Fotografía 4.7. <i>Teloschistes flavicans</i> .....	63
Fotografía 4.8. <i>Lecanora horiza</i> detalle de apotecios negros (derecha).....	64
Fotografía 4.9. <i>Lecanora horiza</i> .....	65
Fotografía 4.10. <i>Anaptychia ciliaris</i> .....	65
Fotografía 4.11. <i>Physcia biziana</i> .....	66
Fotografía 4.12. <i>Physconia servitii</i> .....	66
Fotografía 4.13. <i>Sticta limbata</i> .....	67
Fotografía 4.14. <i>Brigantiacea</i> .....	68
Fotografía 4.15. <i>Chrysotrix sp.</i> .....	69
Fotografía 4.16 Parque Pedro Moncayo y e <i>Chrysotrix sp</i> .....	77
Fotografía 4.17 Parque Boyacá y <i>Ramalina lacera</i> .....	77
Fotografía 4.18 Parque La Merced y <i>Parmelia caperata</i> .....	78

Fotografía 4.19 Av. Atahualpa y <i>Physconia servitii</i> .....	78
Fotografía 4.20 Parque Pílanquí y <i>Ramalina fastigiata</i> .....	79
Fotografía 4.21 Av. Cristóbal de Troya y <i>Ramalina lacera</i> .....	79
Fotografía 4.22 Av. 17 de Julio y <i>Pleurosticta acetábulum</i> .....	80
Fotografía 4.23 Av. Padre Aurelio Espinoza y <i>Teloschistes flavicanss</i> .....	80
Fotografía 4.24 Loma de Guayabillas y <i>Usnea hirtas</i> .....	81
Fotografía 4.25 Laguna de Yahuarcocha y e <i>Chrysotrix sp</i> .....	81
Fotografía 4.26Valle de Las Malvinas y e <i>Usnea sps</i> .....	82
Fotografía 4.27 Yuracruz y e <i>Teloschistes chrysophthalmuss</i> .....	83

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la calidad del aire se ha visto afectada debido al incremento en la emisión de compuestos tóxicos, que han aumentado su peligrosidad, lo que puede verse reflejado en efectos que se producen en algunos organismos vivos que de esta manera, reflejan las características y variaciones existentes en su ambiente. Esta información es de invaluable utilidad para la prevención y el control de la contaminación ambiental (Gast, 1984). Esta manifestación o reacción de los organismos, es una peculiaridad que se puede usar como criterio de indicación (Arndt, Nobel & Schweizer, 1987). De este modo, un bioindicador es un organismo o comunidades de organismos que responden a la contaminación por sustancias nocivas, ya sea con alteraciones en sus funciones vitales o con la acumulación de tales sustancias, proporcionando de este modo información sobre el medio en que se encuentran.

Entre las distintas especies vegetales empleadas como bioindicadores, los líquenes son de esencial interés por su uso en la evaluación de la contaminación atmosférica. Su sensibilidad a la presencia de compuestos tóxicos en la atmósfera, como dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y ácido clorhídrico (HCl), por ejemplo, se manifiesta por alteraciones morfológicas y fisiológicas evidentes (Ravera, 1975). Muchas especies de líquenes pueden presentar una gran capacidad de acumulación de contaminantes tales como azufre (S), plomo (Pb) y flúor (F), que toman de la atmósfera, que es su única fuente de nutrición (Mejía, 1993.), obteniendo una enorme resistencia a condiciones

adversas que, junto a su crecimiento lento, les proporciona una elevada longevidad (Insarov & Schroeter 2002). La causa de la resistencia o tolerancia de los líquenes hacia los distintos contaminantes depende fundamentalmente de la resistencia del protoplasma de la célula, de la fase metabólica y de la vitalidad y capacidad de inhibición de los efectos. En este sentido, la madurez del talo, es una de las razones primordiales del descenso en la diversidad y biomasa de líquenes en zonas contaminadas, porque simplemente no se pueden reproducir o los talos más jóvenes dejan de desarrollarse (Ferre, 1999).

Los métodos empleados para utilizar líquenes como bioindicadores y biomonitores de contaminación atmosférica tienden a relacionar la presencia o ausencia de especies, su densidad, frecuencia de aparición, porcentaje de cobertura y/o presencia y nivel de síntomas de daños externos o internos, con el grado de pureza del aire (Ammann, Kerzig, Liebendorfer & Urech, 1987). De esta forma, se pueden complementar los complejos análisis químicos, caracterizando la vegetación de líquenes en regiones no contaminadas y observando cómo su composición y abundancia disminuye al acercarse a zonas con fuentes de contaminación, hasta desaparecer completamente en regiones con altas concentraciones de sustancias nocivas (Gilbert, 1973).

## **1.1. PROBLEMA**

Se sabe que el hombre ha interactuado con el ambiente andino durante milenios, la presencia de restos humanos en los Andes tropicales data de hace 7000 a 10000 años. (Ulloa & Moller, 1995) La contaminación atmosférica es un problema antiguo que se ha agravado en los últimos años como consecuencia del desarrollo industrial y de las actividades urbanas. Las principales acciones humanas generadoras de contaminación vienen siendo sin duda el uso de aparatos que emplean combustibles en los hogares, el transporte, especialmente el automóvil, las industrias cementeras, siderometalúrgicas, papeleras y químicas y las centrales térmicas



(<http://www.bioygeo.info>). El aire que respiramos está compuesto por 78% de nitrógeno (N), 21% de oxígeno (O), 0.093% de argón (Ar) y una porción de vapor de agua, cuando se habla de contaminación del aire, se refiere a la alteración de esta composición, producida por causas naturales o provocadas por el hombre. Las fuentes que provocan la contaminación del aire se clasifican en: 1.- fijas que son toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones y procesos industriales, comerciales, y 2.- fuentes móviles, que son todo equipo o maquinaria no fijos, con motores de combustión y similares que con motivo de su operación generan emisiones contaminantes a la atmósfera. El uso excesivo del automóvil provoca un alto grado de contaminación del aire, debido a que muchos de ellos se encuentran en mal estado y generan gran número de contaminantes que afectan directamente a la calidad de vida de los individuos. La industria y el transporte son las dos principales fuentes de contaminación del aire. Además otro agravante a esta situación es la falta de información sobre las especies de líquenes existentes, pues la mayoría no se encuentran debidamente estudiadas por lo que no se ha podido conocer la situación real - ambiental de los líquenes para este caso en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

La ciudad de Ibarra tiene un alto porcentaje de contaminación que afecta de manera especial a la zona urbana, la cual se ha incrementado especialmente por los gases que generan los automotores existentes en la ciudad. Adicionalmente, la falta de un estudio real que determine científicamente cuál es la situación actual de la calidad ambiental, han impedido que se establezcan índices de contaminación ambiental reales y actualizados. Si bien existen indicadores ambientales que determinan el grado de contaminación con relativa exactitud, como por ejemplo los líquenes los mismos que han sido utilizados ampliamente en otras regiones, en el país al no existir liquenólogos que trabajen sobre esta importante temática, la mayoría de literatura especializada sobre este grupo biológico ha sido realizado por liquenólogos extranjeros.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El empleo de bioindicadores para detectar la polución tiene una serie de ventajas tales como el bajo costo, los resultados rápidos y la posibilidad de proporcionar información acumulativa, integrada y discriminada gracias a su capacidad de respuesta frente a las alteraciones del medio, la cual nunca puede ser detectada a través de mediciones física químicas. La mayor ventaja de los bioindicadores es que continuamente están en su hábitat, cosa que un equipo de medición no hace (pues toman las muestras de aire de forma periódica), por lo que si en algún instante, por muy corto que sea, tiene lugar algún hecho que pueda afectar al ambiente, los indicadores biológicos lo detectarán, mientras que probablemente los equipos de análisis no estarían operativos y no lo detectarían.

Los líquenes tienen un importante papel como bioindicadores de lectura inmediata de la contaminación medio ambiental, de los cambios climáticos y de la estabilización del suelo. Se han realizado muchos trabajos acerca de este tema en regiones templadas, pero tan solo en algunos pocos casos las técnicas empleadas en este tipo de estudios han sido utilizados en los trópicos. La mayor parte de las investigaciones realizadas en los trópicos hasta la fecha, se relacionan con la contaminación ambiental y perturbaciones forestales, pero estas han sido ejecutadas tan solo en algunos pocos lugares, y permanecen aún sin realizar en la mayoría de las regiones tropicales. Las ventajas que poseen los líquenes para ser utilizados como bioindicadores de lectura inmediata en los trópicos se basan en que los trabajos pueden ser realizados sin la identificación total de las especies involucradas, y en el hecho de que son perennes y fácilmente discernibles a simple vista o con la ayuda de una lupa de campo (Aguilar, 2008). Esto último constituye un factor importante, ya que la falta de entrenamiento para la identificación es el principal problema en la realización de este tipo de investigaciones.

El número de estudios que han utilizado los líquenes como bioindicadores en el trópico es todavía limitado. A pesar de los pocos resultados disponibles, la alta

biodiversidad líquénica que existe en los trópicos permite inferir que existe un gran potencial para poderlos emplear con este objetivo. Los líquenes, por su biología y modo de vida, constituyen uno de los organismos más adecuados para evaluar el impacto humano sobre los ecosistemas (Werth *et al.*, 2005). Son organismos de probada sensibilidad frente a la contaminación ambiental (Hawksworth & Rose 1970, Nimis *et al.* 1990), usos del suelo (Aragón *et al.* 2008; Bergamini *et al.* 2005), fragmentación (Belinchón *et al.* 2007, Rheault *et al.* 2003) o talas y raleo (Hedenås & Ericson, 2003, Pykälä, 2004). Esto es debido a la íntima relación fisiológica entre el talo del líquen y el ambiente (Nash, 1996). Son organismos que carecen de lignina, por lo que reaccionan frente a las pequeñas variaciones del ambiente, carecen de sistemas de excreción, por lo que no pueden seleccionar las sustancias que absorben, ni pueden regularla pérdida de agua (Barreno, 2003, Hawksworth & Hill 1984, Richardson, 1992).

A partir de la Convención de Diversidad Biológica, se está dando mayor importancia a monitorizar y asignar un valor conservacionista a los programas de acción de biodiversidad nacional. Como consecuencia, la utilización de los líquenes como bioindicadores debe ser un tópico a considerar seriamente en los países tropicales. La rapidez y bajo coste de los análisis los hacen especialmente atractivos cuando los recursos son escasos. Sin embargo, tan solo mediante investigaciones continuas y entrenamiento, podrán obtenerse los beneficios señalados.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la sensibilidad con respecto a la presencia ausencia de los líquenes como indicadores biológicos de la calidad atmosférica mediante el estudio comparativo entre la zona urbana y áreas de vegetación remanente de la ciudad de Ibarra.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Registrar las especies de líquenes presentes en la ciudad de Ibarra, tanto en el centro urbano como en áreas rurales de vegetación remanente.
- Realizar un análisis multivariado con respecto a presencia-ausencia de la comunidad liquénica en los sitios representativos de Ibarra.
- Determinar cualitativamente y de forma comparativa la calidad atmosférica de las áreas estudiadas, usando sitios testigos con evidente ausencia o presencia de contaminación.
- Elaborar una guía ilustrada de líquenes que incluya un sistema rápido de monitoreo de la calidad ambiental

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Ho: no existen diferencias entre la comunidad liquénica de áreas con evidencias de contaminación respecto a áreas naturales, por lo tanto los líquenes no son indicadores ambientales.

H1: existen diferencias entre la comunidad liquénica de áreas con evidencias de contaminación respecto a áreas naturales, por lo tanto los líquenes son indicadores ambientales.

## **CAPÍTULO II**

### **INFORMACIÓN GENERAL DE LA TEMÁTICA**

En cuanto se produce una alteración en su entorno, algunos seres vivos desarrollan una determinada respuesta, cambiando sus funciones vitales o su composición química o genética y pueden llegar a almacenar el agente que ha causado ese cambio. Estos organismos se denominan “Indicadores Biológicos o Bioindicadores”. (Pérez, 2010)

Cuando se habla de bioindicadores se refiere a especies que permiten deducir alguna característica del medio en el que están, por lo que en general se utilizan como indicadores de la calidad de su hábitat, ya sea como detectores de presencia, concentración o efecto de la contaminación, o como detectores de cambios o alteraciones en el medio. Un ejemplo clásico de bioindicador era el canario en las minas. Cuando el canario se moría, se entendía que había aumentado la concentración de los gases tóxicos que componen en el aire que respiraban los mineros al interior de las minas.

Los bioindicadores tienen varias maneras de “manifestar su protesta” como puede ser simplemente mediante su presencia o ausencia. Otra forma es mediante malformaciones o mediante la abundancia del indicador. Además de todo esto, algunos seres vivos son capaces de acumular el agente contaminante. Se les llama bio-acumuladores.

Otra ventaja es que los bioindicadores son organismos vivos. Eso quiere decir que sus respuestas indican directamente si se está produciendo algún daño sobre los seres vivos. Midiendo únicamente valores físico-químicos, estos efectos sólo pueden suponerse. Los bioindicadores permiten evaluar la calidad del suelo, el aire o el agua de manera muy útil, fiable y económica. (Pérez, 2010)

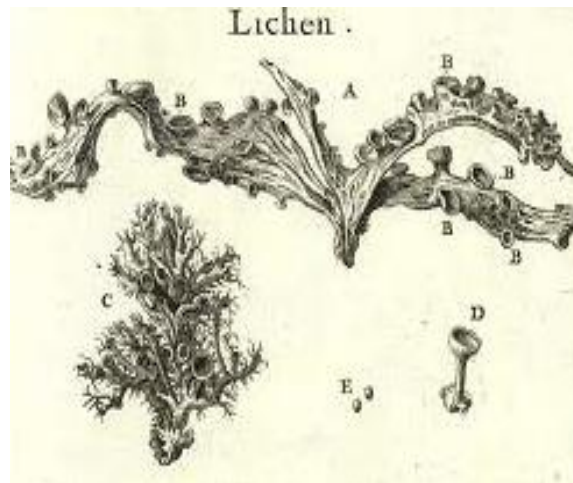
## **2.1. LOS LÍQUENES**

El término líquen significa “musgo de árbol”. Uno de los rasgos más interesantes y distintivos es que son organismos formados de la asociación simbiótica de un hongo con un organismo fotobiontico, ya sea un alga, cianobacterias o ambas.

### **2.1.1. Historia**

Los primeros intentos de investigación de los líquenes se vienen haciendo hace varios siglos como se lo muestra a continuación: (Figura 2.1)

- Siglo IV a C., primera referencia de los líquenes en los escritos de Teofrasto.
- Siglo XVII, Tournefort separa los líquenes netamente de las algas y los musgos.
- Siglo XVIII, Linneo, reúne a los líquenes junto a las algas bajo un solo género, *Lichen*.
- Siglo XIX, D'Acharius hace un estudio intensivo, en 1803 introduce los términos. de soledio, isido y cefalodio, como estructuras típicas de los líquenes.
- 1867, Schwendener descubre la naturaleza simbiótica de los líquenes.



**Figura 2.1. Bosquejo de la morfología de un líquen.**

Fuente: (<http://www.plantasyhongos.es>)

### **2.1.2. Naturaleza de los líquenes**

Todos los líquenes están formados por dos componentes u organismos que viven en simbiosis:

- Hifas del hongo, micobionte, micosimbionte.
- Células del alga, o gonidios, ficobionte, ficosimbionte.

Micobionte puede ser:

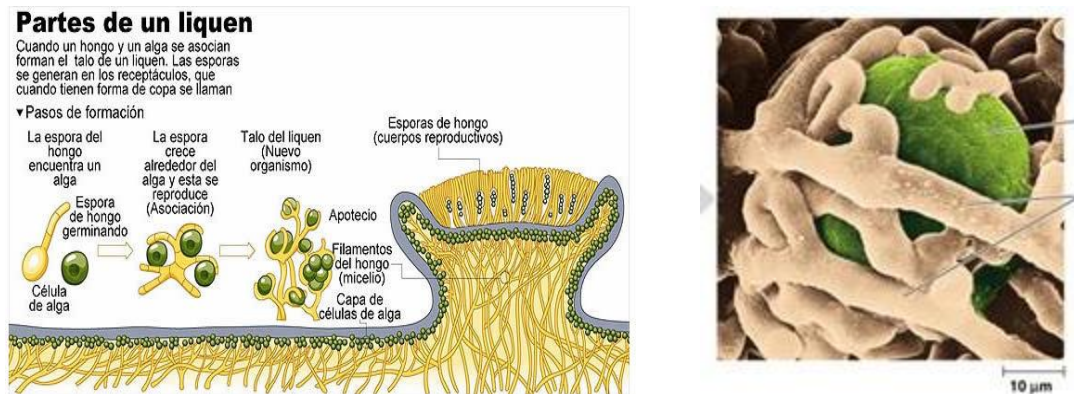
- Ascomiceto, la mayoría de las veces, ascolíquenes, con las fructificaciones típicas de los ascomicetos.
- Basidiomiceto, más raramente.

Ficobionte puede ser:

- Clorofita, el caso más frecuente.
- Cianofita.



Debido a su naturaleza simbiótica los líquenes presentan características tanto del alga como del hongo, pero también presentan características propias y particulares. (Figura 2.2)



**Figura 2.2. De izquierda a derecha imagen de la morfología de un líquen y a continuación Asociación simbiótica entre alga y hongo para formar un líquen**

Fuente:([www.micomania.rizoazul.com](http://www.micomania.rizoazul.com))

### 2.1.3. Aparato vegetativo

Los principales tipos de talos identificados pueden ser los siguientes:

- ❖ Talos fruticulosos: no aplicados al sustrato, sólo adheridos al sustrato por una superficie de fijación reducida, pueden ser erectos, péndulos o extendidos, etc.
- ❖ Talos foliáceos: extendidos sobre el sustrato, fijados por un conjunto de resinas y unidos por un solo punto. (Figura 2.3)
- ❖ Talos escumulosos: formados por un conjunto de escamas más o menos cercanas, contiguas o imbricadas, con un borde no adherido al sustrato.



**Figura 2.3. Talo foliáceo de *Umbilicaria pustulata***

Fuente:(<http://www.biologie.uni-hamburg.de>)

- ❖ Talos gelatinosos: negruzcos, coriáceos y friables cuando secos pero al menos pulposos, flexibles y traslúcidos cuando húmedos.
- ❖ Talos filamentosos: formados por filamentos muy finos enmarañados, con aspecto lanoso, extendidos sobre el sustrato.
- ❖ Talos crustáceos: fuertemente adheridos al sustrato, incorporados total o parcialmente al sustrato, constituyen las 3/4 partes de los líquenes.



**Figura 2.4 Talos compuestos formados por dos partes:  
1.- un talo primario y, 2.- un talo secundario**

Fuente:(<http://www.biologie.uni-hamburg.de>)

- ❖ Talos compuestos formados por dos partes: 1.- un talo primario, crustáceo, escumuloso o, más raramente foliáceo, extendido por el sustrato; y, 2.- un talo secundario fruticuloso, formado por unos elementos ramificados.(Figura 2.4)

#### 2.1.4. Órganos portados por el talo de los líquenes

El talo de los líquenes está conformado por estructuras que cumplen funciones específicas, es el caso de:

- Pelos, formados por los extremos libres de las hifas del córtex o en ausencia de esta capa por la médula.
- Ricinas, órganos de fijación, simples o ramificados, típicos de la mayoría de los talos foliáceos.
- Cilios, tienen la misma estructura que las ricinas.
- Fibrillas, tienen el aspecto de largos cilios, pero del mismo color que el resto del talo, son cortas ramificaciones verdaderas.



**Figura 2.5 De izquierda a derecha la representación de los Isidios de *Pertusaria corallina* y enseguida un Soredio de *Ramalina***

Fuente: (<http://www.biologie.uni-hamburg.de>)

- Tubérculos, o nódulos, son simples salientes, a menudo de forma irregular e imprecisa, siempre menos altos que espesos.
- Papilas, son cilíndricas o cónicas, más o menos agudas o redondeadas en la extremidad, siempre más altas que espesas.
- Isidios, son proyecciones de la superficie del talo, revestidas de córtex.(Figura 2.5)
- Soredios, pequeñas granulaciones de 25-100 micrómetros.(Figura 2.5)
- Cifelas, depresiones redondeadas o alargadas, de color blanquecino, en la superficie de talos foliáceos y fruticulosos.
- Pseudocifelas, igual que las cifelas pero falta el córtex y aflora la médula.
- Cefalodios, en líquenes con clorofitas, aparecen en la superficie verrugas corticadas en general, de color diferente.

### **2.1.5. Desarrollo y crecimiento**

Cada espora unicelular o cada lóculo en las pluricelulares emite un filamento de germinación, en cultivo si el micelio no encuentra el alga puede alcanzar varios mm de tamaño, no se sabe que ocurre en la naturaleza si no se encuentra el alga en algunos líquenes las ascosporas son emitidas junto con los gonidios, para asegurar el crecimiento. Es el hongo el que juega el papel predominante en el desarrollo del líquen, la formación del talo es bastante independiente de los gonidios, sólo en los líquenes gelatinosos y filamentosos el alga tiene un papel importante, la velocidad de crecimiento es más elevada en los líquenes fruticulosos que en los foliáceos, y más fuerte que en los crustáceos, la velocidad es del orden de 0,1-10 mm al año, excepcionalmente algunos centímetros, la edad de los grandes talos puede ser de varios centenares de años, la velocidad de crecimiento varía dependiendo de diversos factores, como la temperatura y la estacionalidad

### **2.1.6. Efectos de la contaminación sobre los líquenes**

Todas las sustancias arrojadas a la atmósfera como: metales pesados, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) y otros, procedentes de la combustión de carbones y de los derivados del petróleo, de la fabricación de aluminio, de los fosfatos y de otros alteran gravemente a muchas especies. El dióxido de azufre(SO<sub>2</sub>) es el principal contaminante gaseoso afectando en mayor medida al normal funcionamiento de estos organismos y es también el que se encuentra en mayor concentración y está más extendido. Cada año se vierten en la atmósfera unas 200 Tm como resultado de las actividades humanas. La respuesta de los líquenes frente al SO<sub>2</sub>, consiste en reducir la superficie de contacto con el agua y en volverse más pequeños e impermeables, afectando a la fotosíntesis y a su respiración. Además, inhiben la captación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), alterando la composición de sus células, y perdiendo enseguida la respiración, con la consiguiente muerte.(Revista digital Avdigital, Madrid, 2009.)

### **2.1.7. Los líquenes y la contaminación del aire**

Cumplen con tres características deseables en especies bioindicadoras. La sensibilidad a nivel de comunidad es la que más interesa.

1. No se desplazan. No tienen periodos de latencia.
2. Tienen una amplia presencia en el territorio.

Estructura talofítica (sin cutícula), expuesta directamente a la acción de contaminantes. (Pérez, 2010)

## **CAPÍTULO III**

### **INFORMACION ESPECÍFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El sitio donde se realizó el estudio fue el centro de la ciudad de Ibarra tomando puntos estratégicos en donde también están ubicadas las especies arbóreas que contienen los líquenes estudiados e investigados.

#### **3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En el Ecuador se encuentran una gran variedad de tipos climáticos y esta variedad tiene un gran efecto en la extensión de los tipos de vegetación y en la diversidad de la flora del país. Los tipos climáticos que se encuentran en el país están influenciados por su posición geográfica a cada lado de la línea ecuatorial, la circulación general de la atmósfera, la posición y los movimientos de las corrientes oceánicas y por los efectos orográficos producidos por la presencia de los Andes, así como las pequeñas cadenas montañosas costeras.

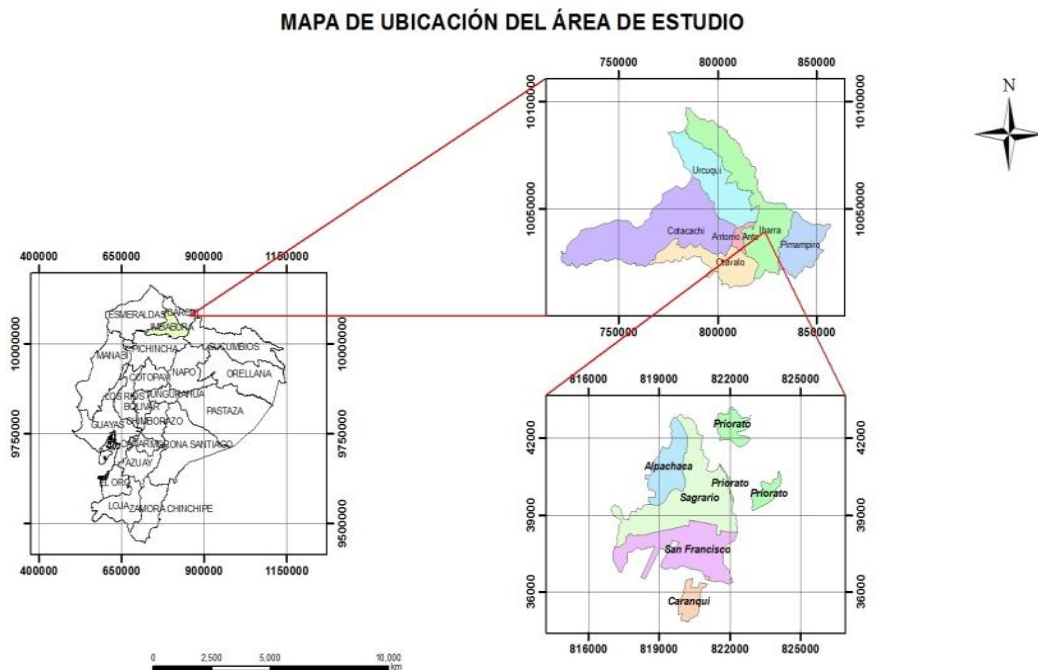
La gran diversidad climática y la complejidad geográfica que caracterizan al país, han originado una enorme diversidad biológica, la misma que ha situado a este territorio en un selecto grupo de países llamados “mega diversos”. Es así que, Ecuador cuenta proporcionalmente con una de las floras más ricas de América Latina, con aproximadamente 230 familias botánicas y de 16.000 a 18.000 especies de plantas

vasculares (Freire, 2004), aproximadamente el 8 % de todas las especies del planeta en tan sólo un 0.2 % de territorio respecto al total mundial.

### 3.2. UBICACIÓN Y LÍMITES

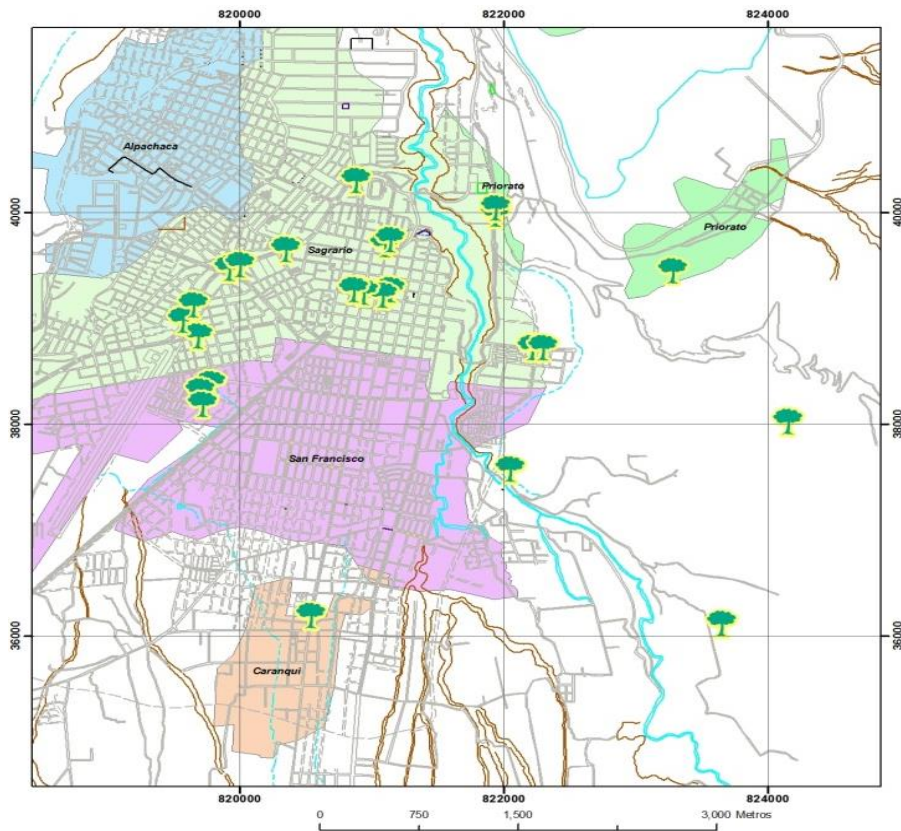
La ciudad de Ibarra (Ver anexo 1.1) está situada en el norte del país aproximadamente a unos 120 kilómetros de la ciudad de Quito, (Figura 3.1.) La ciudad se encuentra a una altitud de 2.225 metros sobre el nivel del mar y es conocida como la Ciudad Blanca. Ibarra posee una temperatura la cual oscila entre los 9.6°C y 22.3°C promedio (Carrera; Chuquín & Puetate, 1992), en la zona urbana del Cantón se encuentran las parroquias de San Francisco, El Sagrario, Alpachaca, Caranqui y Priorato. Tiene una superficie de 1.162,22 km<sup>2</sup>, con una densidad de 131,87 hab/km<sup>2</sup> en el Cantón, 2.604 hab/km<sup>2</sup> en el área urbana y 39,91 hab/km<sup>2</sup> en el área rural. La zona urbana del Cantón cubre la superficie de 41,68 km<sup>2</sup>, la zona rural incluido la periferia de la cabecera cantonal cubre la superficie de 1.120,53 km<sup>2</sup>.

Figura 3.1. Ubicación y división política de la ciudad de Ibarra



Elaboración: Los Autores

Los límites del cantón son al norte con la provincia del Carchi, (Figura 3.1) al noroeste con la provincia de Esmeraldas, al oeste con los cantones Urcuquí, Antonio Ante y Otavalo, al este con el Cantón Pimampiro y al sur con la provincia de Pichincha. La localización geográfica del Cantón Ibarra en UTM (Universal Transversal Mercator) 10.041.000 Norte, de 820.000 Oeste, tomando como punto de referencia el centro de la ciudad de Ibarra (Narváez, 2005).



**Figura 3.2. Ubicación de la ciudad de Ibarra y Sitios de colecta: Parque Pedro Moncayo, Parque Víctor Manuel Peñaherrera-La Merced. Parque Pilanquí, Parque Boyacá, Av. Atahualpa, Av. Cristóbal de Troya. Av 17 de Julio, Av. Padre Aurelio Espinoza Pólit, Guayabillas, Yahuarcocha, Yuracruz y Las Malvinas.**

Elaboración: Los Autores

Una característica del cantón Ibarra es la variedad de microclimas que van desde el frío andino en la zona de Angochagua, hasta el cálido seco del valle del Chota, pasando por el cálido húmedo de la zona de Lita y La Carolina. Los anuarios



meteorológicos históricos (41 años) determinan una temperatura media de 15.90° C, con una variación mínima menor a 0.3°C. Los registros promedian una temperatura máxima media entre los 20 y 25° C y una mínima media entre los 7 y 11° C. Los vientos promedios son del orden de 7m/s como máximo y de 3.5 m/s, como mínimos. El análisis hidrometeorológico determina que las precipitaciones están entre los 500 mm y 1400mm (Pet, 2001).

La calidad del agua en Ibarra durante la construcción de los cimientos de las viviendas y edificaciones existentes en la zona, se han determinado que el nivel freático se encuentra a una profundidad media de 1,50 metros, que es utilizada directamente por las plantas y varias especies vegetales; según la carta geológica de Ibarra la formación geológica corresponde a volcánicos del Imbabura. En cuanto a niveles de ruido se obtuvieron datos de presión sonora de 75 db en diferentes puntos del área de influencia.

La calidad del suelo del sector según el mapa de tipo de suelos del Ecuador, la fertilidad del suelo corresponde a la categoría baja, esto quiere decir, que los puntos de muestreo se localizan en suelos frágiles que tienen problemas de erosión y baja fertilidad. Ibarra y su área de influencia inmediata (La Esperanza y San Antonio) cubre una superficie de 12.329 Has. La topografía del suelo corresponde a pendientes que fluctúan entre el 5 y el 15% en las estribaciones del cerro Imbabura. De acuerdo al Mapa Ecológico del Ecuador (Cañadas, 1983) se identificaron en el cantón Ibarra 5 zonas de vida o formaciones vegetales:

1. Monte espinoso Pre - Montano (mePM)
2. Bosque seco Pre - Montano (bsPM)
3. Bosque muy húmedo Pre - Montano (bmhPM)
4. Bosque húmedo Montano (bhM)
5. Páramo pluvial Sub Alpino (ppSA)

En cuanto a los aspectos demográficos de la ciudad, según el VII censo nacional de población realizado en el año 2010, de los 14.483.499 habitantes que tiene el Ecuador, la población total del Cantón Ibarra alcanza a 181.175 habitantes de los cuales 93.389 corresponden a mujeres y 87.786 a hombres detallándolos de la siguiente manera: (Fuente INEC).

**Cuadro 3.1. Datos demográficos de la ciudad y sus parroquias**

AREA	SEXO	HABITANTES	PORCENTAJE
IBARRA URBANA	H	67165	48.07%
	M	72556	51.93%
AREA AMBUQUI	H	2 707	49.42%
	M	2 770	50.58%
AREA ANGOCHAGUA	H	1 510	46.28%
	M	1 753	53.72%
AREA LA CAROLINA	H	1 448	52.57%
	M	1 291	47.13%
AREA ESPERANZA	H	3 686	50.06%
	M	3 677	49.94%
AREA LITA	H	1 788	53.39%
	M	1 561	46.61%
AREA SALINAS	H	887	50.95%
	M	854	49.05%
AREA SAN ANTONIO	H	8 595	49.05%
	M	8 927	50.95%
	<b>Total</b>	<b>181175</b>	<b>100%</b>

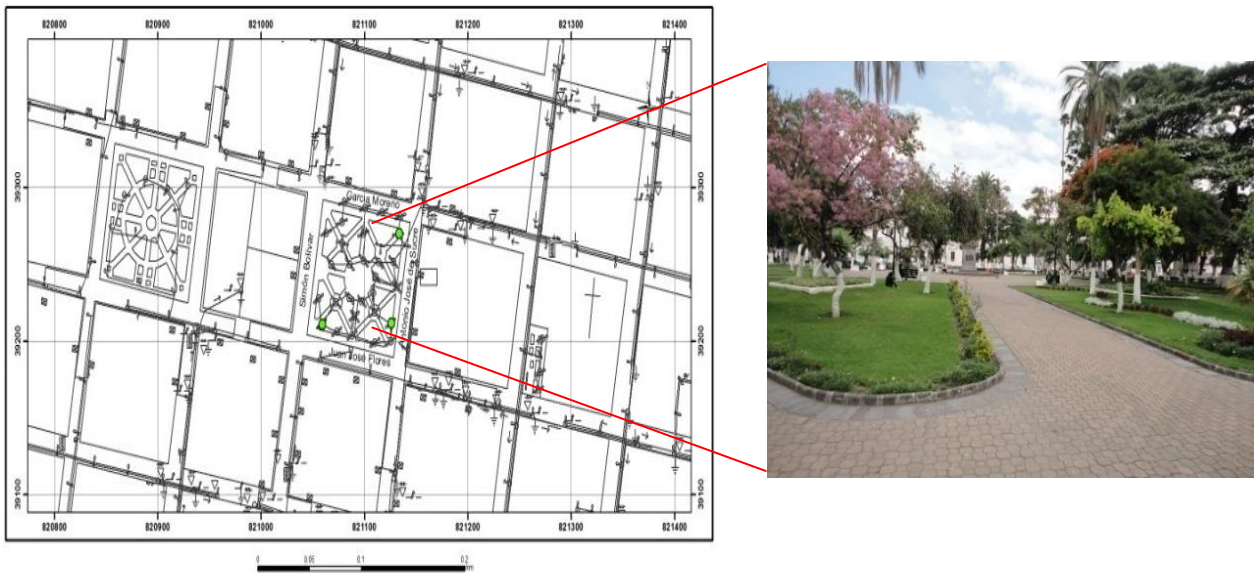
(Fuente: INEC).

### **3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE COLECTA**

A continuación se detallan algunas características de cada uno de los sitios de colecta (Anexo 1.2), considerados los más representativos dentro de la ciudad de Ibarra, por contar con ecosistemas que aún conservan su cobertura vegetal:

### 3.3.1. Parque Pedro Moncayo

Ubicado en el centro de Ibarra el cual lleva el nombre del Sr. Dr. Pedro Moncayo y Esparza, está situado entre las calles “García Moreno” al norte; la calle “Juan José Flores” al sur; la carrera “Sucre” al Oriente y la calle “Bolívar” en la misma línea de la Capilla Episcopal; al norte el edificio antiguo del Colegio Nacional “Teodoro Gómez de la Torre”, Y el Torreón que luce el reloj público al sur, al oriente edificios que sirven para oficinas públicas y otros; al occidente, el edificio de la Gobernación y el Palacio Municipal.



**Fotografía 3.1 Parque Pedro Moncayo**

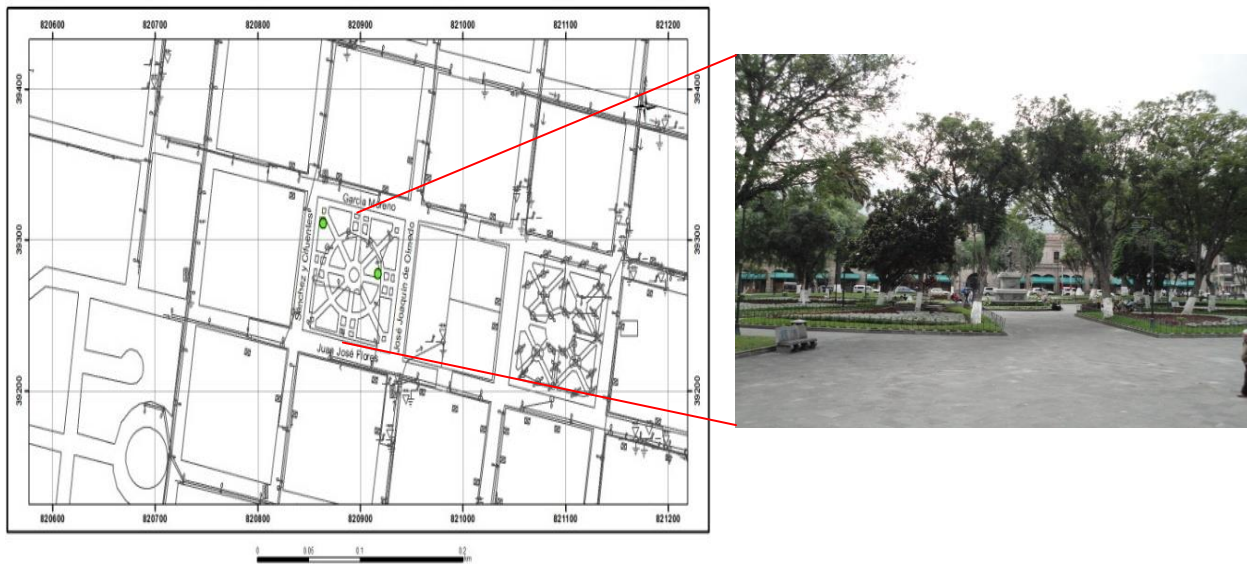
Elaboración: Los Autores

El parque Pedro Moncayo (Fotografía 3.1) tiene un área de 8.825,96 metros cuadrados y se encuentra a una altitud de 2.230 msnm, con una vegetación como se detalla: *Schinus molle*, *Jubaea chilensis*, *Cedrela adórate*, *Parajubaea cocoides*, *Chionanthus pubescens*, *Phoenix dactylifera*, *Delostomain tegrifolium*, *Tecoma stans*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ceiba pentandra*, *Araucaria*

*araucana*, *Erythrina edulis*, *Yucca aloifolia*, *Jacaranda arborea*, *Casuarina equisetifolia*, *Jubaea chilensis*, *Bougainvillea spectabilis*, *Myrtus communis*, *Callistemon citrinus*, *Spathodea campanulata*, *Morus alba*, *Acacia caven*, *Grevillea robusta*, *Cupressus sp*, *Musa textilis*, *Hyophorbe verschaffeltii*, *Neriumoleander* y *Cocos nucifera*, es el lugar en donde más especies vegetales se encontró (touribarra.gob.ec, IMI 2010).

### 3.3.2. Parque Víctor Manuel Peñaherrera-La Merced

En la actualidad se conoce con el nombre de parque de La Merced (Fotografía 3.2). Es uno de los más importantes de Ibarra ya que se encuentra situado frente a la iglesia que lleva el mismo nombre. Ubicado a una altitud de 2.228 msnm.



Fotografía 3.2 Parque La Merced

Elaboración: Los Autores

El parque posee un área de 8496.00 m<sup>2</sup> con una vegetación como se detalla: *Agave lechuguilla*, *Jubaea chilensis*, *Cedrela adórate*, *Parajubaea cocoides*, *Chionanthus*

*pubescens*, *Phoenix dactylifera*, *Magnolia grandiflora*, *Pipe rnigrum*, *Prunus serotina* (touribarra.gob.ec, IMI 2010).

### 3.3.3. Parque Boyacá

El parque Boyacá (Fotografía 3.3) conocido popularmente como la plaza de Santo Domingo, está situada al norte del Casco Antiguo de la ciudad. Está comprendido por la avenida Víctor Manuel Peñaherrera, la calle Rafael Troya y el templo de Santo Domingo. Se encuentre ubicado a una altitud de 2.218 msnm.



**Fotografía 3.3 Parque Boyacá**

Elaboración: Los Autores

Parque Boyacá tiene un área de 2.787,36 m<sup>2</sup> con una vegetación como se detalla: *Schinus molle*, *Jubaea chilensis*, *Cedrela adórate*, *Parajubaea cocoides*, *Chionanthu pubescens*, *Phoenix dactylifera*, *Delostomai tegrifolium*, *Tecomastans*, *Hibiscus rosa-sinensis* (touribarra.gob.ec, IMI 2010).

### 3.3.4. Avenida Atahualpa

La avenida Atahualpa (Fotografía 3.4) tiene una longitud de 2195.38 m a una altitud de 2239 msnm con las siguientes especies: *Jubaea chilensis*, *Bougainvillea spectabilis*, *Myrtus communis*, *Callistemon citrinus*, *Spathodea campanulata*, *Morus alba*, *Acacia caven*, *Grevillea robusta*, *Cupressus sp*, *Musa textilis*, *Hyophorbevers chaffeltii*, (touribarra.gob.ec, IMI 2010).



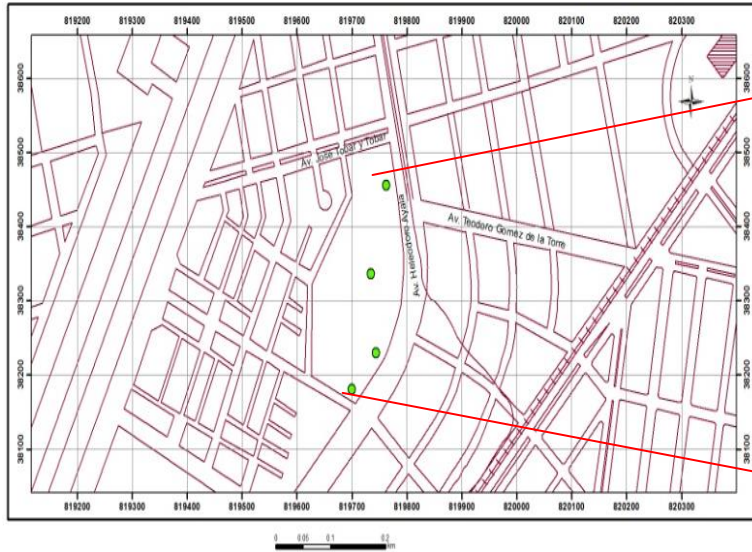
Fotografía 3.4 Avenida Atahualpa

Elaboración: Los Autores

### 3.3.5. Parque Pílanquí

El parque Pílanquí (Fotografía 3.5) está comprendido entre las avenidas Heleodoro Ayala y José Tobar a una altitud de 2.215 msnm siendo este un espacio dado en comodato al Municipio de Ibarra.

El parque Pílanquí tiene un área de 34.713 m<sup>2</sup> con una vegetación como se detalla: *Jubaea chilensis*, *Bougainvillea spectabilis*, *Myrtus communis*, *Callistemon citrinus*, *Spathodea campanulata*, *Morus alba*, *Acacia caven*, *Grevillea robusta*, *Cupressus sp*, *Musa textilis*, *Hyophorbevers chaffeltii*, (touribarra.gob.ec, IMI 2010).

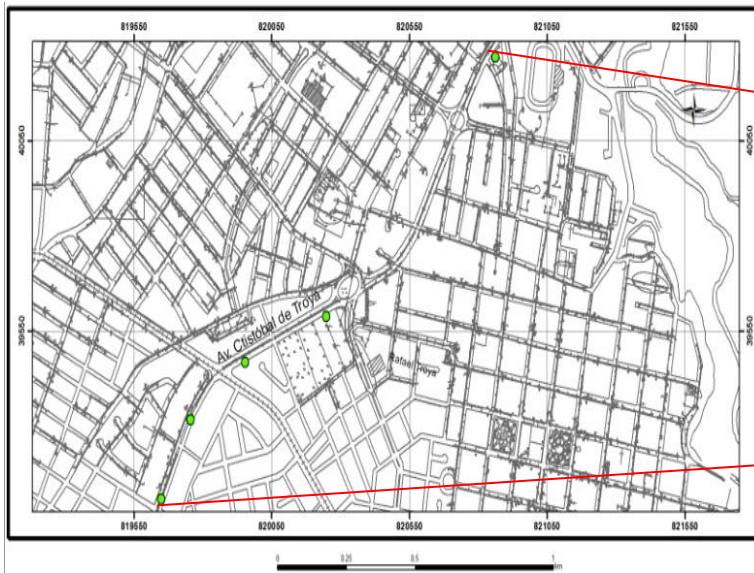


**Fotografía 3.5 Parque de Pílanquí**

Elaboración: Los Autores

### 3.3.6. Avenida Cristóbal De Troya

La avenida la Av. Cristóbal de Troya (Fotografía 3.6) tiene una longitud de 2.450 m ubicada a una altitud de 2.224 msnm.



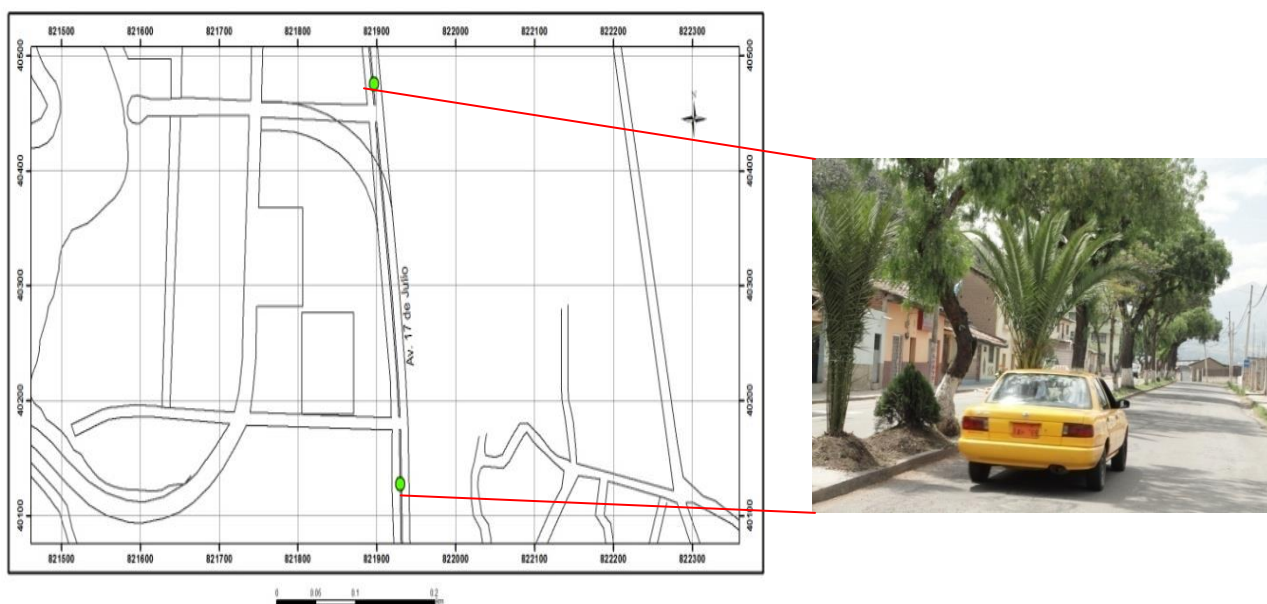
**Fotografía 3.6 Av. Cristóbal de Troya**

Elaboración: Los Autores

La avenida la Av. Cristóbal de Troya (Figura 3.8) tiene una longitud de 2.450 m ubicada a una altitud de 2.224 msnm con las siguientes especies: *Schinus molle*, *Jubaea chilensis*, *Cedrela adórate*, *Parajubaea cocoides*, *Chionanthus pubescens* (touribarra.gob.ec, IMI 2010).

### 3.3.7. Avenida 17 De Julio

La avenida la Av.17 de Julio (Fotografía 3.7) tiene una longitud 2.169,06 m y esta a una altitud de 2.226 msnm presenta las siguientes especies: *Phoenix dactylifera*, *Delostomaint egrifolium*, *Tecoma stans*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Euphorbia hyssopifolia*. (touribarra.gob.ec, IMI 2010).



**Fotografía 3.7 Av. 17 de Julio**

Elaboración: Los Autores

### 3.3.8. Avenida Padre Aurelio Espinoza Pólit

La avenida la Av. Aurelio Espinosa (Fotografía 3.8) tiene una longitud de 305 m y se encuentra ubicada a una altitud de 2.225 msnm con las siguientes especies: *Myrtus*



*communis*, *Callistemon citrinus*, *Spathodea campanulata*, *Morus alba*, *Acacia caven*, *Grevillea robusta*, *Cupressus sp*, *Musa textilis*(touribarra.gob.ec, IMI 2010).



**Fotografía 3.8 Av. P. Aurelio Espinoza P.**

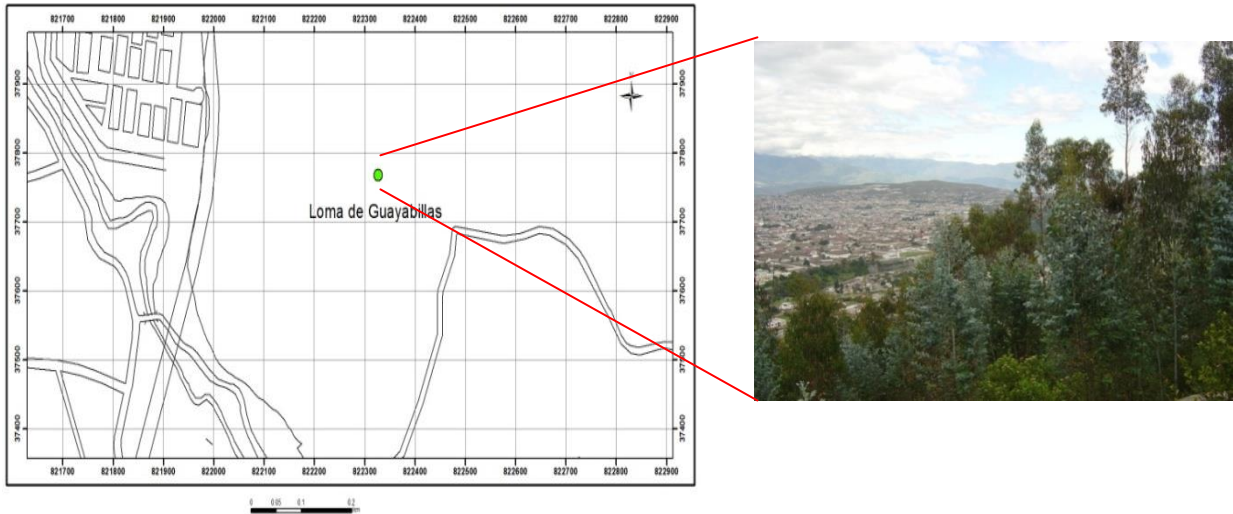
Elaboración: Los Autores

### **3.3.9. Bosque Protector Guayabillas**

La loma de Guayabillas se encuentra en el Cantón Ibarra y pertenece a la parroquia urbana de San Francisco. Es parte esencial de la identidad natural y cultural de la población ibarreña. La extensión total de este territorio es de 54,10 hectáreas, lo que lo convierte en uno de los parques urbanos más extensos de la ciudad, y su ubicación es colindante con sur-este de la ciudad de Ibarra (Fotografía 3.9), con cotas que empiezan a los 2.275 msnm en su base y hasta los 2.400 msnm. La temperatura está en función de la altitud, esta oscila entre 17° - 18°C por lo cual permite ser visitada durante todo el año (Pabón, Oña, Velarde y Ochoa, 2008).

Esta ubicación y altitud sobre la Ciudad de Ibarra le permite contar con vistas panorámicas hacia los cuatro puntos cardinales. Se tiene así que al norte y nor-oeste se visualiza el conjunto urbano edificado de la denominada Ciudad Blanca (Ibarra) y

la cuenca del río Tahuando. Al sur y sur-este, los valles de La Campiña, Las Malvinas y la quebrada de Yuracruz, y al nor-este, las lomas de El Mirador y Alto de Reyes.



**Fotografía 3. 9 Vista de la ciudad de Ibarra desde la loma de Guayabillas**

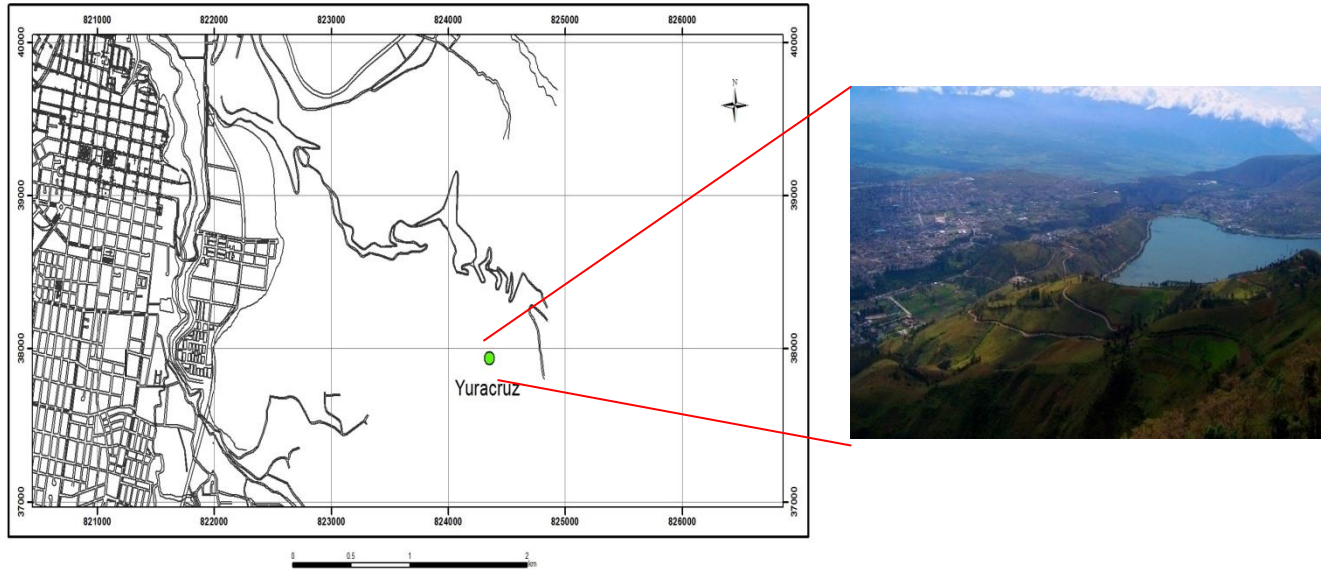
Fuente:(Oña, 2009)

La mayor parte del Bosque está constituida por duripan de color café claro, o amarillento (Anexo 1.5). Sus principales características son su dureza y escasa cobertura vegetal a menudo se nota en su superficie una red de malla hexagonal de costras blanquecinas, indicando la presencia de una gran cantidad de material calcáreo. El proceso de degradación más importante en el Bosque Protector de Guayabillas es la pérdida de suelo por acción del agua, el viento, también tiene mucho que ver la presencia de los eucaliptos *Eucaliptos globulus* ya que esta especie requiere gran cantidad de agua y este acelera el proceso de erosión de la zona (Pabón; Oña; Velarde & Ochoa, 2008).

### **3.3.10. Yuracruz**

Yuracruz (Fotografía 3.10) se encuentra en la parroquia Priorato a 4 km de la ciudad de Ibarra, constituye un mirador natural que permite observar claramente a la ciudad

de Ibarra, la Laguna de Yahuarcocha, el volcán Imbabura y el volcán Cotacachi, siendo un sitio de gran atractivo turístico (viajandoX.com, 2008).



**Fotografía 3.10. Vista de Yahuarcocha y de Ibarra, desde Yuracruz**

Fuente:(Oña, 2009)

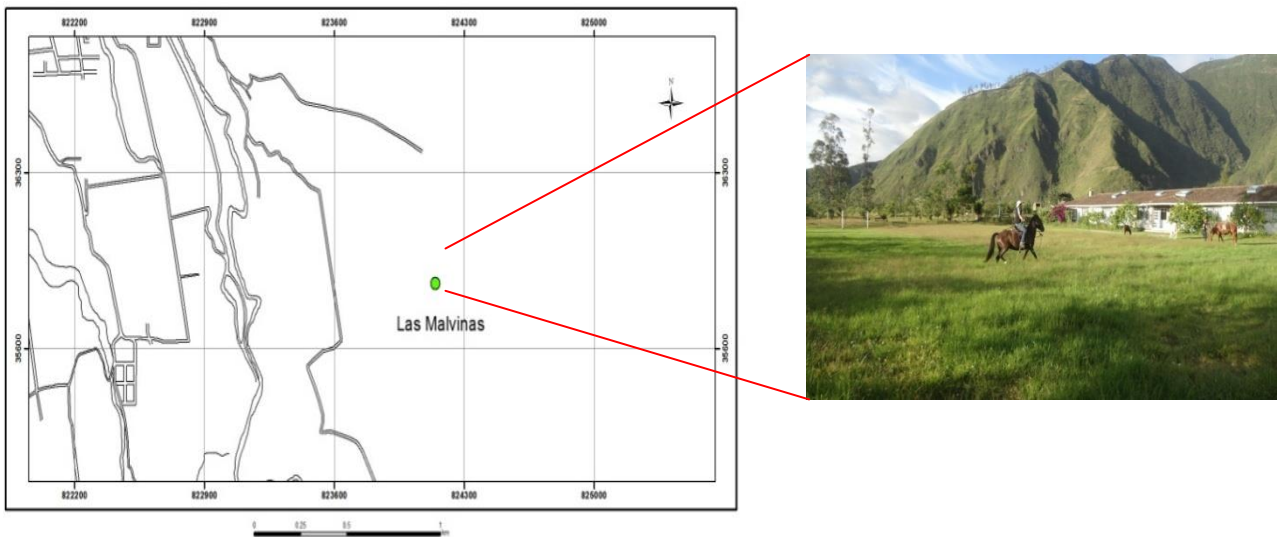
Este mirador se encuentra a 2.245 msnm, tiene forma regular con paredes inclinadas en sus alrededores (Figura 3.16) y plano en la cima, es una saliente de la cordillera de Angochagua que separa a la ciudad de Ibarra de la Laguna de Yahuarcocha, es un sitio de fácil acceso.

En la Colina de Yuracruz abundan especies vegetales como: *Baccharis latifolia*, *Drosera brevifolia*, *Medicago sativa*, *Prosopis pallida*, *Pennisetum clandestinum*, *Ceratonia siliqua*, *Piper aduncum*, *Psidium guajava*, *Ricinus comunis* etc. En la zona también existen *Passer domesticus*, *Podarcis. sp.*, *Pheucticus chrysogaster*, *Sympetrum sanguineum*, *Turdus merula*. El entorno se encuentra muy deteriorado por la erosión de sus colinas y la falta de mantenimiento de las viviendas, además hace falta alumbrado en la vía de acceso.

### 3.3.11. Valle de las Malvinas

Los valles de La Campiña (Fotografía 3.11), Las Malvinas se encuentra en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra y pertenece a la parroquia urbana de San Francisco. Esta ubicación y altitud sobre la Ciudad de Ibarra le permite contar con vistas panorámicas hacia sur y sur-oeste, se visualiza la cuenca del río Tahuando, parte de la zona urbana del sector de la Esperanza y la quebrada de Yuracruz.

Elaboración: Los Autores



**Fotografía 3.11 Vista de la finca San José en el sector de las Malvinas.**

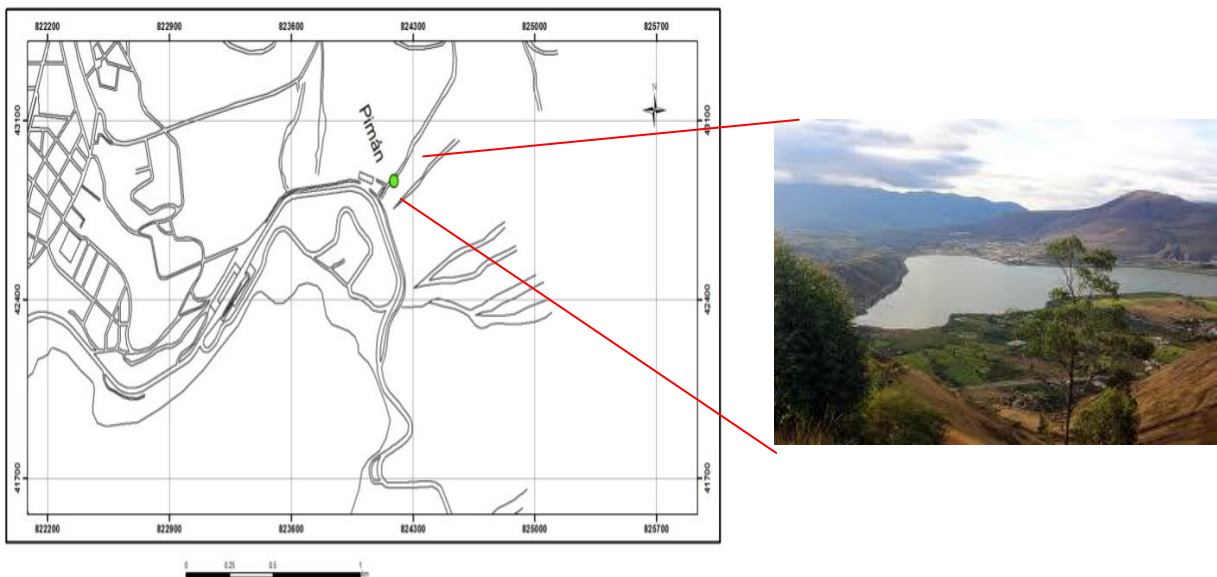
Elaboración: Los Autores

La mayor parte de los Valles está constituida de una gran variedad de plantas como: *Uncaria tomentosa*, *Rubus glaucus*, *Rhododendron simsii*, *Piper aduncum*, *chilca*, *guayabilla*, *Tecoma stans*, *Simarouba amara*, *Shinus molle*, *Ceratonia siliqua*, *Caesalpinia spinosa*, *Inga edulis* entre otras. También existen áreas dominadas por pastos especialmente por *Penicetum clandestinum*. El área es una zona volcánica conformada por materiales volcánicos extrusivos procedentes del Imbabura y del Angochagua (coladas de lavas andesíticas piroxénicas con fenocristales de plagioclasa), y por rocas efusivas riolíticas. Sobre éstas se han depositado materiales

piroclásticos pleistocénicos, tobas y duripanes de color gris amarillento a gris oscuro (www.oas.org).

### 3.3.12. Laguna de Yahuarcocha

De origen glacial, ubicada a 3 km de la ciudad de Ibarra, a una altitud de 2190 metros sobre el nivel del mar (Fotografía 3.12). Las especies de fauna que se hallan en la zona son peces, *Oreochromis mossambicus*, *Bubulcus ibis*, *Fulica ardesiaca*, *Columbina passerina*, *Amazilia luciae*, *Streptopelia turtur*, *Passer domesticus*, *Phalco boenus carunculatus*. La Laguna de Yahuarcocha tiene una antigüedad de 12000 años. Pertenece al período post máximo glaciario. Es una laguna eutrófica. La acumulación anual de sedimentos en los últimos 400 años es de 1.5mm. Hacia el occidente se extienden huertos, con especies introducidas como *Baccharis latifolia*, *Drosera brevifolia*, *Medicago sativa*, *Prosopis spallida*, *Pennisetum clandestinum*, *Ceratonia siliqua*, *Piper aduncum*, *Psidium guajava*, *Ricinus comunis*. En algunos tramos de la zona está rodeado por un bosque de *Eucalyptus globulus*. También existen *Typha angustifolia*, *Buddleja coriacea*, *Sonchus oleraceus*. (www.touribarra.gob.ec)



Fotografía 3.12 Vista de Yahuarcocha

Elaboración: Los Autores

### 3.4. MATERIALES

Los materiales requeridos para el desarrollo óptimo de la investigación se detallan en el cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2. Detalle de materiales de campo y de oficina**

Materiales de campo	Materiales de oficina
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuadrilla o cuadrícula de cinta de velcro</li><li>• Envases para la recolección</li><li>• Lupa o lente, preferentemente de 8-20x</li><li>• Guía o clave para identificar líquenes.</li><li>• Regla y cinta métrica larga.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Software (ARC-GIS) para determinar puntos de estudio</li><li>• Hojas de cálculo electrónica</li><li>• Libreta de campo</li></ul>

Elaboración: Los Autores

### 3.5. MÉTODOS

La presente investigación busca caracterizar y probar las propiedades importantes de elementos o fenómenos que fueron sometidos al análisis. Cuando se describe se está aprehendiendo las múltiples partes de un objeto de estudio. Esta captación sirvió para profundizar el conocimiento objetivo y más tarde poder elaborar conceptos y categorías. El método de la investigación es Inductivo ya que, de la recopilación general de información sobre hechos y fenómenos relacionados con las características de los líquenes representativos, se presentó de forma organizada la información particular para las especies que se constituirán en motivo de este estudio.(<http://docs.google.com/viewer>)

### 3.5.1. Registro de líquenes presentes en la ciudad de Ibarra

Los muestreos fueron realizados en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, y en varios sitios de la periferia de la ciudad.

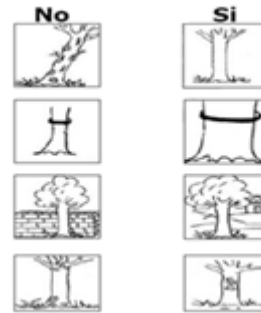
Cuadro 3.3 características de los sitios y arboles seleccionados en la presente investigación

#### 1. Elección de la estación

- ❖ La estación está constituida de 3 a 5 árboles idóneos para el recuento

#### 2. Características de los árboles

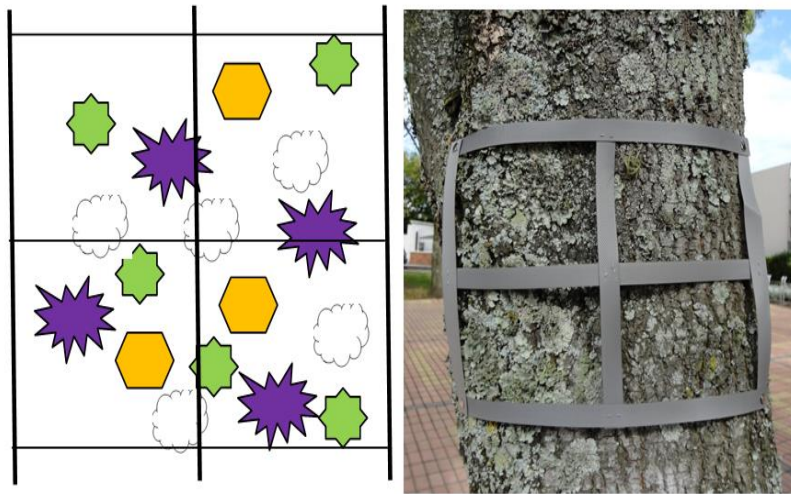
- ❖ **Inclinación del árbol no superior a 10° sin heridas ni nudos**
- ❖ **Circunferencia mínima de 20 cm**
- ❖ **Ausencia de obstáculos cercanos**
- ❖ **Selección de los árboles con mayor presencia liquénica**



Elaboración: Los Autores

Los sitios de la periferia se encuentran provistos de bosques naturales, los mismos que son utilizados como sitios de comparación a fin de determinar la efectividad de los líquenes como bioindicadores de la calidad ambiental. Las etapas de este tipo de investigación son las siguientes: Selección de los sitios de muestreo de líquenes (centro urbano: todos los árboles adecuados)

En muchos de las estaciones no se pudo contar con árboles idóneos que cumplan con las características óptimas para el proceso de colecta y recuento por lo que se optó por acomodarse con lo más parecido a la realidad.



**Figura 3.3 Distribución hipotética de líquenes en un gradiente horizontal y vertical sobre el tronco de *Shinus molle* (Anacardiaceae)**

Colecta y recopilación de información botánica, e identificación taxonómica de los líquenes (Cuadro 3.3)

Se logró hacer un banco de información con datos de estudios realizados en las zonas templadas y muy poca información de la zonas tropicales.

- Características de los árboles

Se diseñó una malla con cinta de velcro y grapas, esto facilito la manipulación del equipo mientras se registraba los datos referenciales como fotográficos, a de más de la previa identificación de las especies en el campo (Fotografía 3.13).



**Fotografía 3.13. Estructura de las cuadrículas de muestreo**

Elaboración: Los Autores



### **3.5.2. Diversidad Alfa y diversidad Beta de la comunidad liquénica**

Para esta investigación se realizó un análisis comparativo de presencia y ausencia de especies en cada uno de los sitios colectados, así como su relación con los ecosistemas, a través del análisis multivariado.

#### **3.5.2.1. Análisis Multivariado**

El análisis se realizó mediante la técnica denominada Análisis Multivariado conocido como Taxonomía Numérica (por tratarse de entidades taxonómicas cada una de las accesiones en estudio), este análisis permitió la evaluación numérica de la similitud entre unidades taxonómicas operativas (OTU) y se basó en la elección de los caracteres, tantos como sea posible. (Pabón, 2006). Para la aplicación de estas técnicas numéricas se observaron las siguientes premisas: (Crisci y López Armengol, 1983) Citado por Pabón (2006)

- A priori, todos los caracteres tendrán el mismo peso estadístico.
- Toda similitud (o afinidad) entre dos entidades fue una función de la similitud de todos los caracteres en los cuales éstas han sido comparadas.
- Los taxa serán delimitados teniendo en cuenta la correlación de caracteres considerados en los grupos bajo estudio.
- La taxonomía es una ciencia estrictamente empírica, donde la experiencia sensible tiene un papel preponderante.
- Las afinidades fueron estimadas independientemente de consideraciones filogenéticas.

### **3.5.2.2. Etapas del Análisis Multivariado**

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de los caracteres seleccionados (descriptores), se realizó mediante la utilización del paquete estadístico STATISTICA V.5 (Studentversion), para lo que se tomó en consideración la secuencia metodológica que se detalla:

- **Selección de las Unidades Taxonómicas Operacionales (OTU's)**

Esta selección permitió considerar como unidades de trabajo cualquier categoría taxonómica, ya sea especie o categorías infra o supra específica. De esta manera fue posible trabajar tanto las relaciones fenotípicas entre los integrantes de determinada categoría o toda la supuesta variabilidad contenida bajo un taxón. Además, es posible determinar la existencia o no de categorías infra específicas y definir las por el conjunto total de similitudes.

- **Codificación de los caracteres y construcción de la matriz de datos**

Una vez definidos los caracteres se procedió a codificarlos en atención a su naturaleza, de manera tal que puedan ser tratados como datos científicos, resume los principales tipos de datos, su naturaleza, codificación. Con los datos codificados convenientemente se construyó una Matriz Básica de Datos (MBD) en formato .STA.

**Cuadro 3.4. Estructura de la Matriz Básica de Datos (MBD)**

Categorías taxonómicas de líquenes registrados									
	Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	Sp5	Sp6	Sp7	Sp8	Spn
Sitio 1									
Sitio 2									
Sitio 3									
Sitio n									

Fuente: Los Autores

- **Cálculo de la matriz de coeficientes de similitud o disimilitud entre las OTU's**

Utilizando el paquete STATISTICA V.5 (Student version) y la distancia Euclidiana se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entradas. Se calculó con el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij} / n$$

Dónde:

**n** = número de caracteres cualitativos

**S<sub>ij</sub>** = coeficiente de asociación entre las entradas i y j

Luego se transformó en una matriz de distancia (D1), mediante el complejo S<sub>ij</sub>:

$$D1_{(i,j)} = (1 - S_{ij})$$

Además se calculó una Matriz de Distancia Euclideana:

$$D_{(i,j)} = \sum (X_{ki} - X_{kj})^2 / n$$

$X_{ki}$  = registro estandarizado del carácter k en la entrada i

$X_{kj}$  = registro estandarizado del carácter k en la entrada j

Dando la matriz final:

$$D = (n_1 D_1 + n_2 D_2) / (n_1 + n_2)$$

La estructura taxonómica de las entradas se analizó por medio del agrupamiento jerárquico de Ward (1963). La elección del número de grupos de entradas se realizó con los criterios de Pseudo F y Pseudo  $t_2$  utilizando el procedimiento CLUSTER del software STATISTICA V.5 (Student version).

**Cuadro 3.5 Ejemplo de la estructura de la Matriz de Distancia obtenida por el algoritmo Distancia Euclidiana**

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio n
Sitio 1	0				
Sitio 2		0			
Sitio 3			0		
Sitio 4				0	
Sitio n					0

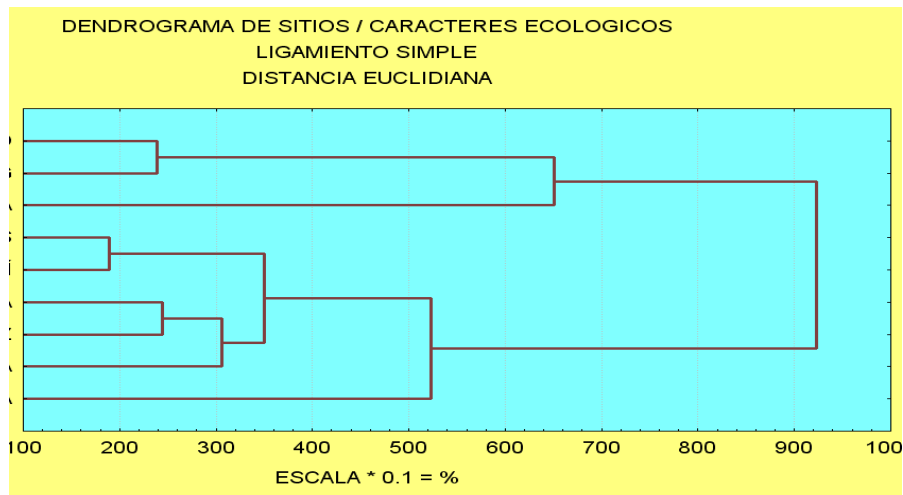
- **Métodos de ordenación**

Estos métodos se basaron en la posibilidad de representar mediante puntos en un espacio bi y tridimensional las relaciones de afinidad entre las OTU's de tal manera que mientras más cerca se encuentren dos OTU entre sí más estrechamente relacionadas están. La técnica de ordenación que se aplicó es: Análisis Discriminante a fin de obtener

el Valor Discriminante y finalmente el Análisis de Distribución Espacial de los grupos formados.

- **Interpretación de los dendrogramas y/o resultados gráficos**

Finalmente, tanto los métodos de agrupamiento como los de ordenación permitieron visualizar de manera práctica y objetiva las relaciones entre las OTU's, lo que permitió establecer las conclusiones y generar recomendaciones en cuanto a la afinidad morfológica, ecológica existente entre las diferentes accesiones para los géneros en estudio (Figura 3.4).







**Figura 3.4** Ejemplo de dendrograma (generado mediante análisis multivariado) con datos ecológicos de los sitios de estudio o con datos de presencia ausencia de líquenes

Es importante aclarar que tanto los resultados obtenidos por los análisis de agrupamiento como aquellos obtenidos por métodos de ordenación no son sino representaciones de las relaciones entre las OTU emanadas de una matriz de similaridad, y no una clasificación en sí misma (Zavaro y Crisci. s/f, citado por Pabón 2006), por lo que depende en gran medida del investigador la interpretación correcta de los resultados.

### 3.5.3 Determinación cualitativa y comparativa la calidad ambiental

La determinación cualitativa y comparativa se realizó dentro de dos aspectos:

- Tomando en cuenta la frecuencia de cada grupo que integra la comunidad líquénica, y
- Tomando en cuenta la cantidad total de grupos taxonómicos por cada árbol y por sitio analizado (Figura 3.5).

Especie	Frecuencia
Liquen 1 	=8
Liquen 2 	=6
Liquen 3 	=5
Liquen 4 	=7
<hr/>	
Total = 26	

Árbol 1	Tot= 26	}
Árbol 2	Tot= 17	
Árbol 3	Tot= 34	
Árbol 4	Tot= 9	
Árbol 5	Tot= 15	
<hr/>		
TOTAL	= 101	

**Figura 3.5 Biodiversidad líquénica para cada grupo taxonómico y comparación de grupos taxonómicos de líquenes por cada árbol analizado**

Elaboración: Los Autores

La interpretación de los resultados se realizó siguiendo la estructura cualitativa que consta en el cuadro 3.6.

**Cuadro 3.6 .Valores relativos de contaminación ambiental, basados en comunidad liquénica por especies encontradas**

<b>Clase</b>	<b>Valor de contaminación ambiental relativo (VCAR)</b>	<b>Color</b>
<b>Conservación natural muy alta</b>	<b>Más de 50</b>	<b>azul</b>
<b>Conservación natural alta</b>	<b>41-50</b>	<b>Verde oscuro</b>
<b>Conservación natural media</b>	<b>31-40</b>	<b>Verde claro</b>
<b>Conservación natural/Alteración baja</b>	<b>21-30</b>	<b>Amarillo</b>
<b>Alteración media</b>	<b>11-20</b>	<b>Anaranjado</b>
<b>Alteración muy alta</b>	<b>1-10</b>	<b>Rojo</b>
<b>Alteración severa</b>	<b>0 (Desierto liquénico)</b>	<b>Lila</b>

Elaboración: Los Autores

### **3.5.4 Elaboración de una guía ilustrada de líquenes**

Con la información obtenida a lo largo de la investigación, se diseñó una “GUÍA ILUSTRADA DE IDENTIFICACIÓN DE LÍQUENES”, la cual presentará información concreta acerca de los grupos taxonómicos, sus principales características biológicas y ecológicas. Esta guía será de gran utilidad para estudiantes, docentes, investigadores y liquenólogos, así como para uso de la comunidad interesada en temas del ambiente y la situación atmosférica.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

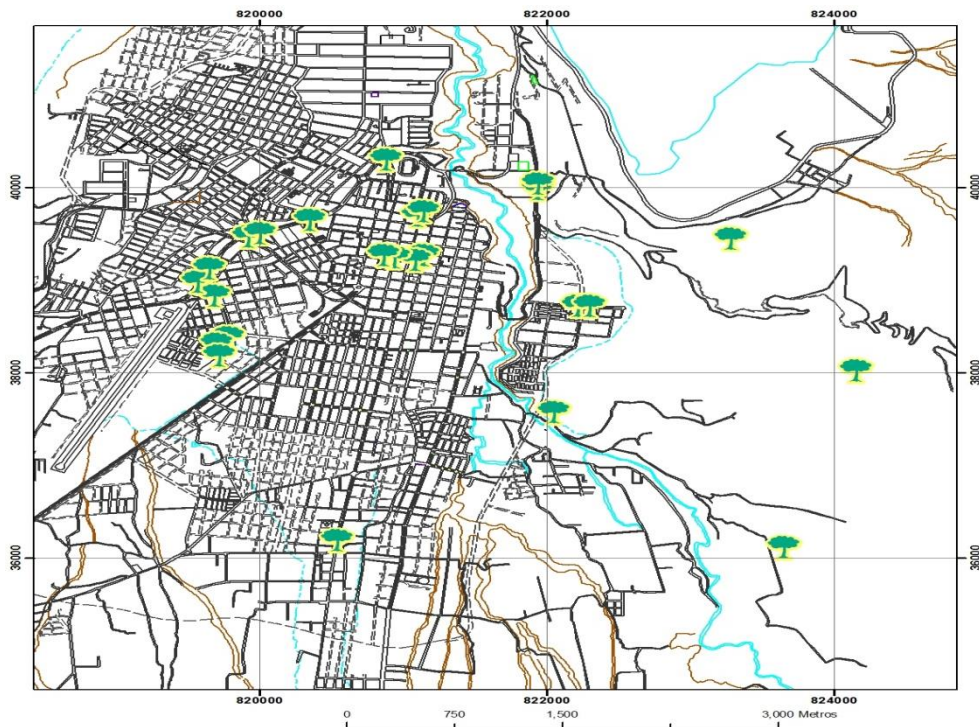
En este capítulo se detallan los resultados alcanzados en el transcurso de la ejecución de esta investigación, de forma objetiva y organizada, se describe a continuación.

#### **4.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

La ciudad de Ibarra, cabecera cantonal y capital de la provincia, se encuentra, entre las coordenadas UTM 822831 m E y 10036891 m N, ubicada a 2.228 msnm; está estratégicamente ubicada al noreste de Quito, Capital de la República a 126 km, a 135 km, de la frontera con Colombia, y a 185 km de San Lorenzo, en el Océano Pacífico. Tiene una superficie de 1.162,22 km<sup>2</sup>, con una densidad de 131,87 hab/km<sup>2</sup> en el cantón, 2.604 hab/km<sup>2</sup> en el área urbana y 39,91 hab/km<sup>2</sup> en el área rural. La zona urbana del cantón cubre una superficie de 41,68 km<sup>2</sup>, la zona rural incluida la periferia de la cabecera cantonal cubre la superficie de 1.120,53 km<sup>2</sup>.

El cantón Ibarra está constituido por cinco parroquias urbanas: El Sagrario, San Francisco, Caranqui, Alpachaca y La Dolorosa del Priorato; y las siete parroquias rurales: Ambuquí, Angochagua, La Carolina, La Esperanza, Lita, Salinas, San Antonio; con una superficie total de 1.162,22 km<sup>2</sup>, divididas en la siguiente forma:





**Figura 4.1 Mapa de Puntos de Muestreo de la ciudad de Ibarra**

Elaboración: Los Autores

Se realizó muestreos en varios puntos (Figura 4.1) de la ciudad de los cuales se tomaron parámetros que influirían en la calidad del ambiente en la ciudad de Ibarra, estos parámetros son:

- Constante flujo vehicular: en los sectores de las Avenidas Atahualpa, Cristóbal de Troya, Padre Aurelio Espinoza y 17 de Julio.
- Fuentes fijas y móviles: se caracterizan los parques Pedro Moncayo, La Merced, Boyacá y Pílanquí.
- Lugares de vegetación remanente o sitios testigos: Yahuarcocha, Guayabillas, Yuracruz y Las Malvinas, son sectores con menor o mínima concentración de contaminación por vehículos, en donde se encontró mayor variedad de líquenes para nuestra investigación

#### 4.1.2 RESULTADOS DEL INVENTARIO

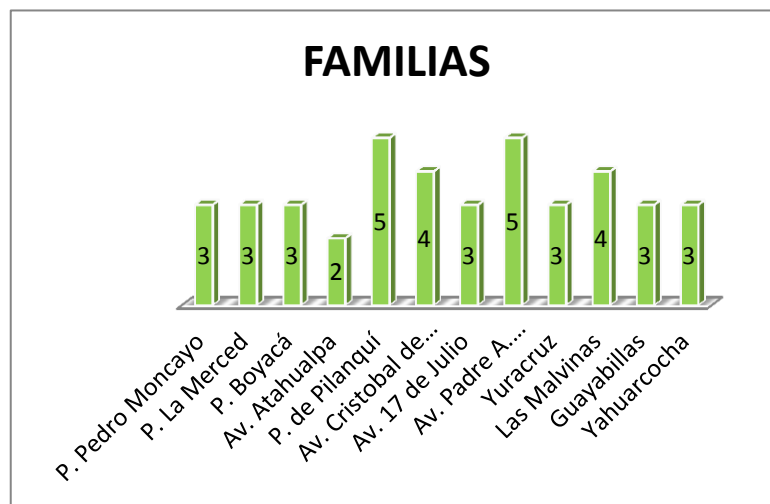
Se determinó que los líquenes dentro de los diferentes sitios de colecta se encuentran repartidos heterogéneamente, ya que la mayoría de especies se encuentran en distintos rangos. En la ciudad de Ibarra se registró en total **7 Familias, 11 Géneros y 35 Especies.**

**Cuadro 4.1. Resultados del inventario en cada sitio de colecta**

ZONA	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Parque Pedro Moncayo	3	5	8
Parque La Merced	3	3	5
Parque Boyacá	3	4	5
Parque de Pílanquí	5	8	10
Av. Atahualpa	2	2	4
Av. Cristóbal de Troya	4	4	9
Av. 17 de Julio	3	3	4
Av. Padre Aurelio Espinoza	5	8	11
Yuracruz	3	6	9
Loma de Guayabillas	3	4	4
Yahuarcocha	3	3	3
Las Malvinas	4	7	13

Elaboración: Los Autores

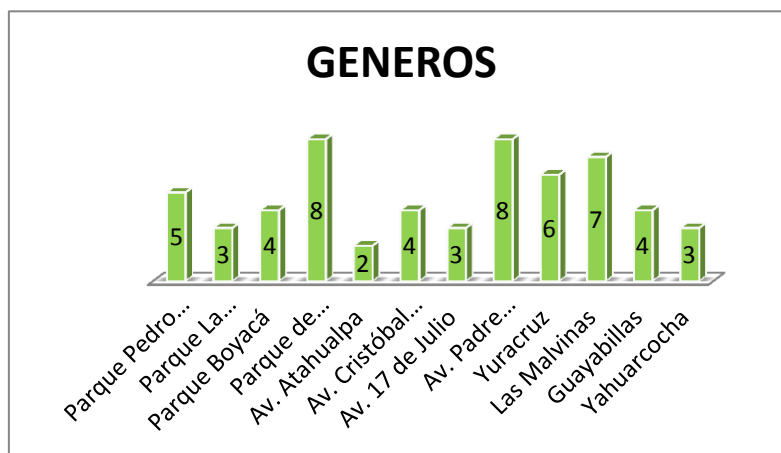
El parque de Pílanquí y la Av. Padre Aurelio Espinoza P. presentaron un mayor número de familias (Cuadro 4.1 y Gráfico 4.1); en lo que respecta al Parque Pedro Moncayo a pesar de que es el sitio con mayor diversidad de especies es el que menos variedad de familias líquenes se encontró, al igual que en los demás lugares muestreados. En cambio en los lugares alejados a la zona urbana se encontraron diversidad de especies pero varias de ellas de la misma familia de líquenes.



**Gráfico 4.1 Comparación de Familias registradas en cada una de las zonas de colecta**

Elaboración: Los Autores

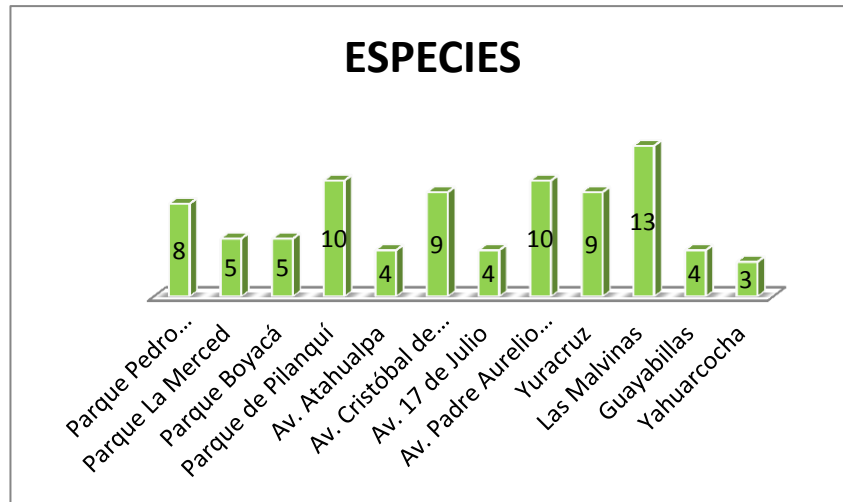
La Familia con mayor número de géneros (Gráfico 4.2) en la ciudad de Ibarra fue Physciaceae (tres): *Anaptychia*, *Physcia* y *Physconia* seguida de la Familia Teloschistaceae con dos: *Xanthoria* y *Teloschistes*.



**Gráfico 4.2 Comparación de Géneros registrados en las zonas de colecta**

Elaboración: Los Autores

En lo que se refiere a las especies (Gráfico 4.3), la zona que presentaron mayor número de especies es en el sector de las Malvinas con 13, seguido del Parque de Pilanquí que registra 10 especies al igual que la Av. Padre Aurelio Espinoza P., inmediatamente destacan las zonas de la Av. Cristóbal de Troya y el Parque Pedro Moncayo, confirmandose estos sitios como más diversos en flora.



**Gráfico 4.3 Comparación de Especies registradas en las zonas de colecta**

Elaboración: Los Autores

En general se identificó taxonómicamente a 26 de los individuos colectados, ya sea hasta género o especie, pero 10 individuos no se han determinado a que familia pertenecen.

#### **4.1.2.1 Listado de individuos colectados**

En la zona del Parque Pedro Moncayo se registraron 9 especies, de las cuales 6 se encuentran identificadas hasta especie de ahí que las demás tan solo como Morfo especie (Cuadro 4.2 y Gráfico 4.4)

**Cuadro 4.2. Listado especies parque Pedro Moncayo**

N° especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PARMELIACEAE	Pleurosticta	<i>Pleurosticta acetabulum</i>
2	PHYSICIACEAE	Physcia	<i>Physcia biziana</i>
3	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
4	PHYSICIACEAE	Physcia	<i>Physcia biziana</i>
5	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
6	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
7	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>
8	-----	-----	<i>Morfo especie 8</i>
9	-----	-----	<i>Morfo especie 9</i>

Elaboración: Los Autores

La Familia Physciaceae es la que presenta más géneros (dos). El género más abundante en la zona es *Physcia* con dos especies pero en abundancia se encuentra con la morfo especie 7. En la Figura 4.4 la morfo especie 7 posee 154 individuos, notándose además que las especies *Ramalina lacera* (67) y *Physconia servitii* (64) son las que se destacan en su mayoría.



**Gráfico 4.4. Comparación de Especies por Géneros, Parque Pedro Moncayo.**

Elaboración: Los Autores

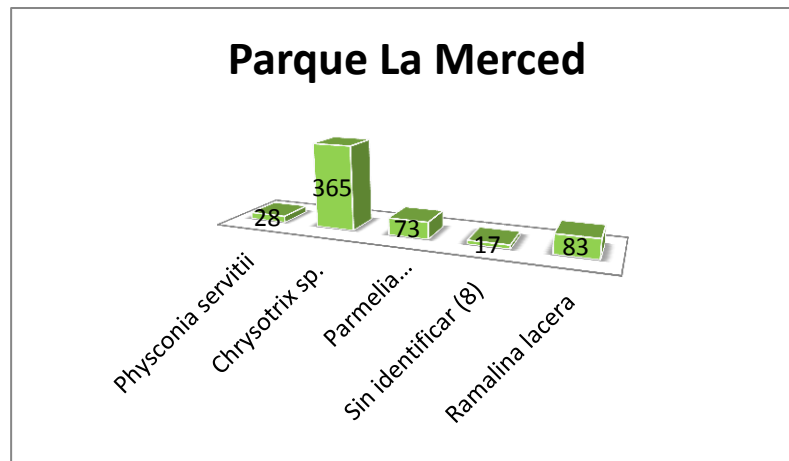
En la zona del parque La Merced se registraron 5 especies (Cuadro 4.3) las cuales tres de ellas se encuentran identificadas.

**Cuadro 4.3. Listado Especies Parque La Merced**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
2	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
3	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
4	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>
5	-----	-----	<i>Morfo especie 8</i>

Elaboración: Los Autores

Las especies más representativas del sector son *Ramalina lacera* y *Parmelia caperata*, señalando que *Chrysotrix sp.*, tiene mayor abundancia en el punto de muestreo.(Gráfico 4.5)



**Gráfico4.5.Comparación de Especies por Géneros. Parque La Merced**

Elaboración: Los Autores

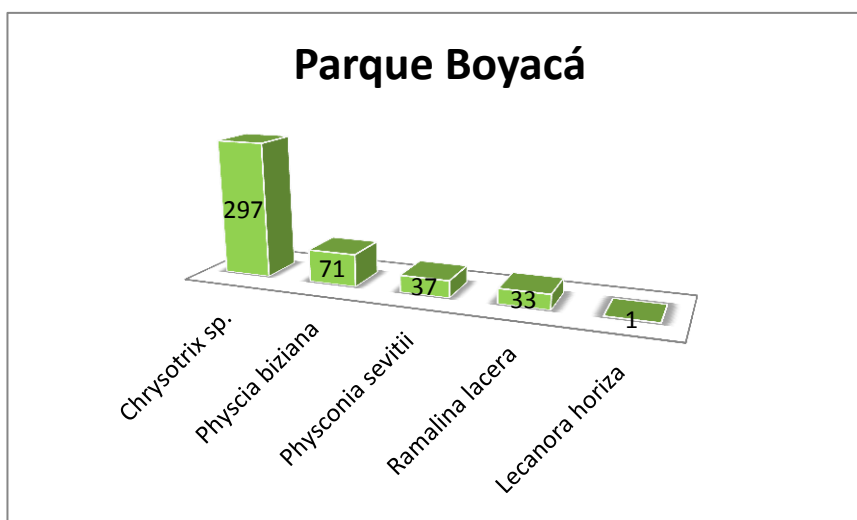
En la zona del Parque Boyacá se registraron 5 especies (Cuadro 4.4). Siendo la familia Physciaceae es la que presenta más géneros (dos).

**Cuadro 4.4. Listado Especies Parque Boyacá**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physcia	<i>Physcia biziana</i>
2	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconi aservitii</i>
3	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
4	LECANORACEAE	Lecanora	<i>Lecanora horiza</i>
5	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>

Elaboración: Los Autores

La *Chrysotrix sp* es la más representativa de esta zona con 297 individuos denotando acentuadamente su dominio en la corteza de estos árboles. (Gráfico 4.6)



**Gráfico 4.6. Comparación de Especies por Géneros. Parque Boyacá**

Elaboración: Los Autores

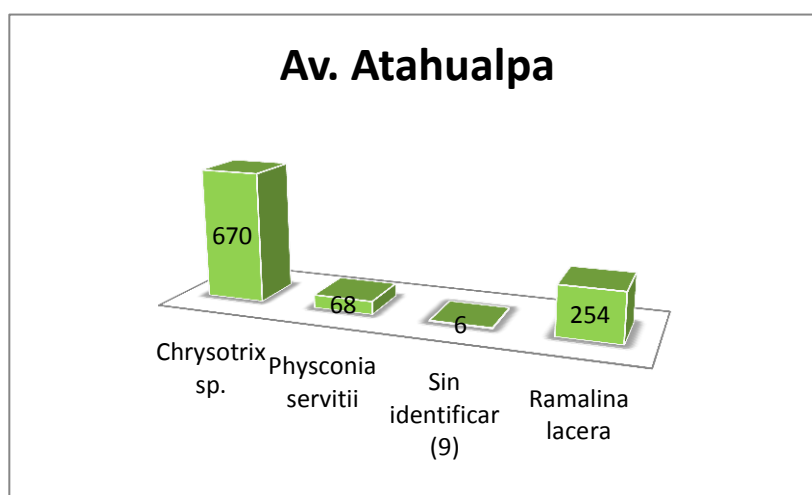
En la Av. Atahualpa se registraron 4 especies (Cuadro 4.5) las cuales tres se encuentran identificadas. La Familia Ramalinaceae es la que presenta más individuos identificados.

**Cuadro 4.5. Listado Especies Av. Atahualpa**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconi aservitii</i>
2	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
3	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>
4	-----	-----	<i>Morfo especie 9</i>

Elaboración: Los Autores

La *Chrysotrix sp* con 670 individuos muestra mayor dominio y se disputan el espacio de esta zona notoriamente con *Ramalina lacera* (254).(Gráfico 4.7)



**Gráfico 4.7. Comparación de Especies por Géneros, Av. Atahualpa.**

Elaboración: Los Autores

Para el Parque de Pílanquí se registraron 10 especies. La Familia Physciaceae presenta más géneros (dos), los cuales son Physconia y Anaptychia sin embargo se nota la presencia de gran abundancia de *Ramalina lacera*. (Cuadro 4.6 y Gráfico 4.8)

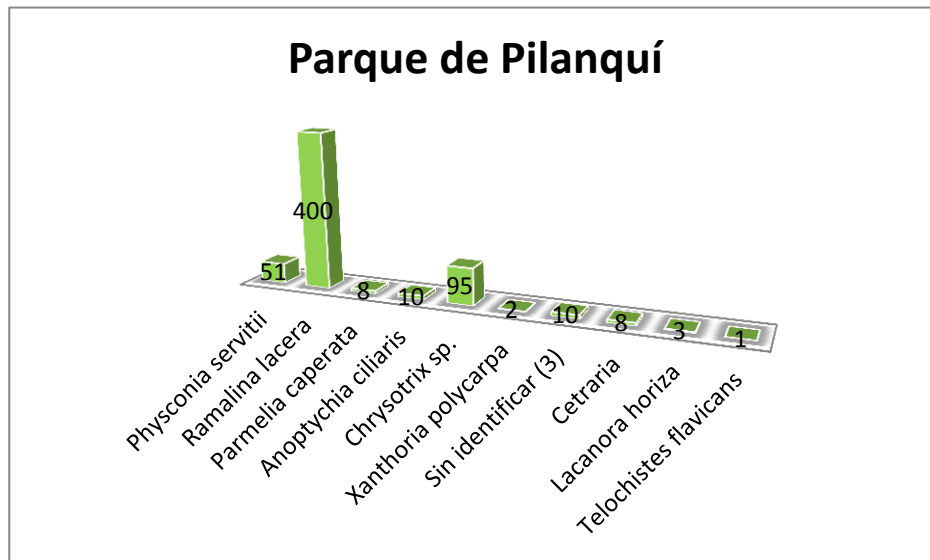


**Cuadro 4.6. Listado Especies Pilanqui**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
2	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
3	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
4	PHYSICIACEAE	Anoptychia	<i>Anoptychia ciliaris</i>
5	TELOCHISTACEAE	Xanthoria	<i>Xanthoria polycarpa</i>
6		Cetraria	<i>Cetraria sp</i>
7	LECANORACEAE	Lecanora	<i>Lecanora horiza</i>
8	TELOCHISTACEAE	Telochistes	<i>Telochistes flavicans</i>
9	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>
10	-----	-----	<i>Morfo especie 3</i>

Elaboración: Los Autores

También hay un porcentaje apreciable de *Physconia servitii* notorio en los diferentes parques. Y que junto a la morfo especie 3 y *Chrysotrix sp.*, se nota casi en todas las zonas de la ciudad de Ibarra.(Figura 4.9)



**Gráfico 4.8. Comparación de Especies por Géneros, Parque Pilanquí.**

Elaboración: Los Autores

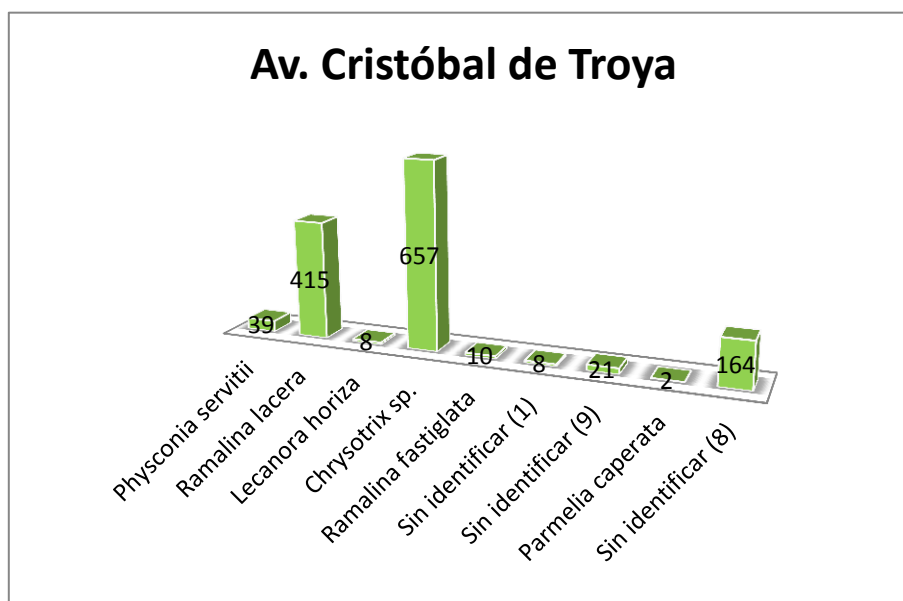
En la zona de la Av. Cristóbal de Troyase registraron 9 especies (Cuadro 4.7) pertenecientes a seis familias con diez géneros, de las cuales tres son especies no identificadas.

**Cuadro 4.7. Listado Especies Av. Cristóbal de Troya**

N° especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
2	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
3	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
4	LECANORACEAE	Lecanora	<i>Lecanora horiza</i>
5	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina fastigiata</i>
6	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>
7	-----	-----	<i>Morfo especie 1</i>
8	-----	-----	<i>Morfo especie 8</i>
9	-----	-----	<i>Morfo especie 9</i>

Elaboración: Los Autores

La Familia Ramalinaceae es la que presenta más géneros (dos); las especies más abundantes encontradas en este sitio pertenecen al género *Ramalina*, similar situación que en la Av. Atahualpa, ya que estos sitios presentan abundante flujo vehicular. (Gráfico 4.9). Su presencia de estas familias denota que crecen con mayor rapidez por la abundancia de monóxido de carbono (CO).



**Gráfico 4.9. Comparación de Especies por Géneros, Av. Cristóbal de Troya.**

Elaboración: Los Autores

Para la Av. 17 de Julio, se registraron 4 especies la presencia marcada de presencia y actividad humana complica evidentemente el registro como la colecta de las especies.

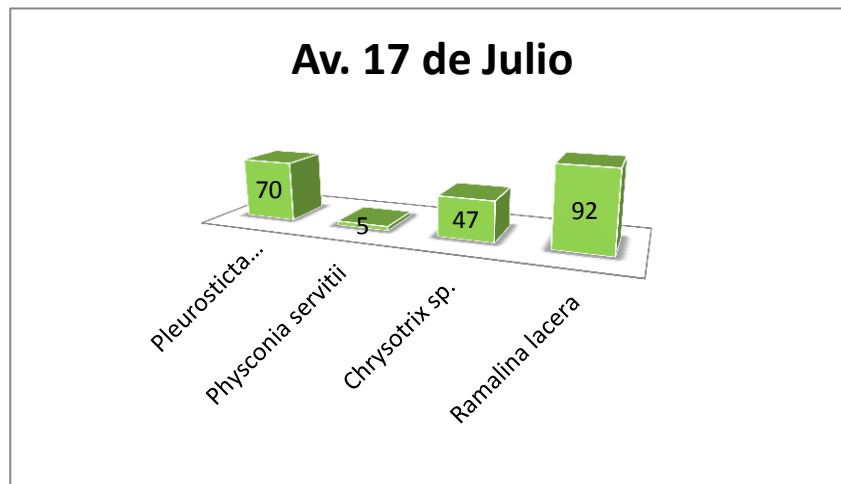
**Cuadro 4.8. Listado Especies Av. 17 de Julio**

Nº Especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
2	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
3	PARMELIACEAE	Pleurosticta	<i>Pleurosticta acetabulum</i>
4	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>

(Cuadro 4.8 y Gráfico 4.10)

Elaboración: Los Autores

Los géneros con mayor número de especies son Pleurosticta y Ramalina 70 y 92 individuos respectivamente siendo las especies más abundantes en este sitio: *Ramalina lacera* y *Pleurosticta acetabulum* (Figura 4.11).



**Gráfico 4.10. Comparación de Especies por Géneros, Av. 17 de Julio.**

Elaboración: Los Autores

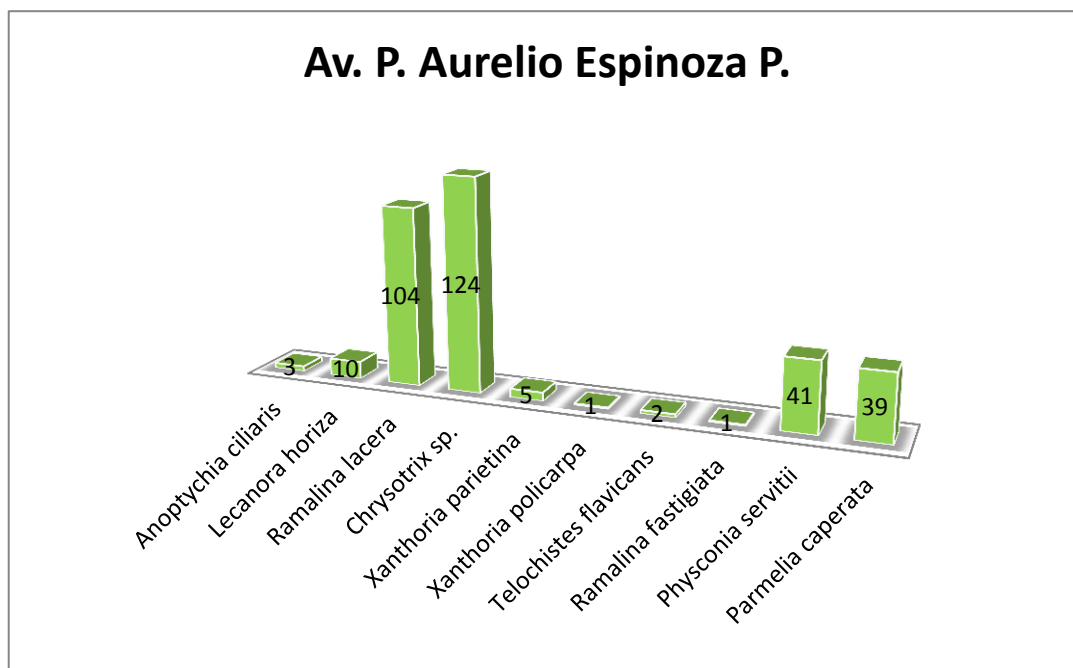
En la zona de la Av. Padre Aurelio Espinoza Pólit se registraron 10 especies (Cuadro 4.9) hallándose la familia con mayor número de géneros, Teloschisteaceae y esta forma parte de un diverso grupo de siete familias con nueve géneros.

**Cuadro 4.9. Listado de Especies de la Av Padre Aurelio Espinoza Pólit**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Anoptychia	<i>Anoptychia ciliaris</i>
2	LECANORACEAE	Lecanora	<i>Lecanora horiza</i>
3	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina lacera</i>
4	TELOCHISTACEAE	Xanthoria	<i>Xanthoria parietina</i>
5	TELOCHISTACEAE	Xanthoria	<i>Xanthori apolycarpa</i>
6	TELOCHISTACEAE	Telochistes	<i>Telochistes flavicans</i>
7	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina fastigiata</i>
8	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
9	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
10	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>

Elaboración: Los Autores

En mayor cantidad de individuos se encontró del género Ramalina. La conformación de estas familias quizá es debido a las especies plantadas a lo largo de las avenidas que se caracterizan por su conformación vegetal. (Gráfico 4.11).



**Gráfico 4.11. Comparación de Especies por Géneros, Av. Padre Aurelio E. Pólit.**

Elaboración: Los Autores

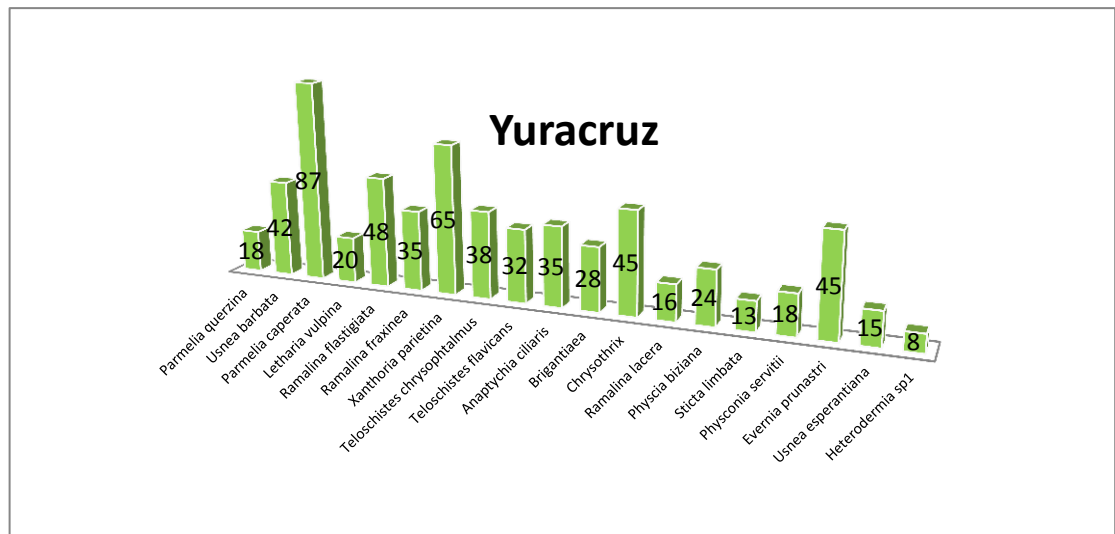
En la zona Yuracruz se registraron 9 especies (Cuadro 4.10) pertenecientes a 3 familias con 6 géneros mostrando a simple vista una variación en relación las zonas urbanas puesto que la presencia como la frecuencia denotaban aumento considerable.

**Cuadro 4.10. Listado Especies Yuracruz**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PARMELIACEAE	Flavoparmelia	<i>Parmelia querezina</i>
2	PARMELIACEAE	Usnea	<i>Usnea barbata</i>
3	PARMELIACEAE	Flavoparmelia	<i>Parmeli acaperata</i>
4	PARMELIACEAE	Letharia	<i>Letharia vulpina</i>
5	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina fastigiata</i>
6	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina fraxinea</i>
7	TELOSCHISTACEAE	Xanthoria	<i>Xanthoria parietina</i>
8	TELOSCHISTACEAE	Teloschistes	<i>Teloschistes chrysophthalmus</i>
9	TELOSCHISTACEAE	Teloschistes	<i>Teloschistes flavicans</i>

Elaboración: Los Autores

La Familia Parmeliaceae la que presenta más géneros, el mayor número de especies pertenecen al género (Gráfico 4.12). Es notorio que en este lugar por la altura en que se encuentra, hallamos en su totalidad la mayor parte de especies de líquenes ya que es el sitio testigo en la investigación.



**Gráfico 4.12. Comparación de Especies por Géneros, Yuracruz**

Elaboración: Los Autores

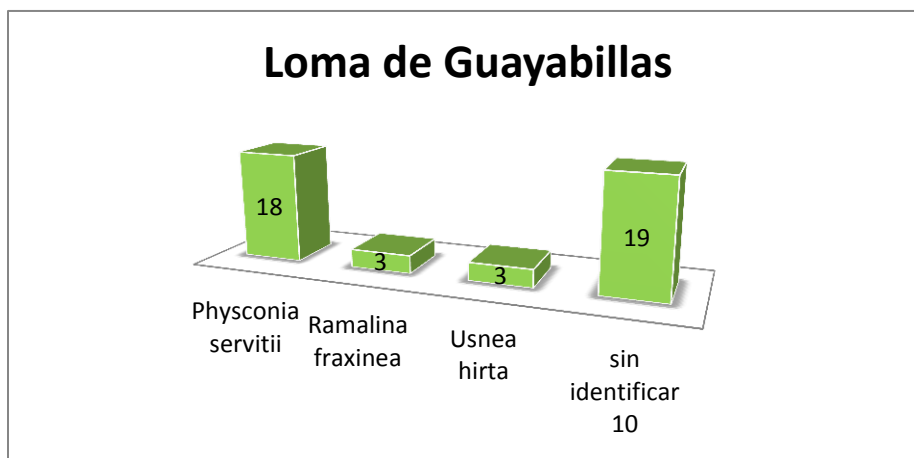
En el Bosque Protector Guayabillas se registraron 4 especies (Cuadro 4.10) pertenecientes a 3 familias, es posible que la actividad de turística de la zona tenga que ver con la disminución en cuanto a variedad de familias.

**Cuadro 4.10. Listado Especies Guayabillas**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	<i>Physconia</i>	<i>Physconia servitii</i>
2	RAMALINACEAE	<i>Ramalina</i>	<i>Ramalina fraxinea</i>
3	PARMELIACEAE	<i>Usnea</i>	<i>Usnea hirta</i>
4	-----	-----	<i>Morfo especie10</i>

Elaboración: Los Autores

La Familia Physciaceae es la que presenta más individuos en el conteo, seguida de una morfo especie sin identificar. (Gráfico 4.13). La presencia de esta familia se debe a la abundancia de especies nativas de la misma naturaleza.



**Gráfico 4.13. Comparación de Especies por Géneros, Bosque Guayabillas**

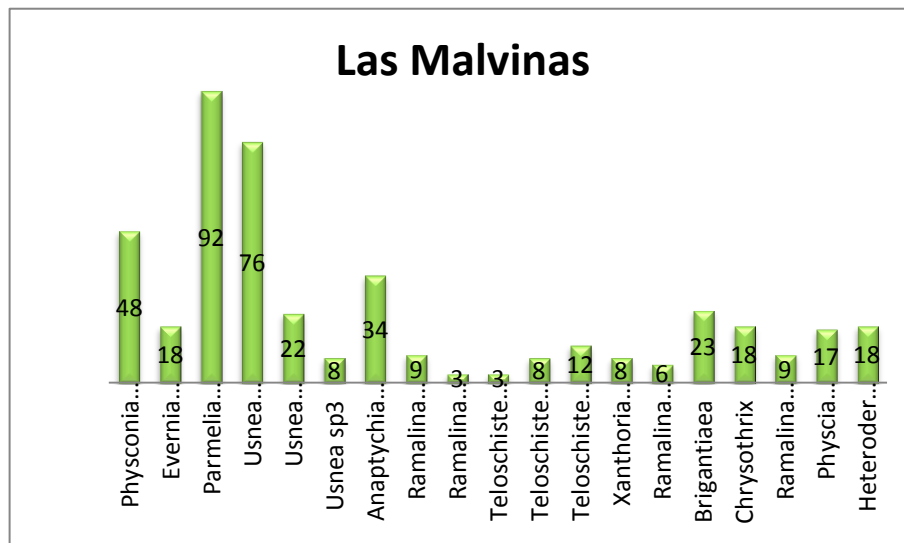
Elaboración: Los Autores

En la zona de las Malvinas se registraron 13 especies (Cuadro 4.11) pertenecientes a 4 familias con 7 géneros, de los que la familia Parmeliaceae es la que presenta más géneros (tres), y el mayor número de especies pertenecen al género *Usnea*.

**Cuadro 4.11. Listado Especies Las Malvinas**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PARMELIACEAE	Evernia	<i>Evernia prunastri</i>
2	PARMELIACEAE	Flavoparmelia	<i>Parmelia caperata</i>
3	PARMELIACEAE	Usnea	<i>Usnea barbata</i>
4	PARMELIACEAE	Usnea	<i>Usneae perantiana</i>
5	PARMELIACEAE	Usnea	<i>Usnea sp3</i>
6	PHYSICIACEAE	Anaptychia	<i>Anaptychi aciliaris</i>
7	PHYSICIACEAE		<i>Heterodermia sp1</i>
8	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina fraxinea</i>
9	RAMALINACEAE	Ramalina	<i>Ramalina celostri</i>
10	TELOSCHISTACEAE		<i>Teloschistes sp3</i>
11	TELOSCHISTACEAE	Teloschistes	<i>Teloschistes chrysophtalmus</i>
12	TELOSCHISTACEAE	Teloschistes	<i>Teloschiste sflavicans</i>
13	TELOSCHISTACEAE	Xanthoria	<i>Xanthoria parietina</i>

Para esta zona intervienen más especies como *Parmelia caperata* y *Usnea barbata* encabezan la lista de especies dominantes con 92 y 76 individuos respectivamente (Gráfico 4.14).



**Gráfico 4.14. Comparación de Especies por Géneros, Malvinas**

Elaboración: Los Autores

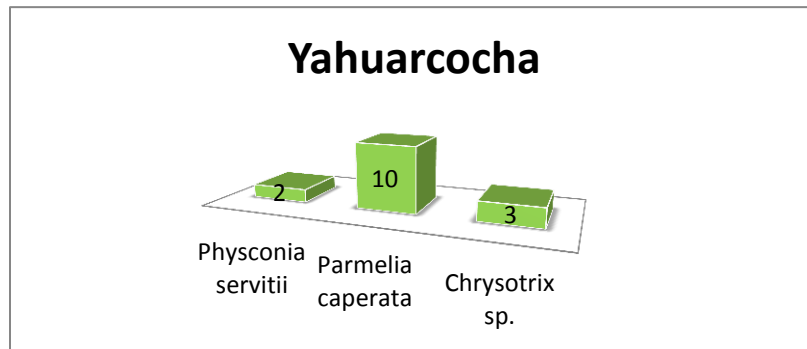
En la zona Yahuarcocha se registraron 3 especies (Cuadro 4.12 )pertenecientes a 3 familias cabe indicar que en el sitio de colecta se encuentra junto a varias viviendas y movilización de vehículos.

**Cuadro 4.12. Listado Especies Yahuarcocha**

Nº especies	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	PHYSICIACEAE	Physconia	<i>Physconia servitii</i>
2	PARMELIACEAE	Parmelia	<i>Parmelia caperata</i>
3	CHRYSOTHRICACEAE	Chrysotrix	<i>Chrysotrix sp.</i>

Elaboración: Los Autores

Las Familias Physciaceae, Parmeliaceae y Chrysothricaceae presentan igual número de géneros, el mayor número de especies pertenecen al género *Parmelia* (Gráfico 4.15).La influencia de los vehículos que transitan por esa zona da una pauta para su reproducción.



**Gráfico 4.15. Comparación de Especies por Géneros, Yahuarcocha**

Elaboración: Los Autores

#### **4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS GÉNEROS ENCONTRADOS EN LA CIUDAD DE IBARRA**

Las características y los lineamientos básicos de manejo se detallan únicamente para los géneros que se encontraron en el sector.



#### 4.1.3.1 Familia Ramalinaceae

Es una familia de líquenes fruticulosos y crustáceos de amplia distribución. Las formas crustáceas, aquellas que viven fuertemente unidas a un sustrato en toda su superficie, han evolucionado a partir de formas fruticulosas que viven unidas a un sustrato por un único punto o por una superficie pequeña (Figura 4.17). Esta circunstancia puede ser constatada por la diferente estructura que posee el talo en varias especies con diferentes estratos formando córtex y médula que se van reduciendo para adaptarse a las necesidades de las formas crustáceas.

- **Género Ramalina**

Tiene talo fruticuloso, verde amarillento; ramas angulares a aplanadas. Fotobionte: clorofíceas. Apotecios lecanorinos, con disco verde pálido. Ascosporas con un septo, hialinas. Crece generalmente sobre corteza y rocas; en micrositios abiertos a semiabiertos (orillas de caminos, vegetación secundaria y el páramo).



**Fotografía 4.1. *Ramalina lacera***

Fuente: Los Autores

La especie representativa de este género en la ciudad de Ibarra es: *Ramalina lacera* (Fotografía 4.1) encontrado en la mayoría de los sitios, ocupando considerablemente el espacio de sustrato y definiéndose como una especie dominante.

#### 4.1.3.2 Familia Parmeliaceae

Es posiblemente el más grande de la familia de líquenes, por ello es más conocido y estudiado. Muchos de los grupos incluidos aquí pertenecen a los líquenes foliáceos describiéndolos en géneros, por ejemplo *Parmelia*, *Cetraria* y *Usnea*, y muchas de las especies son componentes importantes de las diversas comunidades de líquenes en diferentes tipos de vegetación de todo el mundo (Fotografía 4.2). Parmeliaceae actualmente es considerado como un grupo monofilético uniforme circunscrito por similitudes en Ascoma ontogenia y la anatomía del exciple cupular característica ( Henssen y Jahns 1973 , Kärnefelt et al 1998 ).



Fotografía 4.2. Conjunto de Parmelias en punto de muestreo

Fuente: Los Autores

- **Género Parmelia**

Tiene un lado inferior oscuro con raicillas que fije el líquen a su sustrato. La parte superior puede ser de varios colores gris, amarilla, marrón y pueden tener órganos reproductivos en él. Estos pueden ser apotecios (organismos productores de esporas), isidia o soralia (ambas estructuras vegetativas).



Fotografía 4.3. *Parmelia caperata*



Fotografía 4.4. *Pleurosticta acetabulum*

Las especies representativas de este género en la provincia de Imbabura son: *Parmelia caperata* y *Pleurosticta acetabulum* encontrados en estaciones con alta actividad turística y poca actividad de transporte e industria. (Fotografía 4.3 y 4.4)

- **Género Usnea**

Posee talo fruticuloso, verde amarillento; ramas cilíndricas o angulares, con eje central elástico. Soralios e isidios frecuentes. Fotobionte: clorofíceas. Apotecios lecanorinos, con margen fibriloso y disco verde pálido. Ascosporas simples, hialinas. (Fotografía 4.5)



**Fotografía 4.5.***Usnea hirta*

Fuente:

Los Autores

Crece sobre corteza y rocas; en micrositios abiertos (dosel, orillas de caminos, vegetación secundaria, áreas de pastoreo y el páramo) (Fotografía 4.5).

#### **4.1.3.3 Familia Teloschistaceae**

Las características comunes de sus especies que han permitido la permanencia del grupo son la síntesis de la sustancia liquénica llamada antraquinona como producto secundario en apotecios y córtex superior que les otorgan un característico color anaranjado y la presencia de ascosporas polariloculares. Pero es principalmente la presencia de un tipo particular de ascas con dehiscencia irregular y una capa externa amiloide sin estructuras apicales lo que define a este grupo.

- **Género Xanthoria**

Es un líquen crustáceo de color amarillo anaranjado a rojo, formado por lóbulos de tamaño desigual, entre 1 y 5 mm de ancho, cubiertos de apotecios naranjas. Talo de forma irregular, de 10cm de diámetro o más.(Fotografía 4.6).



**Fotografía 4.6. Xanthoria polycarpa**

Fuente: Los Autores

- **Género Teloschistes**

Es de talo fruticuloso, anaranjado, reacciona ante el hidróxido de potasio tornándose rojo oscuro. Ramas angulares a aplanadas. Fotobionte: clorofíceas. Apotecios lecanorinos, con disco anaranjado. Ascosporas polariloculares, hialinas. (Fotografía 4.7).

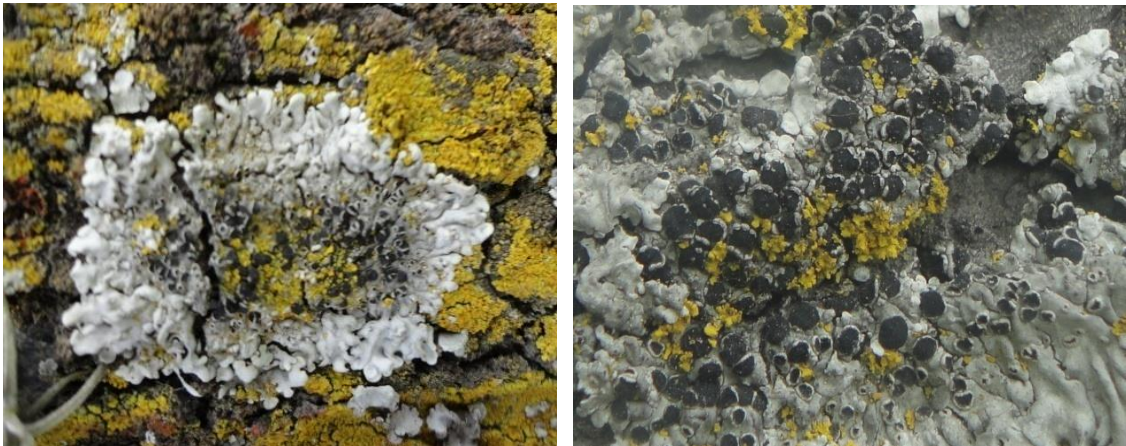


**Fotografía 4.7. Teloschistes flavicans**

Crece generalmente sobre corteza y rocas; en micrositios abiertos (dosel, orillas de caminos, vegetación secundaria y áreas de pastoreo).

#### 4.1.3.4 Familia Lecanoraceae

Es una familia de líquenes crustáceos, escuamuloso y raramente fruticuloso que se ubican en sectores con significativa muestra de actividad humana.



Fotografía 4.8. *Lecanora horiza* detalle de apotecios negros (derecha)

Fuente: Los Autores

Las especies pertenecientes a esta familia poseen un talo con un hábitat muy diverso existiendo especies que se desarrollan sobre madera viva o muerta, roca e incluso especies liquenícolas, es decir que viven sobre otros líquenes. (Fotografía 4.8).

- **Género Lecanora**

Posee un talo crustáceo a placoide o raras veces fruticoso, con corteza, de varios colores. Fotobionte: clorofíceas. Apotecios lecanorinos, de varios colores (pardo, gris, rojos, etc.). Ascosporas simples, hialinas.(Fotografía 4.9).



Fotografía 4.9. *Lecanora horiza*

Crece sobre varios sustratos (corteza, madera, rocas, etc.); en micrositios abiertos a semiabiertos (orillas de senderos y caminos, áreas de pastoreo, vegetación secundaria y plantaciones).

- **Familia Physciaceae**

Tiene ricinas y cilios ausentes (muy raramente con ocasionales, apotecios individuales en lóbulos individuales) Corteza gris pálido, verdosa o pardusca; médula de color rojo anaranjado o blanco.

- **Género Anaptychia**



Fotografía 4.10. *Anaptychia ciliaris*

- **Género *Physcia***

Posee isidios, lóbulos y soralias presentes, lóbulos dorsiventral presentes; lóbulos de hasta 3 mm de ancho; disco apotecial marrón-negro (Fotografía 4.11).



**Fotografía 4.11.** *Physcia biziana*

Fuente: Los Autores

- **Género *Physconia***



**Fotografía 4.12.** *Physconia servitii*



#### 4.1.3.5 Familia Lobariaceae

Crece generalmente sobre corteza y rocas; en micrositios sombreados a abiertos (vegetación secundaria, áreas de pastoreo, orillas de caminos y senderos, plantaciones y el páramo).

- **Género *Sticta***

Tienen un talo folioso, verde a café o gris azulado; lóbulos medianos a grandes, superficie inferior con cifelas. Soralioides e isidios frecuentes. Fotobionte: cianofíceas o clorofíceas. Apotecios lecanorinos, con disco pardo anaranjado a pardo. Ascosporas septadas, hialinas. Crece generalmente sobre corteza y rocas; en micrositios sombreados a abiertos (vegetación secundaria, áreas de pastoreo, orillas de caminos y senderos, plantaciones y el páramo). (Fotografía 4.13). La especie representativa de este género en la provincia de Imbabura es: *Sticta limbata*



**Fotografía 4.13. *Sticta limbata***

Fuente: Los Autores

#### **4.1.3.6 Familia Brigantiaceae**

La especie se caracteriza por poseer un talo crustoso, creciendo normalmente sobre epífitos en bosques lluviosos, aunque no muy cerrados, usualmente en sectores perturbados, aunque en algunos casos se pueden presentar creciendo directamente en la corteza de los forófitos. El talo es de color gris verdoso a gris, opaco, sin isidia o soledia. Los apotecios son sésiles, claramente constrictos en la base, de entre 1 a 2 mm de diámetro; los discos son planos a ligeramente cóncavos, de color café rojizo semejante a óxido, aunque algunas veces variando a café oscuro o negro.



**Fotografía 4.14. *Brigantiaceae***

Fuente: Los Autores

#### **4.1.3.7 Familia Chrysothricaceae**

Crece comúnmente en la corteza de árbol y no muestra ascocarpos u otras estructuras reproductivas, que pertenece al grupo conocido como los "hongos o líquenes imperfectos". A falta de apotecios, soledios e isidias no es capaz de reproducirse por esporas, pero se extiende por su talo quedar distribuido por el viento, los pies de los animales, etc en los hábitats adecuados.

- **Género Chrysotrix**

Talo farinoso, amarillo brillante. Apotecios biatorinos, amarillos, frecuentemente ausentes. Ascosporas septadas, hialinas. Crece sobre corteza y rocas; en micrositios abiertos a semiabiertos (bosque tropical lluvioso, vegetación secundaria, áreas de pastoreo y plantaciones).



**Fotografía 4.15.** *Chrysotrix sp.*

Fuente: Los Autores

## **4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para esta investigación se realizó utilizando como herramienta estadística el Análisis Multivariado conocido como Taxonomía Numérica (por tratarse de entidades taxonómicas cada una de las accesiones en estudio), este análisis permitió la evaluación numérica de la similitud entre unidades taxonómicas operativas (OTU) y se basó en la elección de los caracteres, tantos como sea posible de cada una de las variables a analizar.

#### 4.2.1 Comparación de los sitios en base a la presencia ausencia

Mediante este análisis se determinó la presencia ausencia de las especies registradas que se encuentra en cada uno de los sitios de colecta. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de los caracteres seleccionados (descriptor), se realizó mediante la utilización del paquete estadístico SAS v. 6.2. (SAS Institute Inc., 1990). Las Unidades taxonómicas utilizadas fueron los sitios de colecta y Especies de líquenes. Una vez definidos los caracteres (Anexo 5.1), se procedió a codificarlos en atención a su naturaleza, de manera tal que puedan ser tratados como datos científicos (Anexo 5.2), que resumen los principales tipos de datos, su naturaleza, codificación para luego ser ingresados al programa (Figura 4.31).

##### 4.2.1.1 Comparación de sitios en relación a las especies vegetales registradas

Este análisis se realizó mediante la presencia – ausencia de las especies vegetales registradas en cada uno de los sitios (Anexo 5.2 y 5.3). Se construyó una matriz en base a todas las especies encontradas por cada zona de colecta (ausencia = 0 y presencia = 1), con lo cual se ingresó al programa obteniéndose el dendrograma de similitud (Figura 4.2).

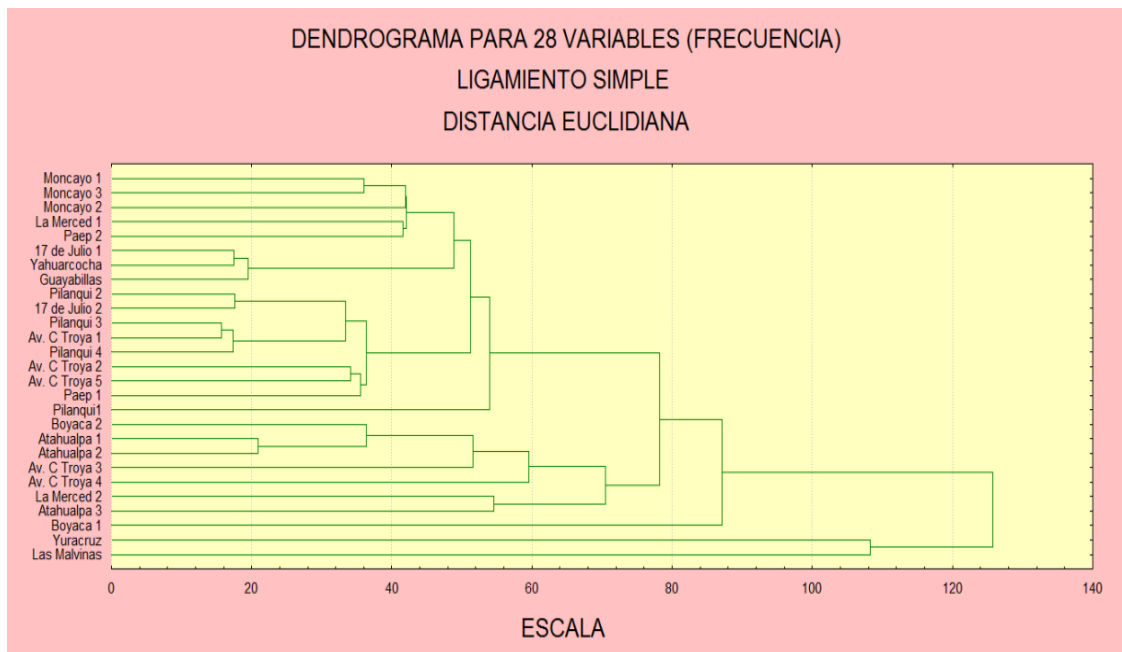
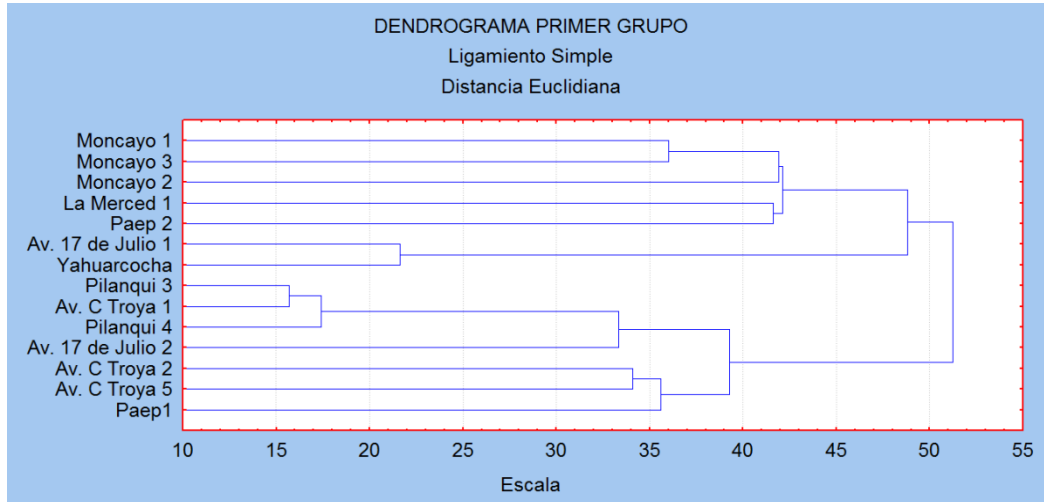


Figura 4.2. Análisis comparativo entre los sitios de colecta

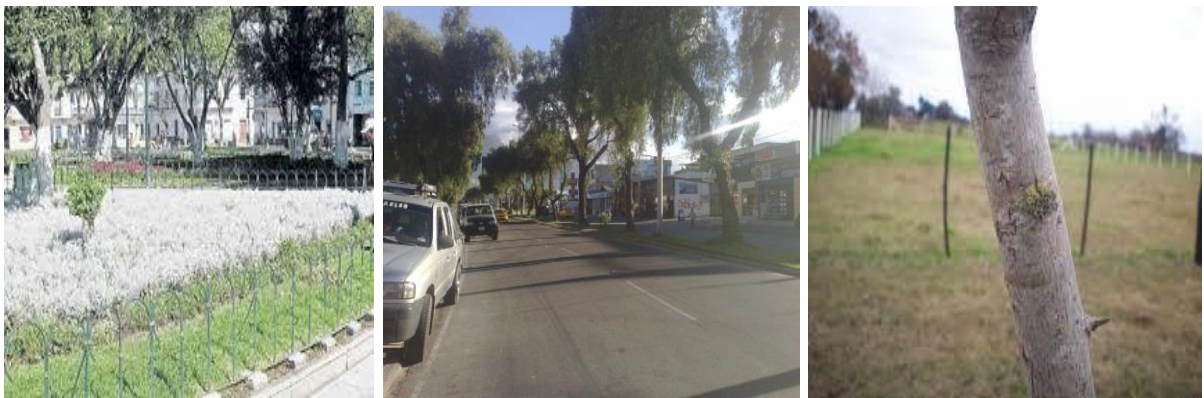
El análisis de presencia ausencia indica que a partir de las especies registradas, los sitios que presentan una similitud forman tres grandes grupos.



**Figura 4.3. Análisis comparativo entre los sitios de colecta Moncayo 1 hasta Paep 1**

Elaboración: Los Autores

El primer grupo conformado por los puntos que van desde Moncayo 1 hasta Paep 1 (Figura 4.3), presentan similitud en cuanto a diversidad de líquenes; revelando que éstos se encuentran en lugares donde se observa claros indicios de alta contaminación Ambiental (Figura 4.4).



(a). Zona de la Merced

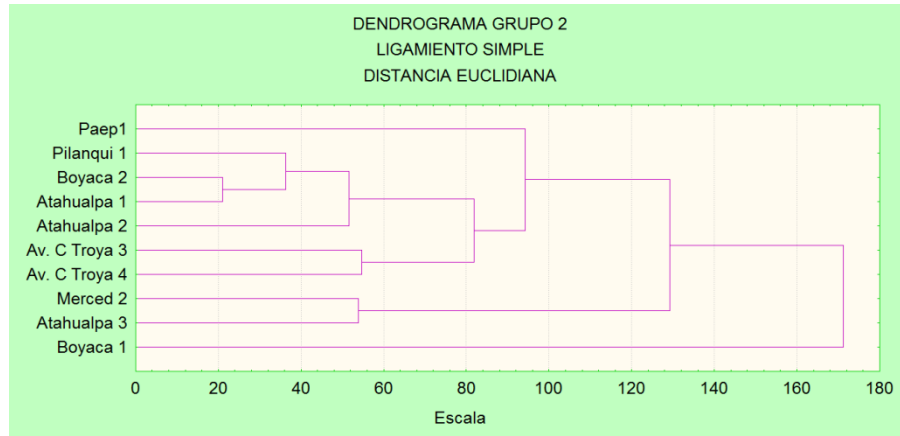
(b). Zona Av. Cristobal de T

(c). Zona de Yahuarcocha

**Figura 4.4. Puntos de muestreo con alta contaminación ambiental**

Fuente: Los Autores

El segundo grupo que pertenece a los puntos desde Pílanquí 1 hasta Boyacá 1 poseen un moderado índice de contaminación ambiental(Figura 4.5).



**Figura 4.5. Análisis comparativo entre los sitios de colecta Pílanquí, Boyaca, Av. C de Troya y la Merced.**

Este grupo presenta menos alteración en vegetal en cuanto a los puntos de muestreo, denotando claramente que hay actividad humana marcada dentro de los aspectos turísticos, laborales (transporte) y muy poco industriales (Figura 4.6).



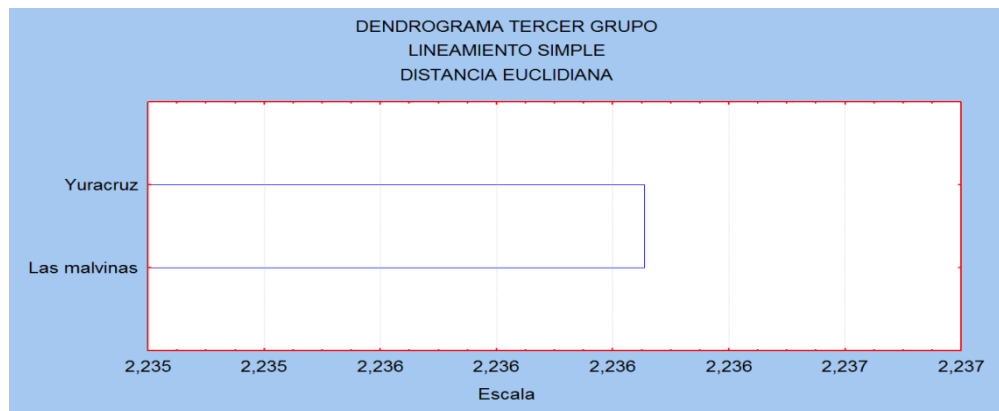
**(a). Parque Pílanquí**

**(b). Parque Boyacá**

**(c). Av. Atahualpa**

**Figura 4.6. Puntos de muestreo con moderada contaminación ambiental**

Fuente: Los Autores



**Figura 4.7. Análisis comparativo entre los sitios de colecta Yuracruz y la zona de Malvinas**  
 En cuanto los puntos Yuracruz y la zona de Malvinas, (Figura 4.7) presentan similitud debido a que pertenecen a zonas de altura sin presencia de fuentes móviles y fuentes fijas de contaminación.

Fuente: Los Autores

De esta manera se establece que la similitud de las especies demuestra que es un indicador de alta preservación ambiental (Figura 4.8).



(a). Yuracruz



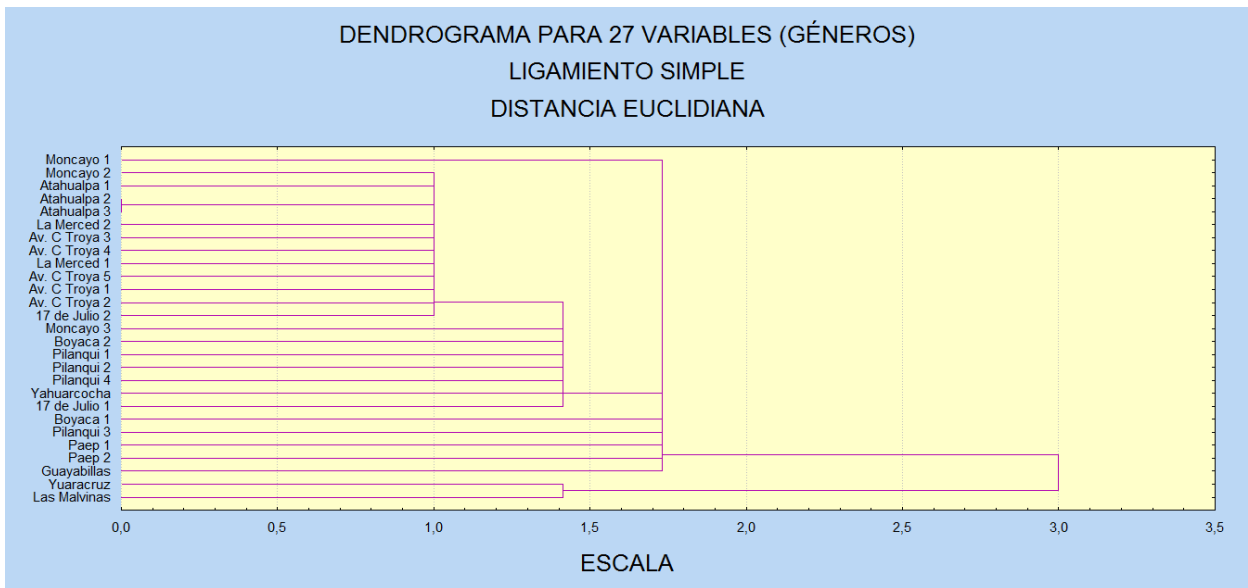
(b). Las Malvinas

**Figura 4.8. Puntos de muestreo con mínima contaminación ambiental**

Fuente: Los Autores

#### 4.2.1.1 Comparación de sitios en relación a Géneros

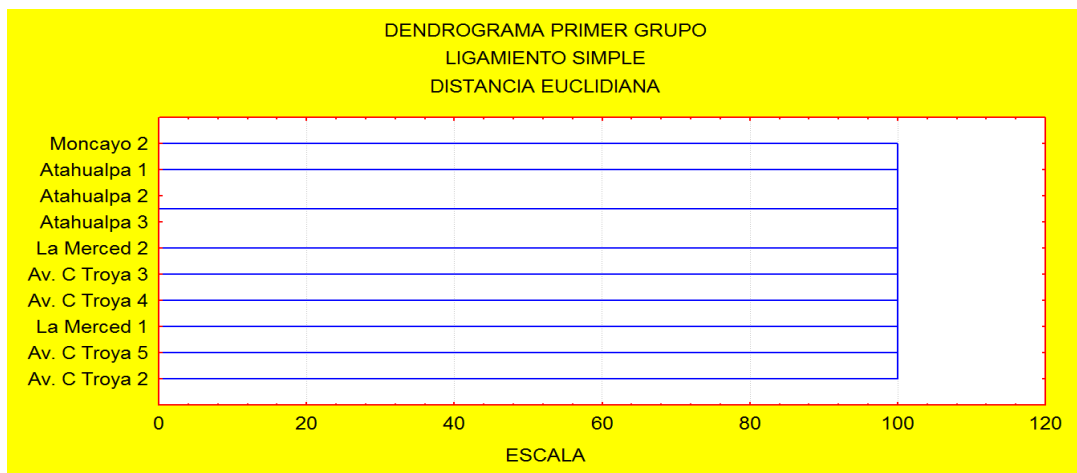
Este análisis se realizó mediante la presencia – ausencia de géneros de Líquenes (Fig. 4.9) en cada uno de los sitios de colecta, a través de una matriz (Anexo 5.4).



**Figura 4.9. Análisis comparativo entre los sitios de colecta**

Elaboración: Los Autores

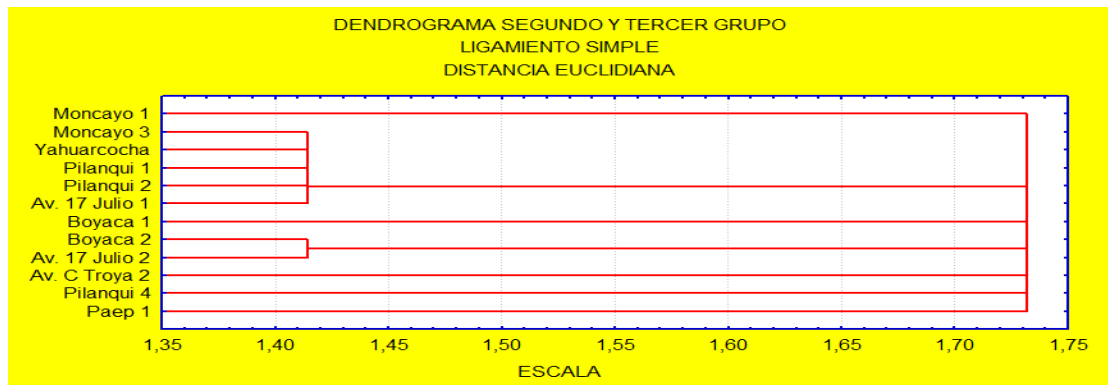
Para cada uno de los puntos muestreados se realizó el inventario y colecta. De lo cual se obtuvo el dendrograma de sitios / géneros el cual muestra una similitud existente entre estos sitios. Este análisis de presencia muestra cuatro grandes grupos. El primer grupo conformado por los puntos de Moncayo 2, Atahualpa 1, 2 y 3, la Merced 1 y 2, Av. Cristóbal de Troya 2, 3, 4 y 5.(Figura 4.10).



**Figura 4.10. Análisis comparativo por géneros de Moncayo 2 hasta 17 de julio 2**



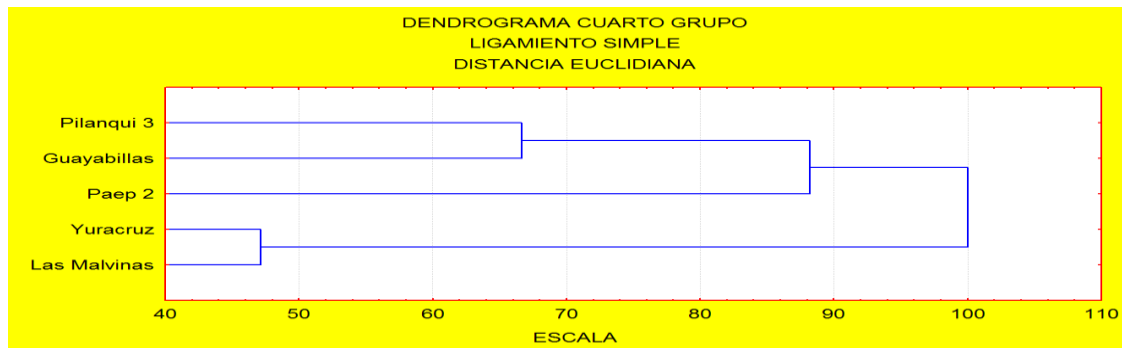
Presentan similitud en cuanto a diversidad de líquenes; revelando que éstos se encuentran en lugares donde se observa claros indicios de alta contaminación Ambiental. El segundo y tercer grupo lo conforman Moncayo1 y 3, Yahuarcocha, Pílanqui 1, 2 y 4, 17 de julio 1 y 2, Boyacá 1 y 2 y Paep 1. Indicando que existe un gran porcentaje de líquenes similares que pueden ser menos tolerantes a la contaminación denotando claramente que hay actividad humana marcada dentro de los aspectos turísticos, laborales (transporte) y muy poco industriales. (Figura 4.11).



**Figura 4.11. Análisis comparativo por géneros de Moncayo 3 hasta hasta Guayabillas**

Elaboración: Los Autores

Y el cuarto grupo que es tomado como un sector conservado lo conforman Yuracruz y Las Malvinas siendo estos sitios en donde no hay gran contaminación. (Figura 4.12).



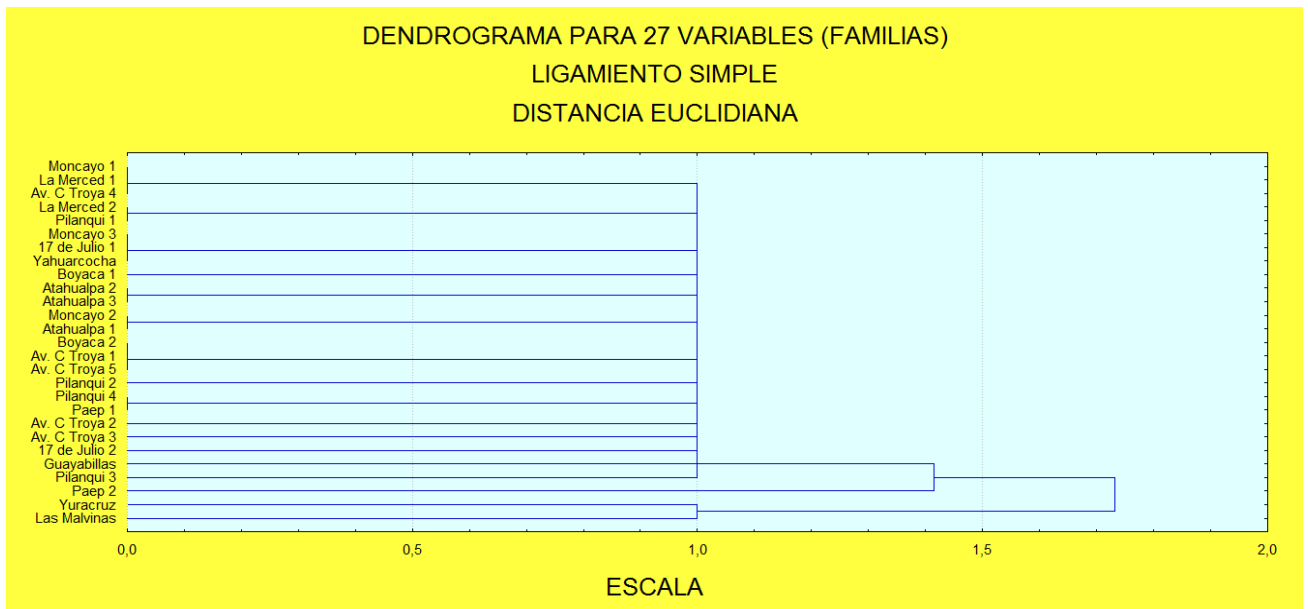
**Figura 4.12. Análisis comparativo de Moncayo 3 hasta Guayabillas**

Elaboración: Los Autores

Estos sitios son tomados como sitios de muestra para verificar la gran cantidad de líquenes que son aún sensibles a la contaminación siendo éstos los verdaderos individuos que demuestren la contaminación que existe en la urbe.

#### 4.2.1.2 Comparación de sitios en relación a Familias

Este análisis se realizó mediante la presencia – ausencia de familias de Líquenes (Fig. 4.13) en cada uno de los sitios de colecta, a través de una matriz (Anexo 5.5).



**Figura 4.13. Análisis comparativo entre los sitios de colecta**

Elaboración: Los Autores

Para este análisis se obtuvo el dendrograma de sitios / familias el cual muestra dos grupos claramente diferenciados entre los puntos de muestreo del área estudio y los puntos testigos.

### 4.3. DETERMINACIÓN CUALITATIVA Y COMPARATIVA LA CALIDAD AMBIENTAL

Se realizó contando los datos de total de especies encontradas en cada punto de muestreo, y el resultado se lo comparó con el cuadro 4.13:

- En el sector del parque Pedro Moncayo se encontró las especies *Pleurosticta acetabulum*, *Physcia biziana*, *Ramalina lacera*, *Physconia servitii*, *Parmelia caperata*, *Chrysotrix sp* y dos individuos sin identificar; dando un total de ocho(8) especies encontradas (Fotografía 4.15).



**Fotografía 4.16 De izquierda a derecha Parque Pedro Moncayo y la imagen de *Chrysotrix sp* especie encontrada en uno de sus árboles.**

Fuente: Los Autores

- En el parque Boyacá las especies encontradas son *Physcia biziana*, *Physconia servitii*, *Ramalina lacera*, *Lecanora horiza* y *Chrysotrix sp*; dando un total de cinco (5) especies (Fotografía 4.16).



**Fotografía 4.17 De izquierda a derecha Parque Boyacá y la imagen de *Ramalina lacera* especie encontrada en uno de sus árboles.**

Fuente: Los Autores

- En el parque La Merced se encontró *Physconia servitii*, *Parmelia caperata*, *Ramalina lacera*, *Crhysotrix sp* y un individuo sin identificar, con un total de cinco (5) especies (Fotografía 4.17).



**Fotografía 4.18 De izquierda a derecha el parque La Merced y la imagen de *Parmelia caperata* especie encontrada en uno de sus árboles.**

Fuente: Los Autores

- En la Av. Atahualpa se encontró las especies *Physconia servitii*, *Ramalina lacera*, *Chrysotrix sp* y un individuo sin identificar, con un total de cuatro (4) especies (Fotografía 4.18).



**Fotografía 4.19 De izquierda a derecha la Av. Atahualpa y la imagen de *Physconia servitii* especie encontrada en uno de sus árboles**

Fuente: Los Autores

- En el parque Pílanquí se encontró *Physconia servitii*, *Ramalina lacera*, *Parmelia caperata*, *Anaptychia ciliaris*, *Xhantoria polycarapa*, *Ramalina fastigiata*, *Lecanora horiza*, *Teloschistes flavicans*, *Chrysotrix sp* y un individuo sin identificar; con un total de diez (10) especies (Fotografía 4.19).



**Fotografía 4.20** De izquierda a derecha el parque Pílanquí y la imagen de *Ramalina fastigiata*, especie encontrada en uno de sus árboles

Fuente: Los Autores

- En la Av. Cristóbal de Troya se encontró *Physconia servitii*, *Ramalina lacera*, *Lecanora horiza*, *Ramalina fastigiata*, *Parmelia caperata*, *Chrysotrix sp* y dos individuos sin identificar, teniendo un total de ocho (8) especies (Fotografía 4.20).



**Fotografía 4.21** De izquierda a derecha la Av. Cristóbal de Troya y la imagen de *Ramalina lacera*, especie encontrada en uno de sus árboles

Fuente: Los Autores

- En la Av. 17 de Julio se encontró *Pleurosticta acetábulum*, *Physconia servitii*, *Ramalina lacera* y *Chrysotrix sp*, teniendo un total de cuatro (4) especies (Fotografía 4.21).



**Fotografía 4.22 De izquierda a derecha la Av. 17 de Julio y la imagen de *Pleurosticta acetábulum*, especie encontrada en uno de sus árboles**

Fuente: Los Autores

- En la Av. Padre Aurelio Espinoza se encontró *Anaptychia ciliaris*, *Lecanora horiza*, *Ramalina lacera*, *Xanthoria parietina*, *Xhanthoria polycarpa*, *Teloschistes flavicans*, *Ramalina fastigiata*, *Physconia servitii*, *Parmelia caperata* y *Chrysotrix sp*, en total diez (10) especies halladas (Fotografía 4.22).



**Fotografía 4.23 De izquierda a derecha la Av. Padre Aurelio Espinoza y la imagen de *Teloschistes flavicans*, especie encontrada en uno de sus árboles**

- En la Loma de Guayabillas se encontró *Physconia servitii*, *Ramalina fraxinea*, *Usnea hirta* y un individuo sin identificar, dando un total de cuatro (4) especies (Fotografía 4.23).



Fotografía 4.24 De izquierda a derecha Loma de Guayabillas y la imagen de *Usnea hirta*, especie encontrada en uno de sus árboles

Fuente: Los Autores

- En la Laguna de Yahuarcocha se encontró *Physconia servitii*, *Parmelia caperata* y *Chrysotrix sp*, teniendo así un total de tres (3) especies encontradas (Fotografía 4.24).



Fotografía 4.25 De izquierda a derecha la Laguna de Yahuarcocha y la imagen de *Chrysotrix sp*, especie encontrada en uno de sus árboles

Fuente: Los Autores

- En el sector del valle de Las Malvinas se encontró *Physconia servitii*, *Evernia prunastri*, *Parmelia caperata*, *Usnea barbata*, *Usnea esperantiana*, *Usnea sp*, *Anaptychia ciliaris*, *Ramalina fraxinea*, *Ramalina celostri*, *Teloschistes sp3*, *Teloschiste schrysophthalmus*, *Teloschistes flavicans*, *Xanthoria parietina*, *Ramalina fastigiata*, *Brigantiaea sp*, *Chrysothrix sp*, *Ramalina lacera*, *Physcia biziana*, *Heterodermia sp1*, con un total de diecinueve especies (19) (Fotografía 4.25).



**Fotografía 4.26 De izquierda a derecha el sector del valle de Las Malvinas y la imagen de *Usnea sp*, especie encontrada en uno de sus árboles**

Fuente: Los Autores

- En Yuracruz se encontró *Parmelia quertzina*, *Usnea barbata*, *Parmelia caperata*, *Letharia vulpina*, *Ramalina fastigiata*, *Ramalina fraxinea*, *Xanthoria parietina*, *Teloschistes chrysophthalmus*, *Teloschistes flavicans*, *Anaptychia ciliaris*, *Brigantiaea sp*, *Chrysothrix sp*, *Ramalina lacera*, *Physcia biziana*, *Sticta limbata*, *Physconia servitii*, *Evernia prunastri*, *Usnea esperantiana*, *Heterodermia sp1*, con un total de diez y nueve especies (19) halladas (Fotografía 4.26).





**Fotografía 4.27** De izquierda a derecha el sector de Yuracruz y la imagen de *Teloschistes chrysophthalmus*, especie encontrada en uno de sus árboles

Fuente: Los Autores

Interpretando los resultados del cuadro 4.13 se puede indicar la variabilidad de especies encontradas en los puntos de muestreo, teniendo a continuación los siguientes resultados:

<b>Cuadro 4.13 Porcentaje de especies encontradas</b>			
Sitios de colecta	especies	%	Color
P. Pedro Moncayo	8	42	Verde
P. Boyacá	5	26	Amarillo
P. La Merced	5	26	Amarillo
Av. Atahualpa	4	21	Amarillo
P. Pílanquí	10	53	Naranja
Av. Cristobal de T.	8	42	Verde
Av. 17 de Julio	4	21	Amarillo
Av. Paep	10	53	Naranja
Guayabillas	4	21	Amarillo
Yahuarcocha	3	16	Amarillo
Yuracruz	19	100	Naranja
Las Malvinas	19	100	Naranja

Elaboración: Los Autores

En cuanto a al porcentaje obtenido se indica que los lugares con mayor conservación natural existente son en las zonas de Yuracruz, las Malvinas ya que son sitios con vegetación remanentes y no se encuentran junto a fuentes móviles y fijas de contaminación ambiental, es por ello que ocupan un color azul en el cuadro 4.13 Cabe indicar que el Parque Pilanquí y la Av. P Aurelio Espinoza se les da la coloración azul por la cantidad y variedad de líquenes encontrados entre ellos el género *Usnea* y *Ramalina* como indica el cuadro 4.14.

En el caso del Parque Pedro Moncayo y la Av. Cristóbal de T. poseen una conservación natural media que corresponde al color verde claro (Cuadro 4.13), sin embargo hay que tomar en cuenta que en estos sitios se encontró el género *Parmelia* que es un indicador de contaminación escasa.(Cuadro 4.14)

**Cuadro 4.14 Medida de la contaminación según presencia de líquenes**

ÍNDICE. SO <sub>2</sub> gr/m <sup>3</sup>	CONTAMINACIÓN	LÍQUENES	DESCRIPCIÓN
150-170	Muy alta	No existen	
125	Alto	Lecanora	Crustáceo (gris)
60-50	Media	Xanthoria	Crustáceo(amarillo).Corteza de árbol
40	Escasa	Parmelia	Foliáceo
< 35	Ausencia	Evernia Ramalina Usnea	Fruticulosos (verdes y con filamentos)

Fuente:(PÉREZ, Carlos. México. 2010BIOINDICADORES, <http://liquenes.ticlegio.com>.)

En los sectores del Parque Boyacá, Parque La Merced, Av Atahualpa, Av. 17 de Julio, Guayabillas y Yahuarcocha se ubican dentro del rango del color amarillo con una conservación natural/alteración baja, ya que presentan géneros como *Lecanora* y *Parmelia* que son indicadores de acumulación de SO<sub>2</sub> lo que permite identificar que la zona urbana de Ibarra no posee una contaminación severa y es por ello que se debe aplicar soluciones inmediatas para prevenir este tipo de contaminación.(Cuadro 4.13 y 4.14)

## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

- En la presente investigación se registraron en total **7 Familias**, **11 Géneros** y **35 Especies** de líquenes, la gran variedad florística de Líquenes que posee la ciudad de Ibarra. Las Familias que presentaron mayor número de géneros en esta investigación fueron Parmeliaceae y Teloschistaceae. El género con mayor número de especies es *Ramalina*.
- Los sitios de Colecta que presentaron mayor diversidad de líquenes fueron los sitios testigos como Guayabillas, Yuracruz y las Malvinas indicando que poseen líquenes que son sensibles a la contaminación ambiental más aún si muchos de los géneros encontrados aquí no se los registro en áreas que se vean afectadas por alteraciones ambientales generadas por fuentes móviles y fijas, y que muchos de estos géneros corresponden a especies consideradas como sensibles (Barreno & Pérez, 2003) en cambio los puntos muestreados dentro de la zona urbana poseen líquenes que toleran la contaminación ambiental siendo más notoria la presencia de estos organismos en lugares que presentan manifestaciones de actividad antrópica.
- Mediante el uso de Clusters se determinó la similitud entre sitios de colecta en relación a las especies registradas, por lo que se concluye que ésta diversidad de especies tiene relación directa con el hábitat en el que se encuentran, es

así que puede considerarse a los líquenes como indicadores biológicos de la calidad ambiental en la zona urbana de Ibarra.

- Es importante indicar que es más fructífero realizar los clusters por frecuencia de especies ya que expresa claramente quienes son más tolerantes, tanto en cantidad como en variedad de líquenes bioindicadores, de forma especial en la zona urbana de Ibarra.
- Para facilitar el uso de esta información se diseñó una guía de líquenes, con información básica y didáctica a cerca de los líquenes.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Es necesario continuar con los estudios y colectas de este grupo de líquenes, ya que en la ciudad de Ibarra posee muchos sitios en los cuales no se tomó como puntos de referencia y que son importantes para este tipo de investigaciones.
- Se sugiere realizar monitoreos continuos de líquenes porque pueden haber cambios o variaciones que pueden indicar una alteración en la calidad ambiental de la zona.
- Ejecutar estudios de líquenes a partir de frecuencia de especies para obtener mejores resultados e interpretar de mejor manera las gráficas a cerca de la contaminación ambiental en la ciudad de Ibarra
- Se recomienda que al momento de realizar un estudio de líquenes como bioindicadores de calidad ambiental; a la toma de puntos de muestreo se

escojan la misma cantidad de puntos en todos los lugares para así obtener datos más específicos para obtener los resultados deseados.

## CAPÍTULO VI

### RESUMEN

#### **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LÍQUENES EN EL ÁREA URBANA Y SITIOS RURALES DE VEGETACIÓN REMANENTE DE LA CIUDAD DE IBARRA-IMBABURA, COMO INDICADORES DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA”**

El empleo de bioindicadores para detectar la polución tiene una serie de ventajas tales como el bajo costo, los resultados rápidos y la posibilidad de proporcionar información acumulativa, integrada y discriminada gracias a su capacidad de respuesta frente a las alteraciones del medio, la cual nunca puede ser detectada a través de mediciones física químicas. La mayor ventaja de los bioindicadores es que continuamente están en su hábitat, cosa que un equipo de medición no hace. Evaluar la sensibilidad con respecto a la presencia ausencia de los líquenes como indicadores biológicos de la calidad atmosférica mediante el estudio comparativo entre la zona urbana y áreas de vegetación remanente de la ciudad de Ibarra.

En la presente investigación se registró en total **7** Familias, **11** Géneros y **35** Especies de líquenes, la gran variedad florística de Líquenes que posee la ciudad de Ibarra. Las Familias que presentaron mayor número de géneros en esta investigación fueron Parmeliaceae y Teloschistaceae. El género con mayor número de especies es *Ramalina*. En cuanto a resultados se indica que los lugares con mayor conservación natural existe son en las zonas de Yuracruz, las Malvinas y Guayabillas, es por ello que ocupan un color azul en el cuadro indicando que presentan los géneros *Usnea*, *Ramalina* que son indicadores de ausencia de contaminación. En el caso del Parque

Pilanquí y la Av. Padre Aurelio Espinoza poseen una conservación natural media que corresponde al color verde claro, encontramos el género *Xanthoria* que es un indicador de contaminación media. En los sectores del Parque Pedro Moncayo, Parque Boyacá, Parque La Merced, Av. Atahualpa, Av. Cristóbal de Troya, Av. 17 de Julio y Yahuarcocha se ubican dentro del rango del color amarillo con una conservación de alteración baja, ya que presentan géneros como *Lecanora* y *Parmelia* que son indicadores de acumulación de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

**Palabras claves:** Líquenes, contaminación, sensibilidad, tolerancia, bioindicadores

### SUMMARY

“LICHENS COMPARATIVE STUDY IN URBAN AND RURAL SITES REMNANT VEGETATION IBARRA - IMBABURA CITY AS AIR QUALITY INDICATORS ”

The use of biomarkers to detect pollution has a number of advantages such as low cost, fast results and the ability to provide cumulative, integrated and discriminated against because of their ability to respond to environmental changes, which can never be detected by physical chemical measurements. The biggest advantage of biomarkers is that they continually are in their habitat, which a measuring device does not. To assess the sensitivity to the presence absence of lichens as biological indicators of air quality through a comparative study between urban and remnant vegetation areas of the city of Ibarra.

In this study there was a total of 7 families, 11 genera and 35 species of lichens , the lichen floristic variety that has the city of Ibarra . Families with higher number of genres in this research were Parmeliaceae and Teloschistaceae. The genus is more species Ramalina . As results indicated that more places there are natural preservation areas Yuracruz , the Falklands and Guayabillas , which is why we take a blue color in the box indicating that gender have Usnea , Ramalina which are indicators of absence contamination. In the case of Parque Pilanquí and Av. Padre Aurelio Espinoza have an

average natural conservation corresponding to green light, we find that gender is an indicator Xanthoria average pollution . In sectors Parque Pedro Moncayo, Parque Boyacá, Parque La Merced , Av Atahualpa, Av. Cristóbal de Troya , Yahuarcocha, Av. 17 de Julio and are within the range of yellow with a low alteration conservation as they present Lecanora and Parmelia genres that are indicators of accumulation of sulfur dioxide ( SO<sub>2</sub>).

**Keywords:** Lichens , pollution, sensitivity, tolerance, bioindicators



## **BIBLIOGRAFÍA**

**BARRENO, E & PEREZ, S,** 2003 Biología de los Líquenes. Edit KRK, Principado de Asturias.

**CARRERA, HUGO; CHUQUÍN, NELSON & PUETATE, FABIÁN,** 1992. Uso mayor y zonificación forestal integrados. Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica del Norte.

**CRISCI, J. V. & M. F. López Armengol.** 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica., Monografías No. 26. Serie de Biología. Programa de Monografías Científicas. OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico Técnico, Washington, DC.

**FONT QUER, PIO,** 2009. Diccionario de Botánica. Edit. Península.

**FREIRE, A.** 2004. Botánica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden. Fundacyt. Qcne. Rlb. Y Funbotanica. St. Louis, Missouri.

**FERRE, R.** 1999. Líquenes y calidad del aire. Utilización de los líquenes como bioindicadores. Seminario de Biología y Geología del I. E. S. "Padre Eduardo Vitoria" ALCOY Proyecto Europeo.

- GARCÍA, L. & RUBIANO, L.** 1984. Comunidades de Líquenes como Indicadoras de niveles de Calidad de Aire en Colombia. Cont. Amb. Volumen 8, Capítulo 13, Medellín-Colombia.
- MATA, M., R.E. HALLING & G.M. MUELLER.**2003.Macrohongos de Costa Rica. Vol.2. I Edición. Edit. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 256 p.
- MEJÍA, P.** 1993. Bioindicadores, algunas aplicaciones. Ciclo de protección ambiental EPFL. Universidad Agrónoma Nacional III.
- MORA-NAVARRO, M. DEL REFUGIO; VÁSQUEZ GARCÍA, J. ANTONIO & VARGAS RODRIGUEZ, YALMA L.** 2006. Algas del Occidente de México, florística y ecología. Edit. Universidad de Guadalajara, México.
- NABORS, MURRAY W.** 2006. Introducción a la Botánica. Edit. Pearson Educación. 475-477p.
- OÑA, T.**2009. Estudio de Pterydophytas y propuesta de manejo con fines de conservación en la Provincia de Imbabura. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte.
- PABÓN, G.** 1994. La Taxonomía y Sistemática Clásica, Nuevos Enfoques y Alternativas de Clasificación en el Género *Eleocharis* R. Brown (Cyperaceae). IES-ACC. Herbario HAC. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Tesis de Grado. La Habana, Cuba.
- PABÓN. G.** 2006. Caracterización Morfológica y Revisión Taxonómica de *Capsicum*spp (Ajíes) y *Cucurbita*spp. (Calabazas) en la Granja de la

UNORCAC, Cantón Cotacachi. Tesis presentada para el Grado de *Magister Scientiarum* en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

**PABÓN. G.; T. OÑA; E. VELARDE & M. P. OCHOA**, 2008. Interpretación Ambiental y Guía de Plantas del Sendero Bosque Protector Guayabillas, PRODESIMI, Municipio de Ibarra.

**PATZELT, E.** 1996. Flora del Ecuador. Banco Central del Ecuador. Quito.

**PINTO, M.** 2000. Biomonitorio de contaminación atmosférica por material particulado en árboles y arbustos ornamentales de la ciudad de La Paz. Tesis de Licenciatura. UMSA, La Paz.

**UMAÑA, L. Y H. SIPMAN.** 2002. Líquenes de Costa Rica. I Edición. Edit. InBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 156 p.

**ULLOA C., & MOLLER P, 1995**

**ULLOA, M.** 1991. Diccionario ilustrado de micología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 310 p.

**WEIER, T. ELLIOT & STOCKING, C. RALPH,** 1991. Botánica. Edit. Limusa. 545-547p.

#### **BIBLIOGRAFÍA ON LINE**

- <http://www.ibarraturismo.com/naturaleza.php>[Consulta 19/10/2012].
- <http://www.imbaburaturismo.gov.ec>[Consulta 13/10/2012].

- <http://www.viajandox.com>[Consulta 16/01/2012].
- <http://es.scribd.com/doc/58764867/COMENIUS-BIOINDICADORES-CarlosPerez>[Consulta 23/09/2012].
- <http://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dGljbGVnaW8uY29tfGxp cXVlbnVzfGd4OjE1ZGUzYWVkbNTlhNzM4MmE>[Consulta 29/03/2013].
- <http://liquenes.ticlegio.com/indicadores-y-bioindicadores> Carlos Pérez [Consulta 16/05/2012].
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Indicadores-Biol%C3%B3gicos/5718727.html>[Consulta 16/05/2012].
- [http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes\\_historia.htm](http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes_historia.htm)[Consulta 16/05/2012].
- <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/liquenes.htm>[Consulta 18/05/2012].
- [http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes\\_crecimiento.htm](http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes_crecimiento.htm)[Consulta 16/05/2012].
- [http://www.agendaviva.com/que\\_hacer/Con-tus-ni-os/recomendaciones/L-iquenes-indicadores-de-la-cal](http://www.agendaviva.com/que_hacer/Con-tus-ni-os/recomendaciones/L-iquenes-indicadores-de-la-cal)[Consulta 21/05/2012].
- <http://www.reviberoammicol.com/2005-22/071082.pdf>[Consulta 22/08/2013].
- <http://www.oocities.org/es/ecored2000/liquen.html>Los líquenes. El más lento telegrama de la tierra. [Consulta 16/08/2013].
- <http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/articulosVol25/08-Mendez-Liquenes-VF.pdf>[Consulta 11/07/2012].
- [http://www.uv.es/barreno/Biologia\\_de\\_los\\_liquenes.pdf](http://www.uv.es/barreno/Biologia_de_los_liquenes.pdf)[Consulta 16/05/2012].
- [http://www.uv.es/barreno/Medio\\_y\\_bioindicadores.pdf](http://www.uv.es/barreno/Medio_y_bioindicadores.pdf)[Consulta 16/05/2012].
- <http://www.asturnatura.com/familia/ramalinaceae.html>[Consulta 16/05/2012].
- <http://www.asturnatura.com/familia/lobariaceae.html>[Consulta 16/05/2012].
- <http://www.asturnatura.com/especie/xanthoria-parietina.html> [Consulta 19/05/2012].

- <http://www.micolapalma.com/floracanaria/liquenes/fichas/xanthoriaparietina.htm>[Consulta 16/05/2012].
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/fruticulosos/Usnea.html> [Consulta 21/05/2012].
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/fruticulosos/Teloschistes.html>[Consulta 21/05/2012].
- <http://www.arkive.org/lichen/teloschistes-chrysophthalmus/>[Consulta 21/05/2012].
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/crustaceos/Lecanora.htm>[Consulta 23/05/2012].
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/crustaceos/Chrysothrix.htm>[Consulta 27/05/2012].
- <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/folioso/Heterodermia.html>[Consulta 26/05/2012].