ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS EFECTOS QUE PUEDE CAUSAR LA LLUVIA ÁCIDA EN LAS ESPECIES VEGETALES CAUCHO SABANERO *(Ficus Soatensis),* ARBOLOCO *(Smallanthus Pyramidalis)* y CAJETO (*Cytharexylum Subflavescens)* EN LA ESTACIÓN PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA.

DIANA MARCELA ACOSTA OCHOA

LISETH BARAHONA PARDO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

BOGOTÁ D.C.

2008

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS EFECTOS QUE PUEDE CAUSAR LA LLUVIA ÁCIDA EN LAS ESPECIES VEGETALES CAUCHO SABANERO *(Ficus Soatensis),* ARBOLOCO *(Smallanthus Pyramidalis)* y CAJETO (*Cytharexylum Subflavescens)* EN LA ESTACIÓN PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA.

DIANA MARCELA ACOSTA OCHOA

LISETH BARAHONA PARDO

Trabajo de Grado presentado para optar al Título de

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director

VÍCTOR LEONARDO LÓPEZ

Meteorólogo

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

BOGOTÁ D.C.

2008

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

Director: Víctor Leonardo López
Meteorólogo

_____

Jurado:

_____

Jurado:

Bogotá D.C. Enero de 2009

Quiero dedicarle este proyecto a Dios por que él es el eje de mi vida y por que él me permitió culminar esta etapa de un largo camino que apenas comienza, junto al apoyo incondicional de mis padres y hermanas, que con su lucha, amor y tesón, me dieron la oportunidad de superarme como profesional y como ser humano, a Jorge Lugo quien ha sido mi bastón en los tiempos de desasosiego y de quien he recibido colaboración, para la realización de este trabajo de grado y por ultimo a mis amigos (Lina, Gelver, Marilin y Marlin) que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

DIANA MARCELA ACOSTA OCHOA

Este trabajo de grado, concluye una etapa académica muy importante en mi vida, ya que refleja el conocimiento adquirido, la responsabilidad y la entrega en las metas propuestas y me enseña a ser persistente a pesar de las dificultades encontradas. Quiero dedicarle este trabajo a mi familia, que gracias a su colaboración han sido el soporte para dar cumplimiento satisfactorio a este proyecto.

LISETH BARAHONA PARDO

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de grado no se habría podido realizar sin la generosa colaboración y participación de muchas personas y entidades a quienes expresamos nuestro agradecimiento.

A Dios, porque con su presencia, nos dio la sabiduría y la fortaleza necesaria para llevar acabo este trabajo.

A nuestro Director Víctor Leonardo López por su entrega, persistencia y constante apoyo, quién con sus orientaciones, logró motivarnos día a día y encaminarnos hacia el cumplimiento de nuestros objetivos.

Al Ingeniero Gabriel Herrera, por darnos la oportunidad de hacer parte en este equipo de trabajo y nos acompaño en el desarrollo del proyecto.

Al Ingeniero Miguel Eugenio Cadena, Jefe de Laboratorio de suelos, del Programa de Ingeniería Forestal, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al IDEAM, por su orientación y sus buenas bases para el diseño experimental del trabajo.

Al Ingeniero Cesar Augusto Blanco Tovar, por su asesoría y acompañamiento a lo largo del desarrollo del proyecto.

A los profesores Cesar Bejarano y Diana García, por sus valiosos aportes, gracias a los cuales fue posible iniciar formalmente la ejecución de este trabajo.

A la Ingeniera Rosalina González, por el espacio y la colaboración ofrecida en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

A los Profesores y Directivos de la facultad, por sus enseñanzas y por el conocimiento impartido, somos los profesionales idóneos para desempeñar nuestra labor.

A todas las personas que integran entidades, especialmente al IDEAM, museos y demás sitios de muestreo, por su información, colaboración, paciencia y entendimiento fue posible llevar a cabo el proyecto.

A la Universidad de la Salle por sus aportes al desarrollo tanto profesional como personal, y por brindarnos la oportunidad de acceder a los equipos, espacios y herramientas necesarias que permitieron dar cumplimiento a nuestros objetivos.

A nuestros seres queridos, quienes nos colaboraron y apoyaron para la realización de este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN **16**

1. MARCO DE REFERENCIA ***21***

1.1 MARCO TEÓRICO **21**

1.1.1 Generalidades de la lluvia ácida 21
1.1.2 Química de la lluvia ácida 21
1.1.3 Origen de la lluvia ácida. 22
1.1.4 Fuentes por las que se produce la lluvia ácida. 22
1.1.5 Los efectos de la lluvia ácida en los sistemas naturales 24
1.1.6 Síntomas y daños por la contaminación del aire en la vegetación 25
1.1.7 La lluvia ácida y su incidencia en el suelo 28
1.1.8 Parámetros analizados en el estudio 30
1.1.9 ¿Cómo influyen la meteorología en la calidad de aire? 30

1.2 MARCO LEGAL **31**

1.2.1 Calidad del Aire 31

1.3 DOCUMENTOS, ESTUDIOS E INVESTIGACIONES **33**

1.3.1 Manual de precipitación química 33
1.3.2 Efecto de diferentes concentraciones de H_2SO4 y HNO_3 sobre el crecimiento temprano del Perejil Común (Petroselinum Crispum) 33
1.3.3 Informe Preliminar Nacional de Calidad de Aire de lluvia ácida en Colombia. IDEAM, 2006. 34
1.3.4 Evaluación preliminar de la lluvia ácida en Bogotá 35
1.3.5 Lluvia ácida en la zona norte de Bogotá 35

2. METODOLOGÍA ***37***

2.1 DIAGRAMA METODOLÓGICO **37**

2.2 DESARROLLO METODOLÓGICO **38**

2.2.1 Fase Preliminar o Exploratoria 38
2.2.2 Fase Diagnóstica y Experimentación 57
2.2.3 Fase de análisis y presentación de resultados 64

3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO ***65***

3.1 ASPECTO GEOGRÁFICO **65**

3.1.1 Localización, extensión y características geográficas 65
3.1.2 Hidrografía 66
3.1.3 Climatología 67

3.2 ASPECTO HISTÓRICO **67**

3.3 ASPECTO SOCIAL **68**

3.3.1 Transporte 68

3.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS **70**

3.5 ASPECTO AMBIENTAL **71**

3.5.1 Contaminación atmosférica 71

3.5.2 Contaminación del suelo 72

4. DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO – AMBIENTAL DE LA CANDELARIA ***73***

4.1 CLIMATOLOGÍA **73**

4.1.1 Consideraciones generales 73

4.1.2 Información disponible 74

4.1.3 Comportamiento de la precipitación en la localidad Candelaria 75

4.1.4 Comportamiento de la temperatura en la localidad Candelaria 81

4.1.5 Comportamiento de la Humedad en la localidad Candelaria 84

4.1.6 Comportamiento del Brillo Solar en la localidad Candelaria 87

4.1.7 Comportamiento general del Viento en superficie 89

4.2 MONITOREO DE LLUVIA ÁCIDA EN LA CANDELARIA **93**

4.2.1 Eventos Diurnos 93

4.2.2 Eventos Nocturnos 107

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS ***121***

CONCLUSIONES ***128***

RECOMENDACIONES ***130***

BIBLIOGRAFÍA ***133***

ANEXOS ***136***

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1.	Niveles Máximos Permisibles Para Contaminantes Criterio	**32**
Tabla 2.	Especies Dominantes en la Localidad de la Candelaria	**43**
Tabla 3.	Estudio de Alternativas Económicas	**48**
Tabla 4.	Características de las especies Caucho y Borrachero	**49**
Tabla 5.	Características de las especies Arboloco y Palma de Cera	**51**
Tabla 6.	Características de la especie Cajeto	**53**
Tabla 7.	Matriz Multicriterio	**55**
Tabla 8.	Valores de Temperatura y Humedad en el Invernadero	**61**
Tabla 9.	Tratamientos	**62**
Tabla 10.	Establecimientos productivos Localidad 17 – La Candelaria	**70**
Tabla 11.	Análisis de calidad del aire, La Candelaria, 2007	**71**
Tabla 12.	Listado de Estaciones Meteorológicas	**75**
Tabla 13.	Matriz de resultados de la caracterización del suelo	**126**

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1.	Reacciones químicas de la lluvia ácida	**21**
Figura 2.	Valores del pH en el suelo	**28**
Figura 3.	Muestreador de precipitación Casa de Poesía Silva	**39**
Figura 4.	Muestreador de precipitación Casa Museo Quinta de Bolívar	**39**
Figura 5.	Muestreador de precipitación Universidad de la Salle Sede Centro	**40**
Figura 6.	Muestreador de precipitación Colegio Centro Sagrado Corazón	**40**
Figura 7.	Muestreador de precipitación Casa Museo 20 de Julio	**41**
Figura 8.	Muestreador de precipitación Ministerio de Hacienda	**41**
Figura 9.	Equipo de muestreo	**58**
Figura 10.	Rotulo colector muestras de precipitación	**59**
Figura 11.	Ubicación de especies (Invernadero y condiciones naturales)	**60**
Figura 12.	Termo - Higrómetro	**61**
Figura 13.	Distribución de especies por tratamiento	**61**
Figura 14.	Aplicación de soluciones ácidas	**62**
Figura 15.	Ancho y largo máximo de la hoja	**63**
Figura 16.	Plano Localidad La Candelaria	**66**
Figura 17.	Gráfico comparativo de precipitación – Est. Venado de Oro	**75**
Figura 18.	Gráfico comparativo de precipitación – Est. Edificio HIMAT	**76**
Figura 19.	Gráfico comparativo No. de días con lluvia – Est. Edificio HIMAT	**77**
Figura 20.	Comportamiento mensual de la precipitación Edificio HIMAT 2008	**78**
Figura 21.	Comportamiento mensual de la precipitación Venado de Oro 2008	**79**
Figura 22.	Comportamiento mensual de la precipitación Unisalle 2008	**79**
Figura 23.	Gráfico comparativo de la Temperatura – Est. Venado de Oro	**82**
Figura 24.	Comportamiento mensual de la Temperatura Est. Unisalle 2008	**83**
Figura 25.	Comportamiento mensual de la Temp. Est. Venado de Oro 2008	**83**
Figura 26.	Gráfico comparativo de la Humedad Est. Venado de Oro	**85**
Figura 27.	Comportamiento de Humedad Est. Unisalle Centro/08	**86**
Figura 28.	Comportamiento de Humedad Est. Venado de Oro/08	**86**
Figura 29.	Gráfico comparativo de Brillo Solar Est. Venado de Oro	**88**
Figura 30.	Rosa de los vientos, primer semestre 2008Est. Unisalle	**90**
Figura 31.	Distribución de frecuencias	**91**
Figura 32.	El pH en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle	**94**
Figura 33.	El pH en las Est. Museo 20 de Julio y Min. Hacienda	**95**
Figura 34.	El pH en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía Silva	**96**
Figura 35.	La acidez en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle	**97**
Figura 36.	La acidez en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda	**98**
Figura 37.	La acidez en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía	**99**
Figura 38.	Los Nitratos en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle	**100**
Figura 39.	Los Nitratos en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda	**101**
Figura 40.	Los Nitratos en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía	**102**

Figura 41. Los Sulfatos en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle **104**
Figura 42. Los Sulfatos en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda **105**
Figura 43. Los Sulfatos en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía **106**
Figura 44. El pH en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle **107**
Figura 45. El pH en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda **109**
Figura 46. El pH en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía **110**
Figura 47. La acidez en las Est. Quinta de Bolívar y U de La Salle **111**
Figura 48. La acidez en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda **112**
Figura 49. La acidez en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía **113**
Figura 50. Los nitratos en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle **114**
Figura 51. Los nitratos en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda **115**
Figura 52. Los nitratos en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía **116**
Figura 53. Los sulfatos en las Est. Quinta de Bolívar y U. de La Salle **117**
Figura 54. Los sulfatos en las Est. Museo 20 de Julio y Min Hacienda **118**
Figura 55. Los sulfatos en las Est. Colegio Centro y Casa de Poesía **119**

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A. Planos de ubicación de los puntos de muestreo de lluvia ácida y de las estaciones meteorológicas de presentación de resultados en los respectivos puntos de muestreo (planos de AUTOCAD)
ANEXO B. Protocolo: Parámetros de medición de lluvia ácida **137**
ANEXO C. Protocolo: Análisis de las propiedades químicas del suelo **149**
ANEXO D. Recolección, Almacenamiento y transporte de muestras **155**
ANEXO E. Matriz de información meteorológica **157**
ANEXO F. Matriz general de monitoreo de Lluvia Ácida **167**
ANEXO G. Registro Fotográfico, Condiciones de Invernadero **241**
ANEXO H. Matriz y comportamiento de los macroreferentes vegetales a condiciones de invernadero **266**
ANEXO I. Matriz de observación de los macroreferentes vegetales a condiciones de invernadero **290**
ANEXO J. Matriz y comportamiento de los macroreferentes vegetales a condiciones naturales **314**
ANEXO K. Matriz de observación de los macroreferentes vegetales a condiciones naturales **319**

ABREVIATURAS

CAA	Centro de Atención Ambulatoria
CAMIS	Centros de Atención Médica Inmediata
CAU	Centro de Arbolado Urbano
CO	Monóxido de Carbono
Cl^-	Cloro
DAMA	Departamento Administrativo del Medio Ambiente
DAPD	Departamento Administrativo de Planeación Distrital
F^-	Flúor
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación
FIAS	Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
HIMAT	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de tierras
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
IPS	Institución Promotora de Salud
Log	Logaritmo
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
O_3:	Oxidantes fotoquímicos u ozono
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PM_{10}	Partículas de fracción respirable
PO_4^{-3}	Fosfatos
ppm	Partes por millón
NaOH	Hidróxido de Sodio
NO_2	Dióxido de nitrógeno
NO_2^-	Nitritos
NO_3^-	Nitratos
NOx	Óxidos de nitrógeno
SH_2	Sulfuro de hidrógeno
SO_2	Dióxido de azufre
SO_3	Sulfitos
SO_4	Sulfatos
SOx	Óxidos de azufre
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UBAS	Unidades Básicas de Atención
UPAS	Unidades Primarias de Atención
ZCIT	Zona de Confluencia Intertropical

RESUMEN

El fenómeno de lluvia ácida ha sido uno de los problemas ambientales más importantes de calidad de aire a nivel mundial; los países de Europa se han destacado por hacerle frente a ésta problemática, mediante la instalación de redes de monitoreo en puntos claves. En Colombia el panorama es diferente, ya que no se encuentra información completa sobre los niveles de pH del agua lluvia, solo existen estudios que recomiendan la construcción de un Programa Nacional de monitoreo del fenómeno en el país, esta labor la comenzó el IDEAM en 1998 pero la información no está actualizada, debido a limitaciones financieras y logísticas.

El propósito de este trabajo de investigación es realizar un estudio previo de los posibles efectos directos que puede causar la lluvia ácida sobre las especies, Caucho Sabanero, Arboloco y Cajeto de La Candelaria, definiendo dos ambientes para la experimentación: el primero someter varias replicas de estas especies a lluvias simuladas con ácido sulfúrico y ácido nítrico, en condiciones de invernadero y el segundo ambiente someter otras replicas de estas especies a condiciones naturales. Los muestreos de lluvia ácida se efectuaron mediante la instalación de seis puntos de medición, teniendo como parámetros a monitorear los siguientes: pH, nitratos, sulfatos y acidez. El comportamiento de las variables que determinan el clima de la localidad se estableció mediante las mediciones hechas en las estaciones “Unisalle Centro”, “Venado de Oro” y “La Estación edificio HIMAT”.

Como resultado se encontró que en la Localidad de la Candelaria existe un ligero incremento en la acidez de la lluvia respecto a los valores de pH, nitratos y sulfatos, que superan los rangos establecidos como referencia, y que a su vez se ve influenciado por el comportamiento climático de la zona de estudio e incide de forma directa en los parámetros analizados en laboratorio. Con respecto a los efectos establecidos en la experimentación se observó en las hojas de las tres especies, coloraciones naranjas, amarillas y puntos blancos más pronunciados que en las condiciones iniciales. Se determinó, que la especie arboloco es la más susceptible a la aplicación de las soluciones por presentar un debilitamiento general en la planta y que el caucho sabanero es la especie más resistente a la contaminación, sin embargo estos efectos no se asocian directamente al problema de lluvia ácida, motivo por el cual la metodología desarrollada debe ser ajustada.

Palabras clave: Lluvia ácida, contaminación, especies vegetales nativas, variables meteorológicas.

SUMMARY

The phenomenon of acid rain has triggered one of the most important environmental problems of air quality at the global level; the countries of Europe have been highlighted by cope with this problem, installing monitoring networks at strategic points. In Colombia, the situation is different, so that the information about the levels of pH of water rain is not complete, there are only studies that recommended the construction of a national program for monitoring the phenomenon in the country, this work began in the IDEAM in 1998 but the information is not update due to financial and logistical constraints.

The purpose of this research is to conduct a preliminary study on possible direct effects that can cause acid rain on the species, Caucho Sabanero, Arboloco and Cajeto the Candelaria, defining two environments for experimentation: the first to submit copies of these species to simulated rain with sulfuric acid and nitric acid, in greenhouse conditions and atmosphere to subject the second copies other of these species to natural environmental conditions. The samples of acid rain were made through the installation of six measurement points, taking as parameters the following: pH, nitrate, sulfate and heartburn. The behavior of the variables that determine the climate of the sector was established by the measurements made with the stations “Unisalle Center”, "Venado de Oro" and "the Station edifice HIMAT".

As a result we have found that in the sector of Candelaria there is a slight increase in the acidity of rainfall, which is influenced by the climatic behavior of the study area and directly affect the parameters nitrates and sulfates, analyzed laboratory. With respect to the effects established in the experimentation it was observed in the leaves of the three species, colorations pronounced oranges, yellows and white points more than in the initial conditions. One determined, that the species arboloco is most susceptible to the application of the solutions to present a general weakening in the plant and that the caucho sabanero is the most resistant species to the contamination, nevertheless these effects are not associated directly to the acid rain problem, reason by which the developed methodology must be fit.

Keywords: acid rain, pollution, weather variable, native plant species

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en nuestra ciudad se ha visto afectada principalmente por la intervención de las actividades del ser humano, el desarrollo industrial y tecnológico; lo que ha provocado problemas ambientales, como la contaminación atmosférica, que sin duda alguna ha disminuido la calidad de vida de los habitantes capitalinos.

Una problemática que se desarrolla de la contaminación atmosférica, es la lluvia ácida, y su causa es el descontrolado manejo que se da a las actividades industriales y a la mala calidad de los combustibles utilizados por las fuentes móviles, que generan Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Óxidos de Azufre (SOx) que al ser descargados a la atmosfera reaccionan con el vapor de agua y oxígeno, formando ácido nítrico y ácido sulfúrico respectivamente.

Estudios realizados en otros países como España y Panamá, afirman que la lluvia ácida causa efectos negativos en las especies vegetales, como alteraciones en el crecimiento de la planta, desequilibrios en los nutrientes del suelo, manchas de color marrón en las hojas, necrosis, entre otros.

En Colombia se han adelantado estudios e informes preliminares de calidad de aire de lluvia ácida, pero no se ha investigado específicamente sobre los efectos que ésta problemática causa en las especies vegetales.

El presente estudio muestra el fenómeno de precipitación ácida y los efectos que causa en las especies vegetales Caucho Sabanero, Arboloco y Cajeto, a partir de la simulación del mismo, en la Estación Piloto de la Universidad de la Salle, Sede Centro, bajo condiciones de invernadero, así como un análisis comparativo del comportamiento del agua lluvia y los parámetros climáticos de la zona de estudio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio preliminar sobre los efectos que puede causar la lluvia ácida en el Caucho Sabanero (Ficus Soatensis), Arboloco (Smallanthus Pyramidalis) y Cajeto (Cytharexylum Subflavescens) especies nativas predominantes en la Localidad 17- La Candelaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el nivel de acidez de la lluvia en la Localidad de La Candelaria, mediante el monitoreo del fenómeno y los análisis de los parámetros pH, acidez, nitratos y sulfatos.

- Establecer el comportamiento del clima en el área de estudio mediante el análisis de los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas del IDEAM y la FIAS.

- Determinar los efectos directos que la lluvia ácida puede causar sobre las especies vegetales Caucho Sabanero (Ficus Soatensis), Arboloco (Smallanthus Pyramidalis) y Cajeto (Cytharexylum Subflavescens) mediante la simulación del fenómeno en condiciones de invernadero.

- Efectuar una correlación de los resultados obtenidos durante la etapa de muestreo de lluvia ácida, los datos climatológicos del periodo de muestreo y los de la simulación del fenómeno de precipitación ácida sobre las especies vegetales seleccionadas.

GLOSARIO

ATMÓSFERA: Envoltura gaseosa que rodea la tierra. Es una mezcla física o mecánica de gases en los que predominan el nitrógeno (78%) y el oxigeno (21%).

CONDICIONES NATURALES: Se refiere a los factores ambientales reales, propios del medio ambiente.

CLIMA: Conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo de un área determinada.

DÍA DE PRECIPITACIÓN: Día en el que se observa la precipitación. La cantidad mínima del agua recogida considerada como necesaria para constituir un día de precipitación, varía de país a país pero generalmente es de 0.1mm.

EFECTO: Es la consecuencia de un impacto, es decir la transformación de un ecosistema.

ESPECIES VEGETALES NATIVAS: Se consideran aquellos individuos, que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual), conforme con su potencial de dispersión natural; es decir sin la ayuda o intervención del hombre.

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA: Estación de la que se obtienen datos climáticos. Estos deben incluir elementos tales como tiempo, viento, nubosidad, temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación e insolación.

EXPERIMENTACIÓN: Es el estudio de un fenómeno, en este caso de precipitación ácida, reproducido generalmente en un laboratorio o en un lugar de uso exclusivo para el experimento que pueda mantener y controlar las condiciones particulares del mismo; en donde se establecen las variables ya sean dependientes, independientes y controladas que puedan incidir en el estudio.

GASES CONTAMINANTES: Son emisiones que causan la alteración de la atmosfera terrestre, originados por procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles, generando óxidos de azufre y de nitrógeno, entre otros contaminantes.

HIDROMETEORO: Meteoro que consiste de un conjunto de partículas de agua, líquida o sólida, en caída o en suspensión en la atmósfera, levantadas de la superficie de la tierra por el viento o depositadas sobre objetos del suelo o en la atmosfera libre.

HUMEDAD DEL AIRE: Vapor de agua contenido en el aire.

INVERNADERO: Es el sitio destinado a mantener y controlar los factores ambientales y/o variables que incidan en el crecimiento de especies vegetales.

MACROREFERENTES: Son observaciones y/o mediciones de diferentes variables a nivel macroscópico, que se registran durante la realización de un experimento, para establecer posibles relaciones entre las mismas.

MICROCLIMA: Estructura climática de la capa atmosférica adyacente a una superficie en particular.

NUBE: Conjunto de partículas visibles minúsculas de agua o de hielo, o ambas a la vez, suspendidas en el aire libre. Este conjunto puede igualmente estar compuesto de agua o hielo de mayores dimensiones y partículas sólidas, tales como las que se encuentran en el humo industrial, gases o polvo.

PARÁMETROS METEOROLÓGICOS: Son registros periódicos de la temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, entre otros, que caracterizan el clima de un lugar.

PRECIPITACIÓN: Hidrometeoro constituido de agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas amorfas, las cuales caen de una nube o grupo de nubes y que alcanzan el terreno.

TEMPERATURA DEL AIRE: Temperatura leída en un termómetro expuesto al aire en una garita meteorológica o caseta termométrica, que permite la existencia de una buena ventilación, y evita los efectos de la radiación solar directa sobre el termómetro.

TRATAMIENTO: Consiste en la aplicación y/o aspersión de soluciones ácidas y neutras en las especies vegetales propias del estudio.

VIENTO: Movimiento del aire con relación a la superficie terrestre.

VIENTOS ALISIOS: Vientos planetarios que soplan de los cinturones de alta presión centrados alrededor de las latitudes 30º norte y 30º sur hacia el Ecuador.

Hay dos cinturones de vientos alisios: los del noreste en el hemisferio norte y los del sureste en el hemisferio sur.

ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL: Estrecha zona, situada en bajas latitudes, en la que convergen y se encuentran los vientos alisios de ambos hemisferios; en ella convergen masas de aire originadas en distintos hemisferios.

1. MARCO DE REFERENCIA

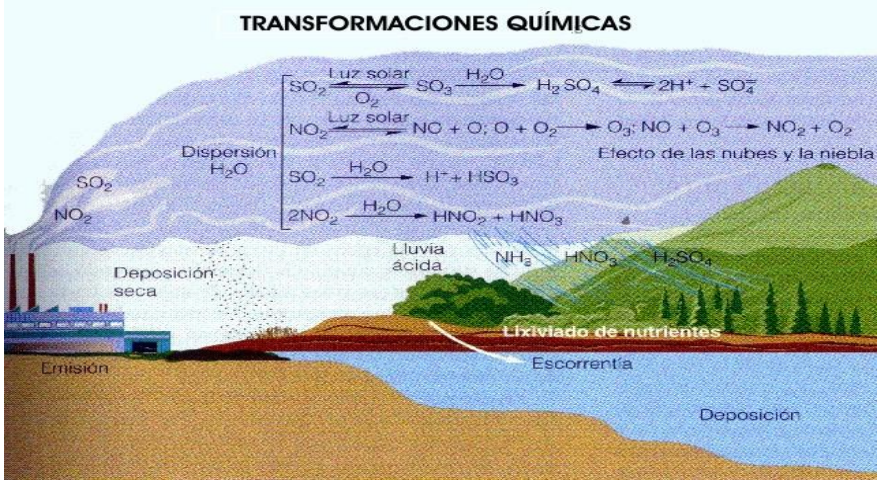
1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Generalidades de la lluvia ácida

Se denomina lluvia ácida al retorno a la superficie terrestre, mediante cualquier tipo de precipitación, de los óxidos disueltos en agua originados por contaminantes primarios, descargados a la atmósfera por determinadas actividades humanas, como el dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NOx) al reaccionar en un proceso de transformación fotoquímica con determinados componentes atmosféricos (oxígeno, vapor de agua) durante su permanencia en la atmósfera.

1.1.2 Química de la lluvia ácida

Figura 1. Reacciones químicas involucradas en la formación de lluvia ácida



FUENTE: http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja13.htm[1]

La figura 1 muestra las reacciones químicas que integran la formación de lluvia ácida y permiten estudiar el fenómeno.

La lluvia ácida se identifica mediante la concentración de iones hidrógeno (H+) presentes en el medio (expresada como pH; pH = Log (concentración H+). Cuanto mayor sea dicha concentración, menor será el valor del pH y mayor será su

[1] SAGAN GEA.ORG. Lluvia ácida [en línea] [citado el 8 de junio de 2008] Disponible en Internet: http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja13.htm

acidez[2]. La lluvia es ácida, ya que tiene un pH alrededor de 5,6, cuando los óxidos de azufre y nitrógeno intervienen en la química de la atmósfera y en su equilibrio, causando que el pH de la lluvia, disminuya por debajo de 5,6 en la escala de pH. IDEAM[3].

1.1.3 Origen de la lluvia ácida.

La precipitación ácida, en forma líquida (lluvia) o sólida (nieve o granizo), así como la presencia de hidrometeoros suspendidos (niebla o neblina) han llamado recientemente la atención pública como generadores específicos de contaminación atmosférica secundaria; sin embargo, la magnitud potencial de sus efectos es tal, que cada vez se le dedican más y más estudios y reuniones, tanto científicas como políticas ya que en la actualidad hay datos que indican que la lluvia es en promedio 100 veces más ácida que hace 200 años. La oxidación adicional de los óxidos de azufre y de nitrógeno puede ser catalizada por los contaminantes atmosféricos, incluyendo las partículas sólidas y por la luz solar.

Una vez formados los óxidos SO_3 y NO_2, reaccionan con facilidad con la humedad atmosférica para formar los ácidos sulfúrico y nítrico respectivamente. Estos ácidos permanecen disociados en la atmósfera y eventualmente, se precipitan con la lluvia o la nieve, las que, por lo tanto, tendrán mayor acidez en las áreas que reciben continuamente dichos óxidos que en las que no están alteradas[4].

1.1.4 Fuentes por las que se produce la lluvia ácida.

El material contaminante que desciende con la lluvia se conoce como sedimentación húmeda, e incluye partículas y gases barridos del aire por las gotas de lluvia. El material que llega al suelo por gravedad durante los intervalos secos se llama sedimentación seca, e incluye partículas, gases y aerosoles. Los contaminantes pueden ser arrastrados por los vientos predominantes a lo largo de cientos, incluso miles, de kilómetros. Este fenómeno se conoce como el transporte de largo alcance de contaminantes aéreos.

En 1968, Svante Oden, de Suecia, demostró que la precipitación sobre los países escandinavos se estaba haciendo cada vez más ácida, que los compuestos de azufre de las masas de aire contaminado eran la causa primordial, y que grandes

---

[2] TOMAS Olivia. Efectos de la lluvia ácida [en línea] [citado el 10 de diciembre de 2007] Disponible en Internet: http://www. quimica. urv.es/~w3siiq/ DALUMNES /01/siiq3/index. html.
[3] IDEAM. Informe Preliminar Nacional de Calidad de Aire de lluvia ácida en Colombia. Bogotá. 2006.
[4] Disponible en internet: http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/01/siiq3/efectos.htm, Op. cit

cantidades de las sustancias acidificantes provenían de emisiones de las áreas industriales de Europa central y Gran Bretaña. Poco tiempo después, se obtuvieron datos acerca de cambio en la acidez de los lagos.

Los estudios de trayectorias en Norteamérica han demostrado que más del 50% de la precipitación ácida en Notario central se debe a las masas de aire que pasan sobre las fuentes emisoras de azufre más importantes de los estados del oeste medio de Estados Unidos, en especial Ohio e Indiana (Environment Canadá, 1981). Más del 10% de la lluvia ácida que cae en el nordeste de Estados Unidos proviene de fuentes canadienses. También hay muchas maneras de producir la lluvia ácida por medio de los gases como:

-Monóxido de carbono.
-Ozono (O_3)
-Polvos y humos.
-Y algunas actividades bióticas como:
-Actividad volcánica y geotérmica.
-Descargas eléctricas.
-Incendios forestales.
-Fermentación.
-Respiración celular.

Hay muchas actividades que utilizamos los seres humanos que son las causantes de la emisión de estos gases que a la vez son los que producen la lluvia ácida.

Algunas de estas actividades pueden ser las siguientes:

Los óxidos de azufre (SOx) que se obtienen al quemar combustibles de baja calidad y a este proceso se le llama combustión. Los óxidos de nitrógeno (NOx) los cuales se producen en todas las reacciones de combustión al reaccionar el oxigeno y el nitrógeno del aire a temperaturas altas. Como consecuencia de la combustión realizada en casi todas las tareas que realizamos los seres humanos. Ej.: Las calefacciones, obtención de energía eléctrica por vía térmica y los distintos medios de transportes que utilizan la combustión[5].

De acuerdo con los registros históricos de la Red de evaluación de la calidad del aire en Bogotá, la ciudad se encuentra afectada principalmente por la

[5] Ibid : http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/01/siiq3/efectos.htm

contaminación derivada del tráfico vehicular, el cual genera una buena parte de los SOx y NOx presentes en la atmósfera capitalina. Las actividades industriales que rodean la localidad de la Candelaria también desempeñan un papel importante en la contaminación produciendo dióxido de azufre, aunque en cantidades no tan significativas como las de NOx. La explotación de los cerros que limitan la ciudad (cerros orientales) también contribuye a la contaminación del aire debido a la cantidad de partículas en suspensión, óxidos de azufre y otros gases contaminantes generados en los procesos.

Observaciones realizadas por el DAMA, muestran que gran parte de los contaminantes se concentran con mayores valores a lo largo de los corredores viales del centro de la ciudad y disminuyen en concentración hacia la periferia de la ciudad. Se encontró además que los contaminantes más críticos son los NOx, siendo los que más contribuyen a la formación de la lluvia ácida. HERRERA, Gabriel y LÓPEZ Víctor Leonardo[6] plantean que observaciones llevadas a cabo entre 1983 y 1990 por el HIMAT, en la estación Gaviotas, ubicada en San José de Ocune – Vichada (al oriente del país), para detectar la contaminación de fondo, determinaron que la lluvia en Colombia tiene un pH de 5.6, cuando no existe contaminación. Con base en este patrón, se puede estudiar la acidez de la lluvia en zonas contaminadas como Bogotá.

1.1.5 Los efectos de la lluvia ácida en los sistemas naturales

La lluvia ácida causa multitud de efectos nocivos en los ecosistemas. Por ejemplo: aumenta la acidez de las aguas de ríos y lagos, lo que se traduce en importantes daños en la vida acuática, tanto piscícola como vegetal. Aumenta la acidez de los suelos, lo que se traduce en cambios en la composición de los mismos, produciéndose la lixiviación de nutrientes importantes para las plantas, tales como el calcio, y movilizándose metales tóxicos, tales como el cadmio, níquel, manganeso, plomo, mercurio, que de esta forma se introducen también en las corrientes de agua.

La vegetación expuesta directamente a la lluvia ácida sufre no sólo las consecuencias del deterioro del suelo, sino también un daño directo que puede llegar a ocasionar incluso la muerte de muchas especies. La lluvia ácida también puede afectar los bosques.

---

[6]HERRERA, Gabriel y López Víctor Leonardo. Diagnóstico de lluvia ácida y condiciones meteorológicas asociadas en la Localidad 17, La Candelaria. Proyecto, Bogotá D.C: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2007. 34h.

HERRERA, Gabriel y LÓPEZ Víctor Leonardo[7] afirman que en muchos países, los árboles están perdiendo sus hojas. Algunos se están muriendo. Con toda certeza, la lluvia ácida ha sido uno de los causantes del deterioro de la cobertura vegetal y, en este sentido, es posible que los cerros de la ciudad de Bogotá estén experimentando este tipo de afectación.

- **Incidencia en la Fisiología y la Organografía vegetal**

Existe claramente una relación entre la fisiología y organografía vegetal con la contaminación atmosférica, en cuanto que sus acciones y elementos como son: procesos metabólicos, actividades enzimáticas, proteínas, aminoácidos, estomas se ven afectados, alterados o presentan un desequilibrio en sus funciones; causando la muerte de células o tejidos, debido a la variación de pH o aparición de productos muy básicos o ácidos, siendo este último el tema de nuestro interés.

Los sulfatos, componentes de la lluvia ácida pueden provocar inhibiciones en las actividades enzimáticas propias de la vegetación, ya que se establece competencia con el dióxido de carbono atmosférico en la regulación de enzimas.

La acción que causa la precipitación ácida en la vegetación puede llegar a ser más agresiva que las partículas sólidas del aire, pues en ciertas ocasiones las partículas solubles químicamente activas pueden ser mucho más ofensivas si están en contacto con el agua.

1.1.6 Síntomas y daños generados por las sustancias tóxicas de la atmósfera en la vegetación

La intensidad de los daños producidos por las sustancias tóxicas de la atmosfera en las especies forestales, varía principalmente con la época del año y con la distancia de las especies al origen de los humos. En las frondosas durante su foliación y en las resinosas durante el crecimiento de los brotes jóvenes, por ser ésta la época de mayor intensidad respiratoria. Durante los días húmedos se depositan las sustancias tóxicas sobre las hojas y brotes y durante los días secos aumenta su concentración y toxicidad. En algunos casos los daños se extienden más en la dirección de los vientos dominantes.

[7] Ibid.,p.9

Los principales síntomas que se presentan en la vegetación por causa del envenenamiento con las sustancias tóxicas de la atmosfera varían según se trate de coníferas o frondosas. Según TORRES, Juan[8] para el caso de las coníferas, se desecan las extremidades de las acículas, en las cuales se forman generalmente otras manchas rojizas irregularmente repartidas y se acorta considerablemente la vida de dichas acículas; mientras en las frondosas, se observa también la desecación de los bordes de las hojas o de las zonas del mesofilo comprendidas entre las nerviaciones principales, apareciendo manchas amarillentas o rojizas irregularmente distribuidas.

Si los daños son intensos conducen la paralización total del crecimiento y a la muerte de los árboles afectados. De acuerdo al tipo de contaminante se desarrollan los síntomas generales en los vegetales, para el caso particular se tienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno

- **Síntomas generales en los vegetales por la presencia de óxidos de azufre**

El dióxido de azufre es tóxico en pequeñas cantidades y al combinarse con el fenómeno de la precipitación reacciona fácilmente al pasar a SO_3, siendo más ofensivo al contacto con la vegetación. Según De Cormis [9] , las plantas más sensibles reaccionan ante una concentración de 1 ppm, y se han observado en algunos casos necrosis ante 0,05 ppm, aunque la permanencia ante la contaminación era más larga.

Los síntomas más comunes son:

- Necrosis Internerviares, la cual aparece en las partes de las hojas más ricas en estomas, puesto que es por donde penetra el gas en la planta.
- Coloración marfil o bien de marrón claro a rojizo, según la especie.
- Debilitamiento general de la planta.
- Frutos y semillas disminuyen de peso.

Después de los síntomas presentados suelen aparecer nuevos brotes y nuevas hojas que ocultan en gran parte a las zonas necrosadas, las cuales a su vez

[8] TORRES, Juan. Patología forestal. Principales enfermedades de nuestras especies forestales. 2 ed. , 1998. 36 p. ISBN 8471147696
[9] SEOÁNEZ CALVO, Mariano. Tratado de la Contaminación Atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión. Madrid: Mundi-Prensa ,2002. Citado por: De Cormis. p. 502.

terminan por caer, de modo que las manifestaciones del paso del SO_2 no son perdurables. Al realizar la experimentación de las especies vegetales seleccionadas en la Estación Piloto de la Universidad de La Salle, fue necesario conocer los factores ambientales, el tipo de suelo en el que se encuentra dicha especie, la fisiología, el comportamiento y su desarrollo en el entorno.

Investigaciones realizadas en España indican que en ciertas zonas forestales de Cataluña y de Aragón, existen casos de actividad de insectos xilófagos en masas debilitadas por la acción del SO_2. SEOÁNEZ CALVO, Mariano [10]. La contaminación por SO_2 estimula la apertura de los estomas en medio húmedo (precipitación), el cual reacciona dentro de las hojas produciendo metabólicos, de los cuales unos son aprovechables y otros no, acumulándose estos últimos y entorpeciendo las actividades foliares; aunque esto depende de las necesidades de la planta. En algunos casos las clorofilas a y b se reducen, de acuerdo al tipo de especie.

Como han comprobado numerosos autores afirman que, ante la acción del SO_2 o SO_3, la mayoría de vegetales desprende SH_2, el cual se genera a la media hora después del ataque, pero si la acción es del SO_4, la cantidad que se desprende de SH_2 no es la misma. El método de relevado puede ser utilizado para observar las emisiones por los estomas ya sea a la luz o en la oscuridad.

- **Síntomas generales en los vegetales por la presencia de óxidos de nitrógeno**

La acción general de los NOx, sobre los vegetales depende en ciertos casos del tiempo de exposición en la medida en que este sea mayor se presentan tendencias a defoliaciones y clorosis. También aparecen necrosis con coloraciones marrón rojizo de acuerdo al tipo de especie, perturbación en la asimilación del dióxido de carbono, así como daños en el proceso de la fotosíntesis y el crecimiento.

- **Resistencia y/o susceptibilidad de especies vegetales**

Existen especies que pueden ser más resistentes o susceptibles a los efectos que causan las sustancias tóxicas de la atmosfera, se mencionan las siguientes: TORRES, Juan[11].

---

[10] SEOÁNEZ CALVO, Mariano. Tratado de la Contaminación Atmosférica: Problemas, tratamiento y gestión. Madrid: Mundi-Prensa, 2002.p. 508.
[11] TORRES, Juan, Op.Cit. p.37.

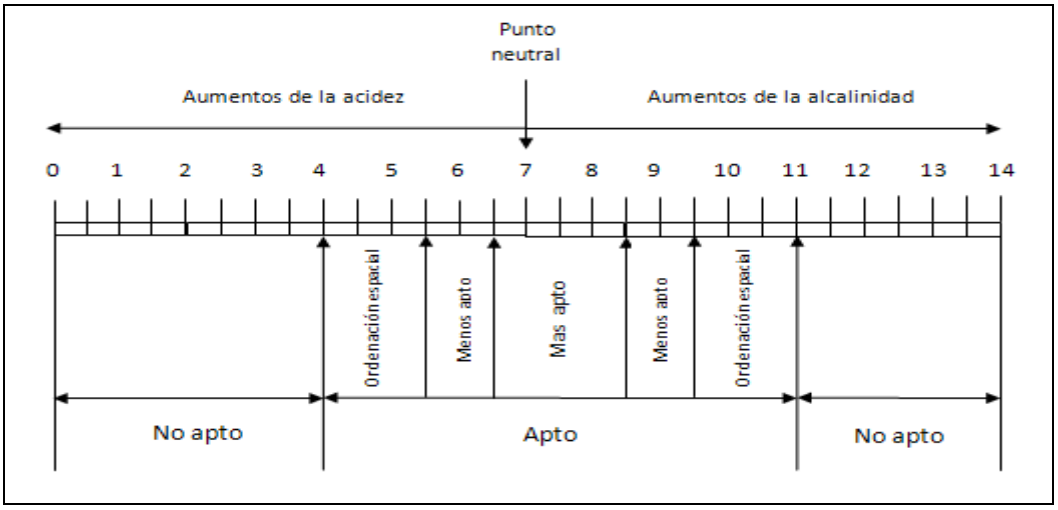
- Las coníferas más resistentes son: *Ginkgo biloba, Pinus Montana, P.nigra, Taxus baccata, P. nigra-calabrica y Taxodium distichum.*
- Las frondosas más resistentes son las especies de los géneros: Ailanthus, *Betula, Laburnum, Liriodendron, Platanus, Populus, Prunus, Pirus, Robinia, Tilia y Ulmus.*
- Las coníferas más susceptibles están comprendidas las de los géneros *Abies, Larix, Picea, y Tsuga, además del P.strobus , P.sylvestris y Pseudotsuga taxifolia.*
- Y entre las frondosas más susceptibles se tiene: el haya y los robles.

Dentro de la investigación fue pertinente conocer los posibles daños y síntomas que se generan por presencia de la lluvia ácida (sustancias toxicas de la atmosfera) en las especies vegetales seleccionadas.

1.1.7 La lluvia ácida y su incidencia en el suelo

Los efectos asociados al fenómeno, implican una disminución en el pH del suelo que provocan su acidez. En la figura 2 se presenta la escala correspondiente a los valores del pH del suelo, la cual fue de gran utilidad al momento de realizar las mediciones respectivas. Las condiciones de acidez ocasionan problemas por toxicidad de aluminio y manganeso y deficiencias de nutrientes como fósforo.

Figura 2. Valores del pH en el suelo



FUENTE:ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm.[12]

[12] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Efectos del suelo por lluvia ácida [en línea] [citado el 15 de junio de 2008] Disponible en Internet: ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_Training/ FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm.

MORÓN, Alejandro[13] plantea que la acidez se clasifica como activa, intercambiable, no intercambiable y potencial o titulable. La acidez activa se define por la cantidad de H+ en la solución; la intercambiable está formada por el aluminio y el hidrógeno intercambiable, la no intercambiable es el hidrógeno retenido por enlaces covalentes y que se disocia hasta pH 7, la potencial o titulable es la suma de las dos últimas.

- **Propiedades físicas del suelo**

En el presente estudio se realizaron los análisis físicos de color a las muestras de suelo procedentes de las especies vegetales: caucho sabanero, arboloco y cajeto, durante la fase inicial y final de la experimentación propuesta. El color depende de los componentes del suelo y cambia con la humedad. Por ejemplo, el color rojo indica presencia de óxidos de hierro y manganeso; el amarillo presencia de óxidos de hierro hidratado; el gris presencia de yeso, cuarzo y el negro es un suelo productivo.

- **Propiedades químicas del suelo**

Se refieren a los contenidos de diferentes sustancias tanto inorgánicas como orgánicas y la evaluación de las transformaciones a que están sujetas cada una de las fases de la formación del suelo.

Para efectos de la investigación se efectuaron las pruebas de aluminio e hidrógeno intercambiable, capacidad de intercambio catiónico y pH, siguiendo los protocolos establecidos. (Ver Anexo C).

El aluminio e hidrógeno intercambiable se analiza, debido a que la acidez del suelo depende del contenido de estos iones. La capacidad de intercambio catiónico según Bear[14], es el proceso reversible a través del cual son cambiados cationes y aniones entre las fases líquida y sólida y entre los diversos componentes de la última si están en contacto.

---

[13]MORÓN, Alejandro, PÉREZ GOMAR, Enrique. Manejo y fertilidad de suelos [en línea]. Uruguay.: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria La Estanzuela, 1994. Serie técnica 42 [citado el 23 de junio de 2008]. Disponible en internet: http://orton.catie.ac.cr/cgibin/wxis.exe/?IsisScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=013521>

[14] INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Colombia: Canal Ramírez Antares Ltda, 1995. 1-632. Citado por: Bear. p. 425.

1.1.8 Parámetros analizados en el estudio

Considerando los parámetros propuestos por la OMM[15], en el sitio de muestreo se realiza la toma de datos de pH y temperatura, al momento de presentarse el fenómeno de precipitación, los otros parámetros que recomienda la OMM deben ser analizados en laboratorio son SO_4^{-2}, NO_3^-, Cl^-, NO_2^-, PO_4^{-3} y F^-, para este estudio solo se analizó sulfatos (SO_4^{-2}) y nitratos (NO_3^-); así como la acidez siguiendo los protocolos establecidos. (Ver Anexo B).

1.1.9 ¿Cómo influyen las condiciones meteorológicas en la calidad de aire?

La atmósfera, definida como una esfera de gases que envuelve la tierra, puede considerarse como un inmenso depósito donde los contaminantes se difunden, alcanzan distintas estructuras físicas y químicas y se distribuyen alcanzando grandes distancias dependiendo de las condiciones meteorológicas.

Para poder entender mejor los procesos físicos que se producen en la atmósfera es necesario conocer su composición, la que está relacionada con la actividad humana y el comportamiento del medio ambiente en general. La conformación de la atmósfera ha tenido algunas variaciones a través de los siglos. Actualmente la capa de gases permanentes comparte el espacio con algunos variables entre los que se encuentran: el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el material particulado y los aerosoles.

En términos generales, el clima es definido como la síntesis de las posibles condiciones meteorológicas, representadas en el conjunto de valores que toman los distintos parámetros meteorológicos en un lugar determinado[16].

- **La lluvia ácida y las condiciones atmosféricas**

La precipitación ácida, considerada como un fenómeno atmosférico, tiene una relación estrecha con la meteorología y climatología, debido a la acción de los parámetros meteorológicos que inciden en el desarrollo del fenómeno. La radiación solar aumenta la velocidad de reacción entre los óxidos de azufre y

[15] WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Manual for the Gaw Precipitation Chemistry Programme. Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures. Gaw Precipitation Chemistry Science Advisory Group, 2004. 1-182.p.41.
[16] LÓPEZ, Leonardo. 2007. Cómo influyen las condiciones meteorológicas en la calidad de aire de la ciudad de Bogotá. Meteorólogo. Artículo técnico. FIAS -UNISALLE.

nitrógeno con el vapor de agua[17], éste último se encuentra presente en la atmosfera.

$$SO_3+H_2O \dashrightarrow H_2SO_4$$

$$2NO_2+H_20 \dashrightarrow HNO_3 + HNO_2$$

La lluvia, otras formas de precipitación y el viento transportan los NOx y SOx hacia las partes bajas de la atmósfera, depositándolos sobre la vegetación, monumentos, edificios y el suelo.

1.2 MARCO LEGAL

1.2.1 Calidad del Aire

En relación al estudio propuesto, la normatividad pertinente que se relaciona con el tema de lluvia ácida, obedece a las normas de calidad de aire, ya que el fenómeno de precipitación ácida es una problemática del componente atmosférico.

- **Decreto 02 de 1982**

Desarrolla como tema central las emisiones atmosféricas, definiendo conceptos claves en el tema de contaminación del aire, como el tipo y la descripción de las fuentes de generación, emisión contaminante, descarga, concentración de una sustancia en el aire, definición de impacto ambiental, entre otros.

Los términos citados anteriormente se revisaron durante la primera parte del proyecto en la fase preliminar, con el fin de determinar e identificar el tipo de fuentes de emisión para el estudio propuesto y fortalecer los conocimientos adquiridos.

- **Decreto 948 de 2005**

Establece el reglamento de protección y control de la calidad del aire, aplicable en todo el territorio nacional, se determinan los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, causada por fuentes fijas y móviles, siendo ésta última la de mayor interés en el estudio desarrollado.

[17] Disponible en internet: http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja13.htm, Op. Cit.

Se mencionan las disposiciones generales sobre las normas de calidad de aire, identificando los tipos de contaminantes y su afectación en la atmósfera; clasifican el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno como contaminantes de primer grado, ya que alteran la calidad del aire o el nivel de inmisión.

El capítulo IV hace referencia a las emisiones de contaminantes por fuentes móviles, se prohíbe la descarga al aire, por parte de cualquier fuente móvil en concentraciones que sean superiores a los niveles establecidos, de contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas y los que el Ministerio de Ambiente determine.

- **Resolución 601 de 2006**

Conociendo de antemano que las principales fuentes de emisión de contaminantes, en la Localidad 17, La Candelaria son móviles, las cuales generan SOx, derivado del proceso de combustión, la resolución 601 tiene aplicación ya que establece los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio, como se muestra en la Tabla 1 dentro de los cuales se menciona el dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, principales precursores de la lluvia ácida.

Tabla 1. Niveles Máximos Permisibles Para Contaminantes Criterio

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PST	µg/m3	100	Anual
		300	24 horas
PM10	µg/m3	70	Anual
		150	24 horas
SO2	ppm (µg/m3)	0.031 (80)	Anual
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
NO2	ppm (µg/m3)	0.053 (100)	Anual
		0.08 (150)	24 horas
		0.106 (200)	1 hora
O3	ppm (µg/m3)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora
CO	ppm (mg/m3)	8.8 (10)	8 horas
		35 (40)	1 hora

FUENTE: Resolución 601 de 2006.

1.3 DOCUMENTOS, ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

1.3.1 Manual de precipitación química

Partiendo de la relación directa que existe entre los parámetros meteorológicos y el fenómeno de precipitación ácida, es necesario mencionar las pautas y los procedimientos estándar que existen en materia de precipitación.

Este manual fue creado por la Organización Mundial Meteorológica para el cuidado de la atmósfera global, con el objetivo de establecer los lineamientos y/o requerimientos para ubicar una estación de muestreo de precipitación; así como los criterios de ubicación y distancias necesarias. De igual forma se determinan las consideraciones para la preservación, toma, manejo y transporte de las muestras.

Se plantean los procedimientos en campo y de laboratorio en cuanto a análisis de las muestras, calibración y verificación de equipos.

1.3.2 Efecto de diferentes concentraciones de H_2SO4 y HNO_3 sobre el crecimiento temprano del Perejil Común (Petroselinum Crispum)

N. OTAEGI y K. IMAZ[18] analizaron los efectos de diferentes niveles de lluvia ácida en el crecimiento temprano de la planta bienal Petroselinum crispum, utilizando para ello ácido nítrico y ácido sulfúrico. Dos semanas después de la germinación se añadió distintas concentraciones de ácidos a las plantas. Durante siete semanas se recogieron datos sobre el número de plantas vivas así como de su longitud. De acuerdo con los resultados no se puede afirmar que los niveles y dosis de ácidos utilizados tengan efectos negativos en el porcentaje de plantas vivas. El efecto sobre la longitud media de las plantas tampoco es concluyente ya que todas las condiciones presentan una tendencia similar a la de su grupo control.

Un estudio realizado entre 1.986 y 1.991 por el departamento de Física Aplicada de la Facultad de Farmacia de la Universidad del País Vasco, revela que el 30% de las lluvias registradas en el País Vasco son ácidas. En general, los daños observados son leves y son pocas las parcelas que sufren consecuencias más graves. Las zonas más afectadas se sitúan en las áreas con una mayor

[18] N. OTAEGI, N. MOTOS, A. GARCÍA DE ALBÉNIZ, L.GARMENDIA y K. IMAZ. Axular Lizeoa, Arostegi .Efecto de diferentes concentraciones de H_2SO_4 y HNO_3 sobre el crecimiento temprano del perejil común (petroselinum crispum). 10, 20009 San Sebastián (Madrid, España). 2001.

industrialización, en el noroeste, sudoeste y sur de la Comunidad Autónoma. La especie utilizada para este trabajo fue el perejil común, *Petroselinum crispum*, ya que es una planta bienal de amplia distribución en todo el sur de Europa, su cultivo es fácil y cómodo (necesita poco espacio; germina en 15 días) y las variedades cultivadas presentan un crecimiento rápido.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el daño que la lluvia ácida produce en la fase temprana de crecimiento del perejil común. A partir de los resultados obtenidos se destacaron los siguientes aspectos:

a) Las concentraciones (máximo de 1 g/l) y dosis (10 ml dos días a la semana) utilizadas no fueron suficientemente perjudiciales para *Petroselinum crispum*.

b) Una de las posibles razones de este resultado puede haber sido que la tierra de jardinería que utilizaron en el trabajo haya amortiguado, en cierto modo, el efecto de los ácidos. Otra posibilidad es que *Petroselinum crispum* sea especialmente resistente a la lluvia ácida.

c) Convendría repetir todo el proceso utilizando suelos inertes y mayores concentraciones/dosis de ácidos para verificar las posibilidades sugeridas.

1.3.3 Informe Preliminar Nacional de Calidad de Aire de lluvia ácida en Colombia. IDEAM, 2006.

Colombia representado a través del IDEAM, pertenece a la OMM, la cual establece las pautas y procedimientos estándar necesarios para los muestreos de agua lluvia, específicamente precipitación química.

El IDEAM, desde 1998 se ha encargado del programa de monitoreo de agua lluvia en las ciudades principales del país, intentando seguir las consideraciones determinadas por la OMM, a pesar de las limitaciones financieras y logísticas.

Se consideran como principales dificultades en el desarrollo del programa de monitoreo de agua lluvia, la ubicación de los sitios, equipos de monitoreo, la topografía del territorio y la falta de recursos. Hoy en día se disponen de 32 estaciones de monitoreo, que reportan parámetros para la caracterización del agua lluvia.

El Informe Preliminar Nacional de Calidad de Aire de lluvia ácida en Colombia, presenta los resultados de los monitoreos de lluvia ácida en las principales ciudades del país como: Barranquilla, Medellín, Ibagué, Bogotá, Cali, Neiva y Barrancabermeja entre el periodo comprendido del 2001- 2006. Analizando en campo los parámetros de pH y conductividad y la toma de muestras en el laboratorio para analizar nitratos y sulfatos. Respectivamente en un agua lluvia con características ácidas son comunes valores de conductividad, por encima de los 20 µS/cm; del orden de 0,4 mg/L a 2,0 mg/L en nitratos y de 2,0 mg/L a 8,0 mg/L en sulfatos.

El comportamiento de la lluvia ácida en Bogotá, permite identificar que existen pH con valores inferiores al pH normal de 5,65 unidades, lo que implica la acidez en la precipitación[19].

1.3.4 Evaluación preliminar de la lluvia ácida en Bogotá

En esta investigación, PINO, Julián[21] indica que los procesos por los cuales las nubes incorporan ácidos sulfúrico, nítrico, sulfatos y nitratos, se llevan a cabo por oxidación en fase gaseosa o acuosa.

Por otra parte, se indica que los SOx son emitidos a la atmósfera tanto por fuentes naturales como antropogénicas. Las fuentes antropogénicas de SOx son fundamentalmente la combustión de combustibles fósiles, carbón, petróleo y la fundición de minerales. En tanto a los NOx a pesar de que se les ha prestado una menor atención, su contribución a la lluvia acida es tal vez más significativa, ya que la conversión de los óxidos de nitrógeno es más rápida que los de azufre.

Según esta investigación la mayor contribución para la generación de este fenómeno son las emisiones generadas por los procesos de combustión de las termoeléctricas. Finalmente, según algunas determinaciones de nitratos tomadas a las muestras de agua lluvia; estos valores oscilan entre $3.88x10^{-5}$ y $1.72x10^{-5}$ M y con valores de pH 4.1 a 6.5 Unidades.

1.3.5 Lluvia ácida en la zona norte de Bogotá

La precipitación pluvial transparente normal es ligeramente ácida, con un pH aproximado de 5.6. Esto se debe al equilibrio existente entre el agua lluvia y el dióxido de carbono presente en el aire, el cual al disolverse toma una solución

[19] IDEAM, Op. Cit., p. 3

diluida del ácido carbónico pero cuando el pH es inferior a 5.6 se considera que la lluvia es ácida, ANTOLINEZ, Angélica y DÍAZ Julián[20]. Esta investigación tiene información importante acerca de las características de las precipitaciones cuando tienen características ácidas, se hace un estudio detallado de la zona de estudio, tanto geográfico como climático, tomando datos de las entidades encargadas de llevar registros diarios del comportamiento meteorológico de nuestro país.

Para el desarrollo de esta investigación, se basan en un modelo ETROME, Medellín 2001, por el cual se determina el área de estudio, luego se determina la carga vehicular, después se determina la emisión y por ultimo, se presentan los resultados. Este documento además da un estimativo de los valores de las emisiones atmosféricas por fuentes móviles y también describe detalladamente el análisis químico y meteorológico que realizaron en la investigación.

La parte experimental del proyecto se realizo con la adquisición de dos estaciones, que constan de un pluviómetro, el cual tenia un metro para la medición de la cantidad de lluvia y así clasificar los eventos de precipitación, un receptor que consta de un recipiente de plástico transparente (polietileno de alta densidad).

Según las conclusiones del proyecto se catalogan como lluvia ácida un gran porcentaje de las zonas analizadas, también es importante mencionar que para cada sector se calculó un promedio de acidez según las lecturas arrojadas por el equipo.

[20] ANTOLINEZ ESQUIVEL, Angélica Nataly y DÍAZ ALVAREZ Cristian Julián. Lluvia ácida en la zona norte de Bogotá. y Tesis (Ingeniería Química). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería, 2003. 124 h.

2. METODOLOGÍA

2.1 DIAGRAMA METODOLÓGICO

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS EFECTOS QUE PUEDE CAUSAR LA LLUVIA ÁCIDA SOBRE LAS ESPECIES VEGETALES CAUCHO SABANERO (Ficus Soatensis), ARBOLOCO (Smallanthus Pyramidalis) Y CAJETO (Cytharexylum Subflavescens) EN LA ESTACIÓN PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA.

FASE PRELIMINAR O EXPLORATORIA

-Verificación y manejo de información.
-Selección de puntos e instrumentos de medición de lluvia ácida y observaciones meteorológicas.
-Selección de especies vegetales.
-Estudios e investigaciones encontradas sobre dicho tema.

FASE DIAGNÓSTICA Y EXPERIMENTACIÓN

-Realización de protocolos de muestreo y análisis para las muestras de agua lluvia y suelo.
-Instalación de equipos de muestreo de agua lluvia.
-Obtención de muestras y registros de datos (agua lluvia, parámetros climáticos y observaciones de macroreferentes de la experimentación).
-Prácticas de laboratorio tanto para muestras de agua lluvia como para suelo.

FASE DE ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

-Realización de un análisis comparativo teniendo en cuenta los resultados obtenidos tanto para agua lluvia, como para los datos meteorológicos y la experimentación de simulación del fenómeno sobre las especies vegetales seleccionadas.
-Presentación de los resultados como documento final.

2.2 DESARROLLO METODOLÓGICO

2.2.1 Fase Preliminar o Exploratoria

Esta fase se inició con la recolección de la información necesaria para la elaboración del documento inicial, a partir de la revisión bibliográfica con respecto a los trabajos realizados en el tema de lluvia ácida en Bogotá, causas y consecuencias de los impactos por lluvia ácida en el recurso flora. Así como la definición de los sitios e instrumentos de muestreo para agua lluvia y para las observaciones meteorológicas. También se incluye la definición y las características de las especies vegetales que fueron seleccionadas para la experimentación; el modelo de experimentación que se fundamenta en investigaciones realizadas en países como España y México, donde se ha profundizado en este tema debido al gran problema de contaminación atmosférica que sufre el recurso flora en dichos países.

a Agua lluvia y condiciones meteorológicas

➢ Criterios para la selección de los puntos de muestreo

Para seleccionar los sitios donde se ubicaron las estaciones de muestreo de acidez de la precipitación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Ser representativo en la zona de estudio.
- Contar con un fácil acceso para el personal que recoge las muestras.
- Estar libres de obstáculos al menos en 270 grados a su alrededor.
- Ser seguro para los equipos y elementos utilizados en la investigación.
- Contar, en lo posible, con el suministro de energía.

➢ Puntos de muestreo de lluvia ácida

Los sitios de muestreo presentados a continuación, fueron estratégicos para valorar el efecto ambiental de la lluvia ácida en la zona, para los fines del estudio; se seleccionaron 6 puntos. En el Anexo A (Mapa 1) se muestra la ubicación de los puntos de muestreo.

- **Casa de Poesía Silva**

La Casa de poesía Silva, es una fundación privada sin ánimo de lucro, está ubicada en la calle 14 No. 3-41. En la figura 3 se muestra la ubicación del muestreador de precipitación.

Figura 3. Muestreador de precipitación Casa de Poesía Silva

FUENTE: Las Autoras

- **Casa Museo Quinta de Bolívar**

El museo ha proyectado su labor como espacio de reflexión en torno a Bolívar, y los conceptos misionales de autonomía, paz, libertad, se localiza en la calle 20 No. 2-91, limita con el Cerro de Monserrate y la Universidad de los Andes. En la figura 4 se muestra la ubicación del muestreador de precipitación.

Figura 4. Muestreador de precipitación Casa Museo Quinta de Bolívar

FUENTE: Las Autoras

- **Universidad de la Salle Sede Centro**

La Universidad de La Salle se encuentra ubicada en la carrera 2 No. 10-70, es una Institución de Educación Superior, de carácter privado, de utilidad común y sin ánimo de lucro. Inicialmente el muestreador de lluvia ácida se ubicó en el sector denominado Los Pinos como se muestra en la Figura 5 y luego se reubicó en la Terraza del Bloque A de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria junto a la estación meteorológica, debido que por personas ajenas al proyecto utilizaron el precipitador para otros fines y algunas veces se presentó pérdida de la muestra.

Figura 5. Muestreador de precipitación Universidad de la Salle Sede Centro

ANTES **DESPUÉS**

FUENTE: Las Autoras

- **Colegio Centro Sagrado Corazón**

Es una institución educativa en pastoral, se ubica en la Calle 6 No. 3-62. En la figura 6 se muestra la ubicación del muestreador de precipitación.

Figura 6. Muestreador de precipitación Colegio Centro Sagrado Corazón

FUENTE: Las Autoras

- **Casa del Florero Museo de la Independencia**

La Casa del Florero Museo de la Independencia del Ministerio de Cultura de Colombia se escogió para el estudio por su gran importancia histórica y arquitectónica se ubica en la calle 11 No. 6-94 en la esquina noreste de la Plaza de Bolívar. En la figura 7 se muestra la ubicación del muestreador de precipitación.

Figura 7. Muestreador de precipitación Casa del Florero Museo de la Independencia

FUENTE: Las Autoras

- **Ministerio de Hacienda y Crédito Público**

El Ministerio de Hacienda tiene una importancia política e histórica por que es uno de los ejes más influyentes en muestro país, se localiza en la carrera 8 No. 6-64, al frente se encuentra el Batallón Guardia Presidencial. En la figura 8 se muestra la ubicación del muestreador de precipitación.

Figura 8. Muestreador de precipitación Ministerio de Hacienda y Crédito Público

FUENTE: Las Autoras

- **Puntos de observación de condiciones meteorológicas**

La ubicación de la estación meteorológica obedece, principalmente, a la disponibilidad de espacios y equipos. Así, la información sobre el comportamiento de las variables meteorológicas en los puntos de muestreo, se obtuvo a partir de la instalación de la estación meteorológica Unisalle 2, la cual reemplazó a la estación Unisalle 1 y de dos estaciones adicionales que se tomaron como referencia.

- Estación automática ubicada en la sede Centro de la Universidad de La Salle (Unisalle 2), Unisalle Centro.
- Estación climatológica ordinaria El Venado de Oro (convencional).
- Estación meteorológica ubicada en la sede administrativa del IDEAM, Carrera 10 No. 20-30.

En el Anexo A (Mapa 1) se aprecia la ubicación de las estaciones meteorológicas, utilizadas dentro de la zona de estudio.

- **Instrumentos de medición**

  - **Instrumentos para medición de lluvia ácida**

Durante el desarrollo del proyecto se utilizaron pH- metros digitales portátiles, marca HANNA de una cifra decimal.

  - **Instrumentos para obtención de datos meteorológicos**

La información sobre el comportamiento de los parámetros meteorológicos, precipitación, temperatura media, humedad relativa, brillo solar, velocidad y dirección del viento, estos dos últimos utilizados para la construcción de la rosa de vientos, se obtuvo mediante dos tipos de estaciones: automáticas y mecánicas o convencionales, entre el periodo comprendido del 11 de Enero al 31 de Agosto de 2008.

En la estación Unisalle 2, ubicada en la sede Centro de la Universidad de La Salle se tuvieron registros continuos desde el 15 de mayo, de los diferentes parámetros que el software instalado en ella, permitió monitorear de precipitación, humedad relativa, temperatura media, velocidad y dirección del viento, radiación solar y presión, de los cuales para el estudio propuesto se analizaron los parámetros de: precipitación, humedad relativa, temperatura media, velocidad y dirección del

viento. Los datos del 11 de Enero al 14 de Mayo fueron obtenidos a partir de la estación Unisalle 1, y se realizó el método de regresión lineal simple para ajustar estos valores a la estación Unisalle 2, lo que al final resulta una compilación de datos, los cuales se identificaron como Estación Unisalle Centro.

En la estación convencional "El Venado de Oro" ubicada en la avenida circunvalar se obtuvo los registros diarios de los datos meteorológicos de precipitación, temperatura media, brillo solar y humedad relativa. De igual forma se obtuvo de la base de datos, los valores diarios recientes, sobre el comportamiento de la precipitación en el punto ubicado en la sede administrativa del IDEAM.

b Experimentación con las especies vegetales

➢ Selección de las especies vegetales

El procedimiento para la selección de las especies vegetales que fueron sometidas a la experimentación, inició con la documentación y revisión bibliográfica pertinente para identificar las especies dominantes de la Localidad. Dentro del listado de especies que realizó el Jardín Botánico José Celestino Mutis, con el sistema de información de gestión de arbolado urbano (SIGA) sobre la Localidad 17 La Candelaria en el año 2007, se obtienen las especies predominantes, según la cantidad de árboles encontrados como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Especies Dominantes en la Localidad de la Candelaria

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CANTIDAD	%	ALTURA PROM. (m)
Acacia Japonesa	Acacia Melanoxylon	277	8	5,56
Urapán, Fresno	Fraxinus Chinensis	250	7	10,91
Caucho Sabanero	Ficus Soatensis	196	6	8,35
Palma de Cera, Palma Blanca	Ceroxylon Quindiuense	156	4	3,11
Borrachero Blanco	Brugmansia Candida	154	4	2,03
Arboloco	Smallanthus Pyramidalis	147	4	4,63
Acacia Negra, Gris	Acacia Decurrens	141	4	5,47
Falso Pimiento	Schinus Molle	133	4	3,58
Jazmín del Cabo, Laurel Huesito	Pittosporum Ubdulatum	121	3	5,64
Cajeto, Garagay, Urapo	Cytharexylum Subflavescens	102	3	6,19

FUENTE: Jardín Botánico José Celestino Mutis [21]

[21] JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Sistema de Información de Gestión de Arbolado [en línea] [citado el 16 de mayo de 2008] Disponible en Internet: http://siga.jbb.gov.co/siga/index.jsf.

- **Características de las especies vegetales a seleccionar**

- **Acacia japonesa (Acacia melanoxylon)**

Estos árboles originarios de Australia, se han propagado por toda la ciudad porque el rico suelo de la sabana acelera su crecimiento y desarrollo. Dentro de las especies exóticas que conforman la arborización bogotana, las Acacias son de una sin igual discusión por parte de los especialistas, tal vez por ser exóticas y forman parte esencial de la flora de la ciudad. Además fijan el nitrógeno al suelo, es decir lo nutren: por esta razón son aptas para el control de la erosión y la recuperación de terrenos secos o inestables; son recomendadas y empleadas en el fortalecimiento de los taludes que bordean las carreteras del país.

Ventajas: Por su forma y tamaño es ideal en parques y avenidas. Crea espacios muy acogedores.
Origen: Australia
Crecimiento: Un metro por año

- **Urapán, fresno (Fraxinus chinensis)**

Este árbol conforma en gran medida el paisaje de Bogotá; lo sembró masivamente un arquitecto japonés en el año 1948 y es el gran oxigenador de nuestras grandes avenidas como el ParkWay y la Avenida Caracas.

Ventajas: Crecimiento rápido y gran resistencia a la contaminación. Es una especie apropiada para parques y se debe sembrar distante de áreas asfaltadas construcciones y no podar para evitar así, el excesivo crecimiento de sus raíces.
Inflorescencia: Verde-amarillo
Origen: China
Crecimiento: Rápido
Longevidad: Más de 100 años

- **Caucho Sabanero (Ficus Soatensis)**

Este árbol fue escogido como representativo de la ciudad de Bogotá en 1972 por sus excelentes virtudes: alimenta a las aves, fortalece el suelo, crece con rapidez, es resistente a la contaminación, vive más de dos siglos y su configuración a manera de gigante parasol, crea espacios muy gratos dentro de la ciudad.

Ventajas: Por su tamaño monumental es apropiado para parques y separadores.
Hoja: Gruesa, dura y brillante
Fruto: Alimenta torcazas
Origen: Bosque andino colombiano.
Crecimiento: Más de 1m por año
Longevidad: 150 - 350 años.

- **Palma de cera, palma blanca (Ceroxylon quindiuense)**

Es una palma nativa de los valles altos andinos de Cócora en el Departamento de Quindío, noroeste de Colombia. Crece hasta 60 m (excepcionalmente 80 m) de altura en buenas condiciones de crecimiento.

Las hojas son verdes oscuras y grisáceas, con pecíolos de más de 2 m de longitud. El tronco es cilíndrico, liso, y cubierto de cera. Cuando las hojas mueren y caen, deja un anillo negro alrededor del tronco. Es una especie protegida. Ceroxylon quindiuense tiene un crecimiento extremadamente bajo, y vive más de cien años. Fue escogida como árbol nacional de Colombia por la "Comisión Preparatoria del III Congreso Sudamericano de Botánica", celebrado en Bogotá en 1949. Y a posteriori fue adoptado oficialmente como Árbol Nacional mediante la Ley 61 de 1985.

- **Borrachero blanco (Brugmansia candida)**

Es un arbusto o pequeño árbol de 2 m de altura que se encuentra generalmente como planta ornamental cerca de las casas. La flor es muy conspicua por grande y blanca. Es conocida como "reina de la noche" por ser muy aromática durante la noche. El fruto es una cápsula de 16-20 cm de largo con 150-200 semillas de superficie agrietada por fruto. Las hojas son simples, alternas, de forma lanceolada y margen entero. Miden aproximadamente 10-13 cm de largo.

- **Arboloco (Smallanthus Pyramidalis)**

Tiene el tronco recto y similar a un bambú, es decir con nudos y hueco, pero a la vez tiene hojas grandes. Además, produce racimos de florecillas en el extremo de la copa.

Ventajas: Ornamental en antejardines y parques.
Origen: Norte de los Andes

Longevidad: 20 años.
Crecimiento: 1-2 m por año.

- **Acacia Negra gris (Acacia Decurrens):**

Familia: Mimosáceas.
Originaria de: Australia, introducida en Europa en 1820. Planta que alcanza una altura de 8-10 m, con las ramas finamente aterciopeladas.

Hojas adultas ramificadas y compuestas de numerosos folíolos (en general entre 30-40 pares), brillantes, separadas, abiertas y planas durante el día, replegadas y cerradas por la noche. Flores pequeñas con los estambres libres de color amarillo vivo, bastante perfumadas y reunidas en cabezuelas subesféricas, su floración es en invierno.

- **Falso Pimiento (Schinus molle)**

Lugar de origen: Brasil, Perú, Uruguay, Paraguay, norte de Argentina.

Descripción: Árbol siempre verde de 10-12 m de altura de ancha copa y ramaje colgante, muy ornamental. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas.

Cultivo y usos: Se multiplica por semillas. Crecimiento muy rápido, tolerando la falta de agua y toda clase de suelos, a excepción de los muy calcáreos o húmedos. Se utiliza como árbol de paseos y en jardines. Hay que tener en cuenta su gran desarrollo para ubicarlo en espacios adecuados.

- **Jazmín del cabo o laurel huesito (Pittosporum undulatum)**

Familia y Especie: PITTOSPORACEAE. */Pittosporum undulatum/ Ventenat*.

Caracteres: Habito: Árbol de 8 m de altura.
Fuste: Recto.
Copa: Piramidal.
Follaje: Verde brillante, hojas alternas.
Flores: Blancas.
Frutos: Cápsula ovoide amarillenta.

Descripción botánica: Tronco recto con corteza lisa, la ramificación empieza desde el suelo. Hojas lustrosas alargadas, de 10 cm, de borde ondulado y nerviación poco marcada. Frutos de 2 cm, con semillas rojizas cubiertas por un exudado transparente y pegajoso (también presente en la corteza interna).

Descripción geográfica: Especie originaria de Australia, actualmente se encuentra en Centro y Suramérica. En Colombia se ha observado entre 1.700 y 2.800 msnm.

Etnobotánica: Exige buenos suelos.

- **Cajeto, urapo, garagay (Cytharexylum subflavescens):**

Familia: VERBENACEAE
Caracteres distintivos:
Hábitos: Árbol de 10 m de altura.
Copa: Redondeada.
Hojas: Verde parduzco, hojas opuestas.
Flores: Blancas.
Frutos: Rojos redondos.

Descripción botánica: Tronco con corteza escamosa, la ramificación empieza a los 2 m. Hojas de 20 cm, de borde entero, envés con vellos carmelitos y largos pecíolos, flores agrupadas, frutos con 2 semillas.

Distribución geográfica: Especie originaria de la cordillera oriental colombiana, actualmente se encuentra en el norte de Suramérica. En Colombia se ha observado entre 1.800 y 2.800 msnm.

Aspectos Etnobotánicas: Soporta sequía y suelos arcillosos.

Una vez se identificaron las características de las 10 especies dominantes en la Localidad de La Candelaria, se seleccionaron las 5 especies nativas, debido a que éstas tienen la capacidad de automantenersen y de reproducirse, las cuales posiblemente harían parte de la experimentación.

Para ello fue necesario realizar un estudio de las alternativas económicas como se muestra en la Tabla 3 y de las características (descriptivas, comportamiento) de las especies para finalmente elegir las tres especies que fueron sometidas a la experimentación.

Tabla 3. Estudio de Alternativas Económicas

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ECONÓMICAS							
Nombre Común	**Nombre Cientifico**	**Cantidad**	**Altura (cm)**	**Costo Unitario ($)**	**Subtotal ($)**	**Proveedor**	**Tiempo de entrega (días)**
Caucho sabanero	*Ficus Soatensis*	25	60	6000	150000	Plantas de la Sabana	Indefinido
				6000	150000	Árboles Nativos Ornamentales Jireh	1
				1500	37500	Geoambiente Ltda	3
Borrachero blanco	*Brugmansia Candida*	25	60	2500	62500	Plantas de la Sabana	Indefinido
				6000	150000	Árboles Nativos Ornamentales Jireh	1
				1500	37500	Geoambiente Ltda	3
Arboloco	*Smallanthus Pyramidalis*	25	60	2500	62500	Plantas de la Sabana	Indefinido
				6000	150000	Árboles Nativos Ornamentales Jireh	1
				1500	37500	Geoambiente Ltda	3
Palma de cera	*Ceroxylon quindiense*	25	60	15000	375000	Plantas de la Sabana	Indefinido
				40000	1000000	Árboles Nativos Ornamentales Jireh	1
				5000	125000	Geoambiente Ltda	3
Cajeto,garagay,uruapo	*Cytharexylum Subflavescens*	25	60	2500	62500	Plantas de la Sabana	Indefinido
				6000	150000	Árboles Nativos Ornamentales Jireh	1
				1500	37500	Geoambiente Ltda	3

FUENTE: Las Autoras

➢ Criterios para la selección de las especies

En las tablas 4, 5 y 6 se presenta de manera detallada las características descriptivas y comportamiento de las 5 especies nativas.

Tabla 4. Características de las especies vegetales a seleccionar, Caucho Sabanero y Borrachero Blanco

4a. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR								
Nombre Común	**Nombre Cientifico**	**Familia**	**Cantidad de individuos (JBB)**	**Origen* (JBB)**	**Descripción**	**Crecimiento**	**Hoja**	**Tallo**
Caucho sabanero**	*Ficus Soatensis*	*Moraceae*	196	N	Alcanza los 20 m de altura y un metro de diámetro en su tronco. Copa amplia y tiene forma de globo y algunas veces de parasol , su follaje es tupido y de color verde oscuro brillante , sus ramas crecen de manera horizontal a oblicua son gruesas y abundantes , sus ramitas poseen cicatrices anulares (anilladas). Se utiliza para la protección de cuencas hidrográficas, tolera la contaminación. Tiene raices superficiales, pivotantes, raíces secundarias poco ramificadas, agresivo en áreas estrechas.	De crecimiento rápido, al alcanzar los 20 cm de altura se siembran en el lugar definitivo. Requiere de abundante luz.	Miden 10 cm de largo por 6 cm de ancho, son simples , lisas, alternas,están dispuestas en forma de hélices , su forma es elíptica , su textura es parecida a la del cuero , su borde es entero y sus peciolos tienen canales, presentan estípulas (estructura de la base del peciolo) en forma de gorrito de caperuza.Pierde parcialmente sus hojas.	Irregular, exuda una sustancia que es de color blanco (látex) su corteza lisa y posee gránulos.
Borrachero blanco**	*Brugmansia Candida*	*Solanaceae*	153	N	Alcanza los 10 m de altura y los 30 cm de diámetro en su tallo , tiene copa irregular y es densa. Se utiliza cerca a corrientes hidricas y produce buen material foliar para el suelo. Raices poco profundas.	Las plántulas al medir 5 cm de altura se transplantan a bolsas de polietileno y al medir 20 cm se siembran en el lugar definitivo. Su rebrote sale a los 20 días de la siembra , luego se pasa directamente a una bolsa de polietileno para luego transpantarlo al medir los 30 cm de altura. Es de crecimiento rápido, requiere de sombra en su estado juvenil y abundante luz solar , al madurar, la planta es de vida corta.	Miden 25 cm de largo por 10 cm de ancho, simples, alternas, tienen forma de hélices son angostas en sus extremos y redondas en el centro (elípticas), su borde es entero , son grandes, suaves y tienen un fino vello , cuyos tonos varían dentro del color verde, su textura es parecida a la del cuero , su peciolo es largo y su ápice termina en punta , no presenta estipulas.Pierde sus hojas parcialmente.	Es quebradizo , posee corteza lisa de color verde , sus ramas y ramitas son gruesas y muy vidriosas.

Fuente: Las autoras

4b. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR							
Nombre Común	**Flor**	**Fruto**	**Semilla**	**Tipo de suelo**	**Altitud**	**T**	**Humedad**
Caucho sabanero**	Son masculinas o femeninas y los 2 tipos están dentro de un receptáculo carnoso o breva llamado síconoque mide un 1 cm de diámetro y posee una pequeña abertura denominada estiolo. Su superficie posee gránulos son de color verde rojizo , las masculinas se ubican hacia el estíolo y las femeninas hacia la base del sícono.La floración es en septiembre	Se originan a partir de las flores femeninas , contenidas dentro de las brevas y éstas al madurar se tornan de color rojo oscuro y cada una contiene múltiples semillas.La fructificación se da desde los meses de enero hasta febrero y se recogen los frutos desde enero hasta marzo.	Son diminutas en la parte baja del sícono	Soporta suelos pobres, poco profundos, bien drenados y requiere de suelos franco arenosos a arcillosos.	1800-2800 m.s.n.m	12-18 ºC	500-4000 mm/año
Borrachero blanco**	Miden entre los 25 y los 35 cm de largo, forma solitaria, vistosas , sus 5 pétalos están unidos entre sí , poseen 5 apéndices terminales, su color blanco , forma de embudo y parecidas a una trompeta.La floración es casi todo el año.	Miden 15 cm de largo por 5 cm de diámetro, son cápsulas que no se abren por si solas, tienen forma elíptica, en su estado juvenil de color verde, al descomponerse se tornan fibrosos y cada uno contiene muchas semillas. La fructificación y recolección de frutos es casi todo el año.	Miden 1,5 cm de largo por 0,8 cm de ancho , café oscuro son parecidas a clavos y de consistencia corchosa.	Suelos fértiles, algo ácidos y bien drenados.	1800-2900 m.s.n.m		

Fuente: Las autoras

Tabla 5. Características de las especies vegetales a seleccionar, Arboloco y Palma de Cera

5a. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR								
Nombre Común	**Nombre Cientifico**	**Familia**	**Cantidad de individuos (JBB)**	**Origen* (JBB)**	**Descripción**	**Crecimiento**	**Hoja**	**Tallo**
Arboloco**	*Smallanthus Pyramidalis*	*Asteraceae*	147	N	Alcanza los 10 m de altura y 15 cm de diámetro en su tronco, su copa tiene forma piramidal , su follaje es de color verde claro , tiende a desarrollar ramificaciones opuestas desde su base. Protege fuentes hidricas y sirve como reciclador de material vegetal. Raices poco profundas.	Requiere de abundante luz solar, no es resistente a los vientos fuertes y heladas,. El transplante se hace cuando la plántula alcanza los 20 cm de altura; por estacas y se siembran en bolsas de polietileno y cuando los rebrotes alcanzan una altura de 30 -40 cm , se transplantan al lugar definitivo.	Miden 20 cm de largo x 10 cm de ancho , son simples , opuestas están dispuestas en forma de cruz, poseen vellos y están agrupadas hacia el final de sus ramitas, las cuales al partirlas expiden un olor resinoso por su frente , son de color verdoso y su nerviación es marcada , no presentan estípulas. Pierde parcialmente sus hojas.	Tronco recto , posee cicatrices sobresalientes, bien definidas, su corazón es esponjoso, su corteza es de color pardo grisáceo y es delgada.
Palma de cera**	*Ceroxylon quindiense*	*Arecaceae*	144	N	Alcanza los 60 m de altura y los 50 cm de diámetro en su tallo, su copa es regular,semiesférica y amplia , su follaje está dispuesto a manera de plumas y es muy denso. Raices Fibrosas (cortas y altamente ramificadas), abundante, resistente y profunda.	A los 20 cm de altura se siembran en el lugar definitivo. De crecimiento lento , requiere de sombra al ser juvenil y al madurar abundante luz.	Miden 4 m de largo son pinnadas (varias divisiones de hojas), insertos en 2 hileras paralelas al raquis , son compuestas, tienen forma de pluma, su revés es de color blanco , la vaina de la hoja forma una cubierta ancha que acobija el tronco , posee 18-30 hojas, son amarillas en forma de espada.Las hojas perduran.	Blanco ,cilindrico, recto, posee anillos.

Fuente: Las autoras

5b. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR							
Nombre Común	**Flor**	**Fruto**	**Semilla**	**Tipo de suelo**	**Altitud**	**T**	**Humedad**
Arboloco**	Están agrupadas en racimos que miden 2 cm de diámetro y son de color amarillo. Su floración ocurre en períodos de poca lluvia.	Miden 2,5 mm de diámetro son aquenios, forma redonda, su color es café claro y cada uno contiene una semila. Tanto la fructificación como la recolección de frutos, se da 2 veces en el año cuando el color es café oscuro.	Miden 2 mm de largo, tienen forma de pirámide , son de consistencia dura y su color es marrón negruzco.	Bien drenados y húmedos , suelos francos (Tendencia a la neutralidad).	1700-3000 m.s.n.m	12-24ºC	500-4000 mm/año
Palma de cera**	Miden 6 mm de diámetro de color crema, poseen 3 pétalos y 3 sépalos carnosos, nacen en las hojas a manera de racimos , son colgantes , están cubiertas por brácteas (hojas transformadas en otras) . Las flores femeninas (pistilo) y masculinas (6-17 estambres) se encuentran en palmas separadas.La floración se produce en los meses de marzo hasta abril.	Miden de 1 - 3 cm de diámetro son similares a globos, su color rojo encendido con tonalidades de color naranja, están por racimos que miden 2,5 m de largo y cada uno contiene entre 3000-6000 semillas.La fructificación se presenta en los meses de octubre hasta diciembre y la recolección de diciembre hasta febrero.	Miden entre los 7-15 mm de diámetro, su color es gris oscuro , son redondas, su almendra de consistencia dura y son de color blanco.	Exigente y condiciones de mucha humedad. Suelos arenosos de alta acidez (http://es.wikipedia.org/wiki/Ceroxylon_quindiuense)	1900-3300 m.s.n.m	6-18 ºC	

Fuente: Las autoras

Tabla 6. Características de las especies vegetales a seleccionar, Cajeto

6a. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR								
Nombre Común	**Nombre Cientifico**	**Familia**	**Cantidad de individuos (JBB)**	**Origen* (JBB)**	**Descripción**	**Crecimiento**	**Hoja**	**Tallo**
Cajeto, garagay, uruapo**	*Cytharexylum Subflavescens*	*Verbenaceae*	102	N	Alcanza los 20 metros de altura y 40 cm de diámetro del tronco, su copa amplia y tiene formas que van desde las redondas hasta las piramidales en su estado juvenil, es de color verde , sus ramas son escasas , gruesas y crecen de manera oblicua a arqueada ; sus ramitas son gruesas tienen forma subcuadrangular y son de color ferrugíneo (color óxido de hierro). Sirven como barrera cortavientos.	A los 20 cm de altura se siembran en el lugar definitivo. De crecimiento rápido , requiere algo de sombra al ser juvenil y al madurar abundante luz.	Miden 20 cm de largo por 8 cm de ancho , son simples, opuestas, tienen largos peciolos que las unen al tallo , poseen una textura similar a la cartulina , su borde es entero, su frente es de color verde oscuro y su revés gris y algunos veces, de color amarillo , tienen vellosidades cortas y suaves , terminan en punta y su base tiene forma de obtusa, no presenta estípulas.Pierde parcialmente las hojas.	Corteza escamosa que se desprende en tiras largas, su color es amarillento.

Fuente: Las autoras

6b. CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES A SELECCIONAR							
Nombre Común	**Flor**	**Fruto**	**Semilla**	**Tipo de suelo**	**Altitud**	**T**	**Humedad**
Cajeto, garagay, uruapo**	Blancas de 1cm de diámetro , su corola tiene forma tubular y termina en 5 lóbulos , separados entre sí, su cáliz es de color verdoso y están dispuestas en forma de racimos que miden 10 y los 20 cm de largo.La floración empieza desde diciembre hasta enero y desde marzo hasta mayo.	Miden 2 cm de diámetro de color rojo , se parecen a una cereza, cuelgan de sus ramitas y cada uno contiene 2 semillas.La fructificación se da en los meses de junio hasta agosto y de febrero a marzo y la recolección se presenta en marzo.	Miden 10 mm de largo por 7 mm de ancho y 3 mm de alto , tienen forma ovalada , poseen 2 caras una plana y la otra redonda, consistencia dura y son de color amarillo o marrón según su edad.	Suelos fértiles , soporta sequías y terrenos arcillosos.(Ácidos)(http://www.webdehogar.com/jardineria/07051101.htm)	1800-2800 m.s.n.m	12-18º C	500-4000mm/año

La Universidad de la Salle Sede Centro se encuentra a 2666 m.s.n.m

Notas: *De las 10 especies dominantes de la localidad, se seleccionan aquellas que son de origen nativo. Fuente: JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS, Plan Local de Arborización Urbana.

**Fuente: CORPORACIÓN AUTONÓMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR , Vegetación del Territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas .Primera Edición 2004. Págs.

Fuente: Las autoras

Para la elección de las tres especies, se elaboró una matriz multicriterio como se aprecia en la tabla 7, comparando a las 5 especies nativas predominantes a partir de una serie de criterios (Revista Meridies No.5. 2001 España)[22], identificados en la información y documentación presentada de cada una de las especies (Caucho Sabanero, Borrachero Blanco, Arboloco, Palma de Cera y Cajeto) que se evalúan utilizando una calificación para determinar la selección de las 3 especies vegetales empleadas para la experimentación.

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que las especies seleccionadas para el estudio fueron: Caucho Sabanero, Arboloco y Cajeto. A continuación se exponen las razones de la valoración utilizada, que justifican la selección de las especies vegetales y de las que no fueron seleccionadas.

Tabla 7. Matriz Multicriterio

MATRIZ MULTICRITERIO*						
CRITERIO / ESPECIE	ORIGEN	TIPO DE SUELO	CRECIMIENTO	AMBIENTE DE DESARROLLO	COSTOS	TOTAL
Caucho Sabanero	10	10	10	10	8	48
Borrachero Blanco	10	5	5	10	8	38
Arboloco	10	10	8	10	8	46
Palma de Cera	10	1	1	10	1	23
Cajeto, Uruapo	10	8	10	10	8	46
TOTAL	50	34	34	50	33	201
*	Metodología propuesta en el Plan Local de Arborización Urbana de la Loc.de la Candelaria por el Jardín Botánico para evaluar la aptitud de especies vegetales frente a las funciones urbanas de los árboles.					
La capacidad para cumplir con los criterios está calificada de 1 a 10 siendo las de mayores valores las que mejor cumplen con los criterios.						

FUENTE: Las Autoras

[22] N. OTAEGI, Op.cit., p.77.

- **Especies seleccionadas**

- **Caucho Sabanero**

Es una especie típica del espacio urbano, tolera la contaminación, es resistente a sequías y heladas y su crecimiento es rápido, razón por la cual se califica con un valor de 10, de tal manera que se puede determinar si el crecimiento se ve afectado por los posibles efectos a los que esté expuesta la especie durante la experimentación. Soporta diferentes tipos de suelo desde los francos arenosos a arcillosos, de poca profundidad, por tal razón su valoración es 10. Su ambiente de desarrollo en cuanto a temperatura y altitud está acorde con la estación de la Universidad de la Salle, ya que ésta se encuentra a los 2666 m.s.n.m y tiene una temperatura entre 12 y 18ºC aproximadamente, por eso su valoración es de 10. Su valor en el mercado a una altura de 60 cm está alrededor de los 1500-6000 pesos, se calificó con un valor de 8 ya que su precio varía en el mercado.

- **Arboloco**

Es una especie que soporta suelos francos con tendencia a la neutralidad de tal forma que no interfiere con el propósito del estudio, razón por la cual se califica con un valor de 10. Su crecimiento no es lento, pero no es igual de rápido al del caucho sabanero por eso se califica con un valor de 8. Su ambiente de desarrollo en cuanto a temperatura y altitud está acorde con la estación de la Universidad de la Salle, ya que ésta se encuentra a los 2666 m.s.n.m y tiene una temperatura entre 12 y 18ºC aproximadamente, por eso su valoración es de 10.Su valor en el mercado a una altura de 60 cm está alrededor de los 1500-6000 pesos, se calificó con un valor de 8 ya que su precio varía en el mercado.

- **Cajeto, Urapo, Garagay**

Al igual que el Caucho Sabanero el Cajeto, es una especie de crecimiento rápido, por eso su calificación de 10. Soporta suelos arcillosos, que aunque son algo ácidos, puede tolerar otro tipo de suelos, por tal razón su valoración es 8. Su ambiente de desarrollo en cuanto a temperatura y altitud está acorde con la estación de la Universidad de la Salle, ya que ésta se encuentra a los 2666 m.s.n.m y tiene una temperatura entre 12 y 18ºC aproximadamente, por eso su valoración es de 10. Su valor en el mercado a una altura de 60 cm está alrededor de los 1500-6000 pesos, se calificó con un valor de 8 ya que su precio varía en el mercado.

- **Especies no seleccionadas**

- **Borrachero Blanco**

Necesita de suelos algo ácidos y al madurar la planta es de vida corta, lo cual puede ser un impedimento al realizar las simulaciones debido al contenido de acidez, por eso su valoración es 5. Su ambiente de desarrollo es igual al de las especies vegetales seleccionadas, nuevamente se califica con un valor de 10. Su valor en el mercado a una altura de 60 cm está alrededor de los 1500-6000 pesos, se calificó con un valor de 8 ya que su precio varía en el mercado.

- **Palma de Cera**

Es de crecimiento lento y es exigente con respecto a las condiciones del suelo, requiere de suelos arenosos, suelos con valores altos de pH ácidos y al contrario se pretende seleccionar individuos que crezcan en condiciones de suelos básicos o neutros, por eso su valoración de 1. Su valor en el mercado a una altura de 60 cm está alrededor de los 5000-40000 pesos, se califica con un valor de 1, ya que su precio es muy elevado en relación con las otras especies vegetales. Su ambiente de desarrollo es igual al de las especies vegetales seleccionadas.

Las 5 especies vegetales por ser de origen nativo se calificaron con un valor de 10.

2.2.2 Fase Diagnóstica y Experimentación

a Agua lluvia y condiciones meteorológicas

- **Obtención de muestras y registro de datos**

En el proceso de recolección de datos de agua lluvia, fue necesario atender los protocolos, (Ver Anexo B), los cuales citan los parámetros a analizar en el laboratorio (nitratos, sulfatos y acidez); así como los efectuados en campo (temperatura y pH) con su respectivo procedimiento. Previamente fue necesario determinar a partir del volumen colectado que tipo de análisis se podían efectuar. Para realizar los 3 análisis (Nitratos, Sulfatos y Acidez), se requirió de un volumen de 45 ml, si el volumen era igual o superior a los 90 ml, los análisis se realizaban por duplicado; para el caso de las muestras con pH neutros o básicos no era necesario practicar la prueba de acidez. Al momento de la recolección de la muestra, si el volumen hallado en el receptor de precipitación era insuficiente o no

alcanzaba a tocar el sensor del pHmetro, la muestra se descartaba y no se efectuaba ningún análisis.

Para la obtención de datos climáticos, fue necesario acudir a la ayuda del IDEAM, para adquirir la información procesada en las estaciones de referencia y que tiene a cargo dicha entidad. A continuación se presentan los pasos a seguir en la toma de muestras de lluvia ácida, toma y recolección de datos meteorológicos. La recolección de los datos meteorológicos de las estaciones Edificio HIMAT y Venado de Oro, se realizó en la segunda semana del mes de septiembre; ya que los datos inicialmente debían ser procesados, por ser estaciones convencionales, en donde existen personas capacitadas para recoger los datos en horas específicas de cada mes; mientras que en la Estación Unisalle Centro, por ser automática se puede acceder a los datos cada vez que sea necesario.

- **Recolección y manejo de muestras de lluvia ácida**

El equipo de muestreo, se acondicionó de manera previa a la toma de muestras, teniendo en cuenta las recomendaciones del Anexo D.

- Las muestras de precipitación para el análisis de los parámetros de laboratorio, se recogieron en un colector plástico de boca ancha, de color ámbar; con el objetivo de impedir el paso de la luz y evitar alteraciones en la muestra.
- Los recipientes para la recolección de las muestras permanecieron dispuestos bajo normas específicas de seguridad e higiene, ya que la toma de muestras debe hacerse tanto en el día como en la noche (en este último caso fue necesario refrigerar las muestras).
- El equipo de muestreo estaba integrado por los siguientes elementos, Figura 9.

Figura 9. Equipo de muestreo

FUENTE: Las Autoras

- El recipiente plástico (utilizado como receptor de la lluvia), se lavaba con agua destilada, luego se secaba con toallas de papel y posteriormente, era dispuesto para captar un nuevo fenómeno de precipitación.
- En este proceso, se utilizaban guantes desechables, a fin de no contaminar el recipiente y, por ende, la muestra de agua lluvia.
- La recolección de agua lluvia se realizaba una vez se terminara la precipitación, dependiendo de la intensidad del fenómeno, de la hora y del acceso al lugar y en el mismo momento se tomaban las lecturas de pH y temperatura con el pHmetro digital portátil.

Figura 10. Rotulo colector muestras de precipitación

FUENTE: Las Autoras

- Se establecieron 2 horarios para la recolección de las muestras a las 9:00 am, si el fenómeno se presentaba después de la 5 de la tarde o madrugada y a las 5:00 pm como máximo, si ocurría durante el día.
- El recipiente y/o colector se cerraba y preparaba de acuerdo con las normas de seguridad contenidas en el protocolo para el transporte de la muestra, con el fin de no tener pérdidas de agua lluvia.
- El colector (muestra) se rotulaba con la información pertinente del sitio, día y hora de muestreo, Figura 10.

➢ Transporte de las muestras

Los recipientes con las muestras recogidas se disponían en neveras de icopor de uso exclusivo para las muestras, con el fin de evitar la contaminación de las mismas para su transporte hasta el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad, donde eran refrigeradas a 4°C en un lugar específico hasta el momento de efectuar los análisis químicos. La refrigeración no era necesaria si los análisis químicos se efectuaban el mismo día de recolección de la muestra. Para la recolección de las muestras de fin de semana se almacenaban en un lugar

limpio, libre de contaminación y con refrigeración, para luego ser transportadas y analizadas en el laboratorio el día lunes o martes en caso de ser festivo.

b Experimentación con las especies vegetales

Las especies vegetales seleccionadas (caucho sabanero, arboloco y cajeto) fueron adquiridas en un vivero ubicado en el Municipio de Cota-Cundinamarca, teniendo en cuenta que su altura y características del suelo fueran similares.

Figura 11. Ubicación de especies (Invernadero y condiciones naturales)

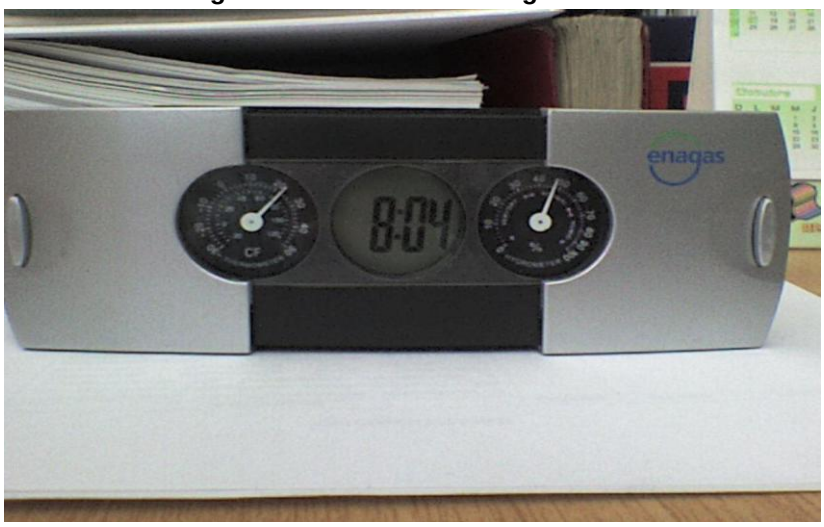
FUENTE: Las Autoras

De las 75 plantas, 60 se ubicaron en el invernadero de la Universidad de la Salle Sede Centro, 20 individuos de cada especie y las restantes, 5 individuos de cada especie, bajo condiciones ambientales y/o naturales como se registra en la figura 11.

Durante el primer mes se regaron con agua potable con una frecuencia de 3 veces por semana, con el objetivo de que las especies se aclimataran a las condiciones del invernadero, antes de realizar la experimentación.

En el invernadero se controló los factores de temperatura y humedad relativa, con un termo-higrómetro portátil, como se muestra en la figura 12. Los registros inicialmente se verificaron y ajustaron con los de la estación meteorológica Unisalle Centro. En la tabla 8 se presentan los valores promedio correspondientes a estos parámetros, los cuales se controlaron durante la experimentación.

Figura 12. Termo - Higrómetro



FUENTE: Las Autoras

Tabla 8. Valores promedio de Temperatura y Humedad en el Invernadero

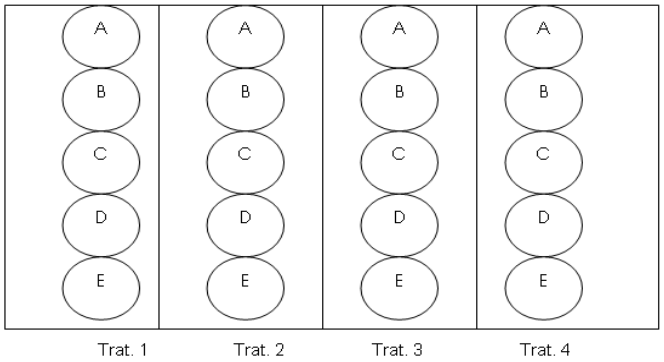
LECTURAS TERMO - HIGRÓMETRO			
PROMEDIO	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD
Diario	7:00	14,4	72,7
Diario	13:00	21,6	46,43
Diario	18:00	15,63	68,29

FUENTE: Las Autoras

Se tomaron muestras de suelo de cada individuo (75 plantas), para realizar una caracterización inicial y final del suelo; los análisis se presentan en el capitulo de análisis de resultados.

➢ Modelo de experimentación

Figura 13. Distribución de especies por tratamiento



FUENTE: Las Autoras

Las especies de caucho sabanero, Arboloco y Cajeto, ubicadas en el invernadero, estaban sometidas a cuatro tratamientos, cada tratamiento compuesto de 5 individuos de cada especie, como se aprecia en la figura 13. Las soluciones empleadas para cada uno de los tratamientos y las cantidades de agua y ácido respectivas para alcanzar los niveles de pH establecidos, se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Tratamientos

Tratamiento	Solución	Volumen Agua (ml)	Volumen Ácido (ml)
Tratamiento 1	Agua potable pH 7	500	-
Tratamiento 2	Ácido sulfúrico 0.02 N de pH 4	500	8,6
Tratamiento 3	Ácido nítrico 0.02 N de pH 4	500	9,1
Tratamiento 4	Ácido sulfúrico 0.02 N + Ácido nítrico 0.02 N de pH 3	500	20 + 20

FUENTE: Las autoras

Las experimentaciones iniciaron a partir del 21 de Julio hasta el 20 de Agosto, se realizaban 2 veces por semana, para un total de 8, simulando un tiempo de precipitación de 10 minutos por cada tratamiento, es decir para un grupo de especies por ejemplo de caucho sabanero el tiempo total por los 4 tratamientos fue de 40 minutos.

La aplicación de las soluciones se efectuó por tratamiento y de forma manual, con un atomizador con el objetivo de realizar una aspersión homogénea y total a las plantas, de manera tal que las soluciones se agregarán en hojas, tallo y suelo, tal como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Aplicación de soluciones ácidas

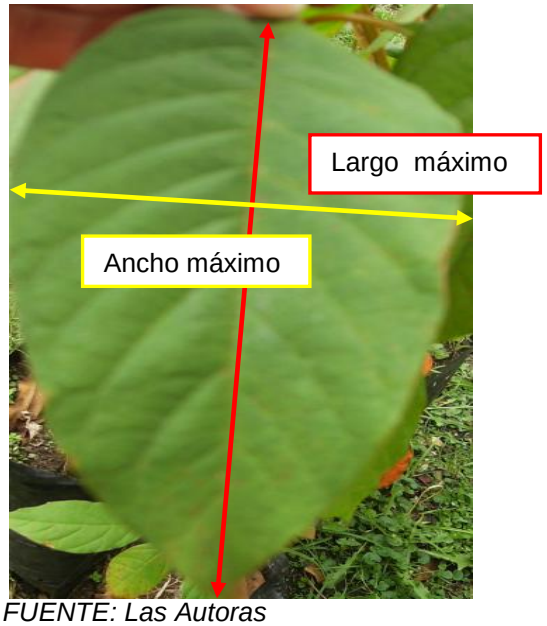
FUENTE: Las Autoras

➢ Macroreferentes vegetales

Para determinar los cambios y/o efectos en las plantas sometidas a la experimentación y las de condiciones naturales, se desarrolló una matriz, denominada: Matriz de Observación de los Macroreferentes Vegetales. A cada individuo, es decir a las 75 plantas, una vez realizada la experimentación se

efectuaban las siguientes mediciones: grosor del tallo, longitud del tallo, ancho y largo de la hoja, altura de la planta, pH del suelo y conteo de hojas. Para el caso de las mediciones de las hojas se tomaron 2 hojas por cada individuo, con características similares, de la misma rama y en buen estado en lo posible, de tal forma que durante la aplicación de las soluciones se pudiera evaluar los posibles efectos ante la susceptibilidad o resistencia de los ácidos. Se medía la longitud máxima y el ancho máximo como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Ancho y largo máximo de la hoja



FUENTE: Las Autoras

Otros macroreferentes que se incluyen son los de observación: color del tallo, color de las hojas seleccionadas y textura de la hoja, de igual forma se efectuó para cada individuo tanto en condiciones de invernadero como en condiciones naturales. La matriz de los macroreferentes vegetales, se realizó una vez por semana, si las mediciones y observaciones correspondientes hechas a las plantas, no presentaban variaciones. De igual forma se desarrolló para conocer las condiciones iníciales y finales de las especies tanto de las plantas de invernadero como las de condiciones naturales.

Las mediciones de pH, efectuadas durante la experimentación se determinaron con un pHmetro portátil, marca HANNA, tomando una muestra de suelo a una profundidad de 10 cm, estableciendo una relación 1:1, es decir 10 gramos de suelo en 10ml de agua destilada.

2.2.3 Fase de análisis y presentación de resultados

a Análisis de muestras de agua lluvia

Partiendo de los resultados o valores encontrados en la fase de diagnóstico y de experimentación, que para este caso fue del 14 de enero hasta el 18 de agosto del presente año, tiempo en el cual se analizaron un número total de 490 muestras, correspondientes a los seis (6) puntos de muestreo, se estableció el análisis utilizando un programa estadístico, a través de gráficos para determinar el comportamiento y la distribución de la concentración de los parámetros de lluvia ácida en el sector de la Candelaria.

b Análisis de los registros meteorológicos

Asimismo, se realizó un análisis del comportamiento climático de los meses de muestreo de agua lluvia, referente a los datos obtenidos de las tres estaciones meteorológicas de la zona de estudio, el cual se presenta en el capítulo 4, Diagnóstico climático-ambiental de la Candelaria.

c Análisis de los macroreferentes en las especies vegetales

En el subcapítulo 5.2 se presenta la identificación de los efectos encontrados en las especies vegetales sometidas a la experimentación y bajo condiciones naturales.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 ASPECTO GEOGRÁFICO

3.1.1 Localización, extensión y características geográficas

La escogencia de la Localidad 17 – La Candelaria, para esta investigación, se debe principalmente a que en este sector no se ha realizado un estudio de este tipo, además por que el centro histórico de la ciudad representa una importancia cultural e histórica para la nación, ya que de este lugar surgieron todos los acontecimientos que le dieron el nombre de metrópolis a nuestra capital Bogotá.

La Candelaria está ubicada en el centro de la ciudad y limita, al norte, con la localidad de Los Mártires; al sur, con la localidad de San Cristóbal; al oriente, con la localidad de Santa Fe, y al occidente, con las localidades de Los Mártires y Antonio Nariño. El suelo urbano de la Candelaria comprende un total de 693.68 hectáreas (ha), de las cuales hay 94,2 ha de áreas protegidas, 52.9 ha por desarrollar, que son terrenos que no han sido urbanizados. En este suelo se localizan 1129 manzanas, que ocupan un total de 632.1 ha[23]. La mayor parte de la superficie de la localidad se encuentra sobre la zona rural, corresponde a la franja de los cerros orientales que hace parte del sistema de áreas protegidas.

El territorio de los Cerros Orientales hace parte del sistema montañoso de Bogotá, es de gran riqueza cultural y ambiental (a nivel hídrico, forestal, biodiversidad, paisaje, etc.). A nivel del distrito el territorio involucra cinco localidades, incluyendo la parte alta de la Localidad de la Candelaria. La figura 16 contiene la localización de La Candelaria dentro del Distrito Capital de Bogotá y sus límites.

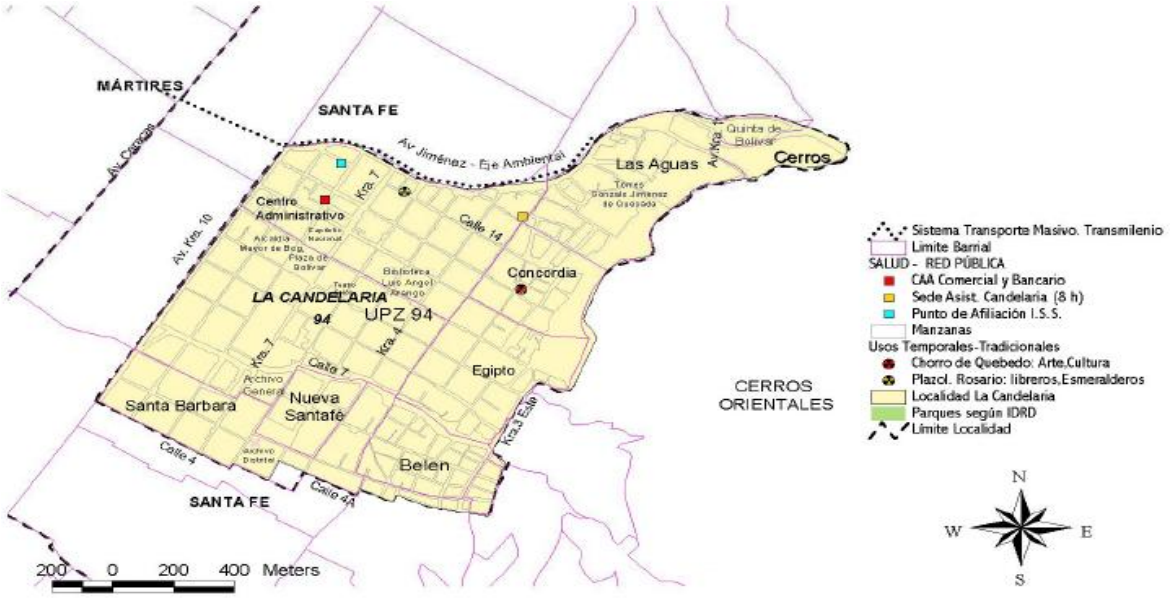
- **Localidad de la candelaria en el plan de ordenamiento territorial (POT)**

El Plan de Ordenamiento Territorial es, en esencia, la imagen deseable de la ciudad y de su entorno a futuro y pretende consolidar la ciudad, su entorno, su estructura y sus operaciones estratégicas de acuerdo con los fines deseables en materia ambiental, social, económica, territorial y administrativa. En la localidad se ha trabajado en la definición de zonas, determinadas por conjunto de barrios o sectores urbanos con características de homogeneidad en los usos del suelo,

[23] AMAYA ARIAS, Manuel José. Plan Local de Arborización Urbana-Localidad de la Candelaria [en línea]. [s.l.]: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2007 [citado el 15 de mayo de 2008]. Disponible en internet: http://www.jbb.gov.co/plaus/PLAU/PLAU%20CANDELARIA/

morfología o desarrollo histórico, la malla vía arterial, la delimitación de barrios catastrales, los equipamientos urbanos, entre otros.

Figura 16. Plano Localidad La Candelaria



FUENTE: Diagnóstico Local Mapas DAPD, 2003

De esta manera, y en el marco del POT, se establece que el nivel de vida en la localidad con respecto a hace unos años atrás ha desmejorado, y que esas desmejoras no son ajenas a las relaciones de producción y consumo que se tejen en la localidad y en el general de la ciudad, sobre todo teniendo en cuenta que la Localidad es una gran receptora de población flotante, situación que tiene impacto en las condiciones de vida sobre los niveles particular y singular.

3.1.2 Hidrografía

Corresponden a la Localidad de La Candelaria un tramo del río San Francisco o Vicacha y un tramo del río San Agustín. El primero nace en el páramo de Choachí y es surtido por las Quebradas de San Bruno y Guadalupe, y el segundo en los cerros de Guadalupe y la Peña. En el sector de la Candelaria, específicamente en las aguas, el río San Francisco, ha sido canalizado en su totalidad, obra arquitectónica se denomina Eje Ambiental, que va desde la carrera 3 con calle 19, hasta la Plazoleta de San Victorino. En su parte baja el Río San Francisco se une al San Cristóbal para formar el Río Fucha. En la actualidad, estos ríos hacen parte

del sistema principal de drenaje del sector centro-sur de la ciudad, denominado específicamente el sistema Fucha[24].

3.1.3 Climatología

El clima de la Candelaria, presenta dos periodos de lluvias y dos secos. El primer periodo del año entre Enero y Febrero, se caracteriza por presentar condiciones secas, al igual que Julio y Agosto, durante Abril y Mayo son lluviosos y los meses de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre son de transición entre condiciones secas y lluviosas.

La temperatura media en los periodos lluviosos es de 13,4ºC y durante el día oscila entre los 8 y 19ºC; durante ésta época el cielo permanece con alta nubosidad y se producen los máximos de temperatura alrededor de las 2 pm y los mínimos entre las 6 y 7 am.

La humedad relativa media de los meses secos es de 69%, la cual varía durante el día en forma inversa con la temperatura del aire; así, la máxima humedad en el día es de 92%, entre las 5 y 6 am, y la mínima se presenta generalmente entre las 12m y 2pm, con valores de 48%, mientras que la humedad relativa media de los meses lluviosos oscila entre 77% y 79% y alcanza su máxima entre las 5 y 6 am con valores que superan el 92% y la mínima humedad entre las 12 m y 2pm, con valores alrededor del 60%[25].

La precipitación media anual en la localidad oscila entre 1.050 mm anuales, en el extremo occidental, hasta más de 1.150 mm en el borde oriental, en el sector del molino y la Quinta de Bolívar respectivamente.

3.2 ASPECTO HISTÓRICO

➢ Fundación de Bogotá

Bogotá, la principal ciudad de Colombia era antes de la llegada de los españoles el territorio del Zipa, jerarca de los primeros pobladores; los Muiscas, quienes habitaban estas tierras desde hace unos 5.000 años. El 6 de agosto de 1.538

[24] DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE, Unidad Ejecutiva de Localidades, noviembre 2003 [citado el 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet: http://observatorio. dama.gov.co/anexos/ fichas/17 candelaria.pdf.
[25] Diagnóstico de la Candelaria [CD] producido por Alcaldía Mayor de Bogotá DC. Bogotá, 2003., p. 17.

Gonzalo Jiménez de Quesada la fundó, en donde actualmente se encuentra el barrio de la Candelaria[26].

- **La Candelaria un legado histórico**

Reconocida por el legado arquitectónico de sus calles, la Candelaria ha sido y continúa siendo epicentro de hechos y testigo de la historia política colombiana.

Para la ciudad, La Candelaria parece ser el hogar de las construcciones más representativas, antiguas y románticas de la capital. Entre las más reconocidas se encuentran el Capitolio Nacional, El Palacio de Nariño, El Palacio San Carlos, la Catedral Primada de Colombia, el Observatorio Astronómico, el Colegio de Nuestra Señora del Rosario, la Casa del Marqués de San Jorge, la Casa de La Moneda, el Teatro Colón y el Teatro al Aire Libre La Media Torta, entre otros.

La Candelaria, no sólo es una localidad, es un espacio central de la ciudad en el que la cultura, la música, la literatura, el teatro y hasta el entretenimiento se cobijan bajo un solo cielo y aroma. Teniendo en cuenta los cambios que ha tenido la ciudad desde su fundación, la localidad colonial por excelencia, evidentemente también ha evolucionado, el contraste de sus calles empedradas hoy se encuentra con las construcciones modernas de la ciudad y del sector. Hoy, La Candelaria hace visible una localidad tradicional y moderna a la vez, protagonista de la historia capitalina y ahora protagonista del desarrollo de la ciudad, La Candelaria hace ciudad, hace diferencia y autenticidad[27].

3.3 ASPECTO SOCIAL

3.3.1 Transporte

Según la Secretaria de Movilidad de la ciudad de Bogotá para el año 2008 se contabilizó un total de 28556 vehículos que funcionan con combustible diesel y 37302 vehículos que operan con gasolina[28], este crecimiento es desmesurado y las emisiones generadas por este tipo de fuentes pueden aportar acidez en el agua lluvia.

---

[26]DIARIO BOGOTANISIMO, agosto 2008 [citado 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet: http://www.bogotanisimo.com/bogota/historia.htm.

[27]ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ [en línea] [citado el 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet:http://www.bogota.gov.co/ portel/libreria/php/decide.php? patron=01.01090717.

[28] SECRETARIA DE MOVILIDAD [en línea] [citado el 16 de Enero de 2009]. Disponible en internet: http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/ControlOperativos_2008-Actualizadoa30dejuniode2008_17_28_19.pdf

El sistema vial para La Candelaria está compuesto por mallas que se relacionan funcionalmente, y tienen diferentes jerarquías. Algunas de las mallas que componen el sistema vial son:

- **Malla arterial principal**

Es la red de vías de mayor jerarquía que soporta la movilidad y el acceso metropolitano y regional. La componen tres subsistemas que son: el subsistema del Centro tradicional y la Ciudad central; el subsistema Metropolitano y el subsistema de Integración Ciudad-Región. La localidad de La Candelaria presenta las vías que hacen parte del sistema vial de Bogotá[29]. Las Avenidas de Los Cerros y Fernando Mazuera son de tipo V-2, por lo que presentan un ancho mínimo de 40 metros; las Avenidas Jiménez de Quesada y Los Comuneros son de tipo V-3, con un ancho mínimo de 30 metros. Estas vías hacen parte del subsistema urbano que garantiza la conexión del Centro metropolitano con las áreas de vivienda en suelo urbano de La Candelaria.

- **Sistema de transporte masivo**

La localidad de La Candelaria cuenta con diversas rutas de transporte público que transitan por las carreras cuarta, quinta, séptima y décima y comunican el centro con todos los puntos de la ciudad. Adicionalmente, el Sistema TransMilenio ha ofrecido una alternativa de desplazamiento a la población residente y flotante de la localidad. Este sistema tiene ubicados los paraderos Museo del Oro y Las Aguas en la localidad.

- **Situación actual de la malla vial**

La Candelaria cuenta con tres importantes ejes viales: la carrera Séptima, la carrera Décima y la Avenida Jiménez, compartida con la localidad de Santa Fe. La carrera Séptima comunica el norte con el centro de la ciudad. Por su parte, la carrera Décima constituye un eje vial de gran importancia debido a que en sentido norte y sur atiende las áreas suroriental y suroccidental de la ciudad, y en sentido sur-norte, recibe los flujos provenientes del noroccidente y nororiente, por la carrera 13 y por la calle 26.

El eje ambiental de la Avenida Jiménez ha logrado una recuperación efectiva del espacio público y una mejora del lugar. Respecto a esta peatonalización parcial de

[29] Ibíd., p. 53.

la vía el Departamento Administrativo Defensoría del Espacio Público señala que la ventaja de las avenidas peatonales es que pueden integrar edificios históricos, cambiar temporalmente de rumbo, puesto que buscan ser antes que nada lugares de encuentro, más que maneras eficientes de interconectar puntos[30].

3.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Dada la condición de la localidad de ser el centro de la ciudad, el sector terciario de la economía tiene en ella una presencia muy dinámica. La actividad comercial en pequeña y mediana escala, así como la actividad financiera se centran en un sector específico ubicado sobre la carrera 7 entre calles 11 y 14 y por la Avenida Jiménez entre las carreras 3 y 10, El sector comercial formal se dedica primordialmente a venta de textiles y ropa, zapatos y carteras, librerías, relojes, joyas y platería. La economía de la localidad se desarrolla en diferentes tipos de establecimientos, como se muestra en la tabla 10[31].

La Candelaria, por su carácter funcional de centro nacional e histórico, ha concentrado un número considerable de instituciones gubernamentales, culturales, religiosas, educativas, financieras y comerciales, y de población flotante. Como centro administrativo nacional y Distrital, se encuentran ubicados la Presidencia de la República, el Congreso Nacional, los Ministerios del Interior, Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura y Comunicaciones, el Palacio de Justicia, la Hemeroteca Nacional, la Superintendencia Bancaria, la Alcaldía Mayor de Bogotá, la plaza de 51 Bolívar la catedral primada de Colombia y la biblioteca Luis Ángel Arango, el Archivo General de la Nación, el Archivo Distrital y Diversos Museos[32].

Tabla 10. Establecimientos productivos Localidad 17 – La Candelaria

ECONOMIA LOCAL	
Número de establecimientos productivos	6,193
Tipo de establecimiento	% de participación
Establecimientos industriales	5%
Establecimientos comerciales	33%
Establecimientos de servicios	26%
Otros establecimientos	36%

FUENTE: Alcaldía Local de La Candelaria

[30] Ibíd., p. 54.
[31] Ibíd., p. 39.

[32] Diagnóstico de la Localidad de La Candelaria. Bogotá, Colombia: Alcaldía Local de la Candelaria, 2003. p. 50.

3.5 ASPECTO AMBIENTAL

3.5.1 Contaminación atmosférica

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. (RMCAB) evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de la ciudad dados por la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la resolución 1208 del 05 de Septiembre de 2003 expedida por el DAMA hoy Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

La RMCAB cuenta con 15 estaciones ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM10, PM2.5, PST), de gases contaminantes (SO2, NO2, CO, O3) y los parámetros meteorológicos de precipitaciones, vientos, temperatura, radiación solar y humedad relativa.

Dentro de los contaminantes monitoreados cabe resaltar el material particulado de diámetro menor a 10 micras conocido como PM10, las partículas suspendidas totales (PST) y el ozono (O3) pues su concentración en el aire supera los límites máximos permisibles por la norma (Resolución 601 de 2006). En la tabla 11 se registra las concentraciones de los diferentes parámetros medidos en las estaciones cercanas a la zona de estudio.

Tabla 11. Análisis de calidad del aire, La Candelaria, 2007

CONTAMINANTE	SECTOR	ESTACIÓN	CONCENTRACIÓN	NORMA
PM10	Centro	IDRD	55µg/m^3	70µg/m^3
CO			13,2ppb	35ppm - 1h
			10,2ppb	8,8ppm - 8h
SO_2		MAVDT	4 ppb	31ppb prom anual
NO_2			17ppb	53ppb prom anual
O_3			71ppb	61ppm - 1h
			42ppb	41ppb - 8h

FUENTE: Secretaria Distrital de Ambiente, Informe Anual 2007.

3.5.2 Contaminación del suelo

- **Disposición inadecuada de residuos sólidos**

La Secretaría de Salud detectó que en los barrios Belén, La Concordia, Las Aguas y Santa Bárbara, se presentan focos o acumulación de basuras en las vías y andenes. Adicionalmente, información proporcionada por vecinos del barrio Belén, indican que los habitantes emplean las alcantarillas de aguas lluvias para botar la basura domiciliaria, y en la época de lluvia, la disponen sobre las vías para que las aguas que corren las arrastren en dirección de la pendiente.

Además, algunas casas abandonadas se han convertido en botaderos de basura. Las vías, especialmente las que circundan el paseo Bolívar y calles aledañas, son afectadas por el transporte y depósito de sedimentos provenientes de otras unidades geomorfológicas de la localidad de Santa Fe, ubicados al oriente. Este fenómeno, ocurre principalmente en los periodos de lluvias y de aguaceros torrenciales, lo cual dificulta el funcionamiento del alcantarillado y de las redes de desagüe.

4. DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO – AMBIENTAL DE LA CANDELARIA

4.1 CLIMATOLOGÍA

4.1.1 Consideraciones generales

La posición geográfica (5º N del Ecuador) y la posición altitudinal de la Sabana de Bogotá, determinan un régimen de temperatura isotérmico, con una temperatura media de 13-15ºC. El régimen climático se caracteriza por una distribución bimodal de la precipitación, con dos periodos de valores máximos relativos y dos de mínimos relativos, influenciado ese tipo de distribución por los desplazamientos de la zona de Confluencia Intertropical.

Esta zona, y las masas de aire que confluyen en ella, se desplaza con respecto al Ecuador siguiendo el movimiento aparente del sol, con un retraso de 5 a 6 semanas y una amplitud latitudinal media, aproximada, de 15º en América del Sur.

En Colombia la Zona de Confluencia Intertropical fluctúa, aproximadamente, entre 0º de latitud, posición en la que se encuentra en enero-febrero y 10º de latitud norte, posición extrema que se puede alcanzar en julio-agosto. El desplazamiento ocasiona que en la mayor parte de Colombia se presente, durante el año, un doble máximo y un doble mínimo de precipitaciones y, por supuesto, también de los demás elementos meteorológicos. Es decir, la Zona de Confluencia Intertropical, pasa por el centro de Colombia dos veces al año:

- Una primera vez, entre abril y mayo, cuando se desplaza hacia el norte y ocasiona el primer período lluvioso que va acompañado de un pequeño descenso de las temperaturas medias, con una disminución de las temperaturas máximas y un aumento de las mínimas.

- Una segunda vez, entre septiembre y octubre, cuando regresa de su posición norte más extrema, alcanzada en julio-agosto, y se dirige al sur, originando el segundo período lluvioso que es el más fuerte y que también se acompaña de un descenso de las temperaturas medias, disminución de las temperaturas máximas y aumento de las mínimas.

Además de los procesos convectivos, térmicos y dinámicos mencionados, y de los ascensos y descensos de aire que guardan una relación directa con la Zona de Confluencia Intertropical, también se presentan movimientos del aire, horizontales y verticales, determinados por causas locales y condicionados básicamente por la

configuración del relieve, la vegetación y la relación tierra-agua que originan estabilización o inestabilización de la atmósfera lo cual ocasiona, a su vez, muy escasas o muy abundantes precipitaciones, respectivamente.

También influyen los efectos de las circulaciones locales, como las brisas de montaña-valle y valle-montaña o pendiente-arriba y pendiente-abajo, que demuestran su presencia básicamente porque refuerzan la influencia de los otros procesos o sistemas meteorológicos actuantes y determinan el período del día en el cual se presenta una mayor precipitación y coadyuvan a su producción en las épocas en las cuales esos otros procesos o sistemas meteorológicos no son totalmente condicionantes.

Las temporadas secas y húmedas se alternan a lo largo del año. Los meses más secos son los de enero, febrero, marzo y diciembre; y los más lluviosos son abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, claro está que estas condiciones pueden variar, de acuerdo a la dinámica de la atmosfera sobre este sector y a los problemas ambientales que se generan a diario[33].

4.1.2 Información disponible

El comportamiento climático de los parámetros meteorológicos de la Localidad de La Candelaria, son producto del análisis de la información registrada en las Estaciones Venado de Oro, Edificio HIMAT y Unisalle Centro. En la caracterización climatológica del área de estudio, se verificaron y analizaron los datos de las tres estaciones (Tabla 12), de las cuales una es estación pluviométrica, y las otras dos registran valores de humedad relativa y temperatura.

En términos generales, la información es incompleta, ya que no se encontró registros de otras estaciones de referencia que estuvieran cerca de la zona de estudio, solo se cuenta con la estación del Venado de Oro como referencia para los parámetros de humedad relativa, brillo solar y temperatura media, ya que la estación del Edificio HIMAT registra solo el parámetro de precipitación. Estas estaciones, luego de un proceso de verificación, fueron utilizadas como apoyo en los análisis.

[33] MINISTERIO DE HACIENDA DISTRITAL Y RED BOGOTÁ [en línea]. [Consulta el 10 de septiembre de 2008]. Disponible en internet: <http://www.redbogota.com/endatos/0100/0110/0116-clima/index.htm>

Tabla 12. Listado de Estaciones Meteorológicas

No	ESTACIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ELEVACIÓN
		LATITUD NORTE (LAT N)	LONGITUD OESTE (LONG W)	
1	Venado de Oro	O436	7404	2725
2	Edificio HIMAT	O436	7404	2685
3	Unisalle - Centro	O435	7404	2720
*	Edificio Corpavi	O436	7404	2685

* Estación Auxiliar en el periodo 86-2006

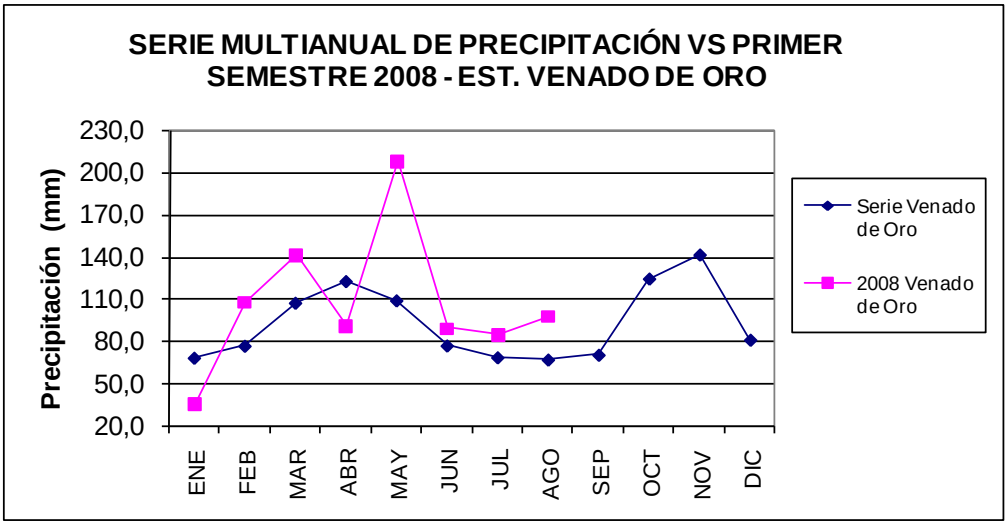
FUENTE: Las autoras

4.1.3 Comportamiento de la precipitación en la localidad Candelaria

La precipitación se define como la caída de hidrometeoros que alcanzan finalmente el suelo. La medida de la cantidad de lluvia se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría el suelo, supuesto perfectamente horizontal, si no se filtrase, evaporase, ni escurrirse. A esta medida se le llama altura de precipitación y es expresada en milímetros, donde un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie.[34]

- **Distribución multianual de la precipitación y el número de días con lluvia**

Figura 17. Gráfico comparativo de precipitación – Estación Venado de Oro



FUENTE: Base de datos IDEAM.

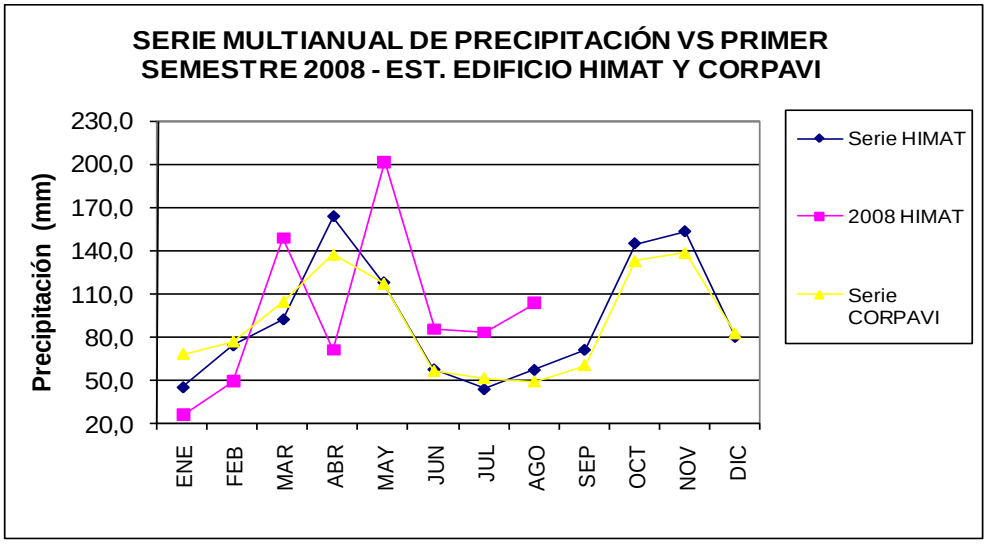
[34] RETALLACK B.J. Compendio Apuntes para Formación de Personal Meteorológico, Clase IV. OMM. N0266. Vol. II Suiza. 1973. Disponible en: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo. IDEAM y FOPAE, 2007. 118 p. ISBN 978-958-8067-21-6.

La precipitación y el número de días con lluvia, se realizó a partir de las series históricas de la estación Venado de Oro de 1970 al 2004 y para el edificio HIMAT, antiguamente denominado *Edificio Saraga* la serie de 1973 al 1986 y la serie del edificio Corpavi de 1986 al 2006, la cual se ha seleccionado por registrar los datos más recientes. Posteriormente la información de las series se comparó con los datos obtenidos en el periodo de muestreo correspondiente al año 2008.

Se registran los valores totales mensuales de precipitación para la estación Venado de oro y su comportamiento se observa en la figura 17, donde se aprecia que para el periodo de muestreo correspondiente a los meses de Enero a Agosto del 2008, se presenta un pico de precipitación en mayo con un valor de 207.4 mm de precipitación. Para los meses de abril y enero se registraron valores totales de precipitación inferiores a los de la serie histórica.

Mientras que en la serie histórica del periodo comprendido de 1970-2004, es decir 34 años, se registra un comportamiento bimodal con picos de precipitación para el mes de abril con un valor de 122.6 mm de precipitación y para el mes de noviembre con un valor de 141.5mm, lo cual indica que las condiciones climáticas y la dinámica de la atmósfera se ha modificado, teniendo en cuenta que sólo se están comparando los registros de los meses de Enero a Agosto.

Figura 18. Gráfico comparativo de precipitación - Estación Edificio HIMAT

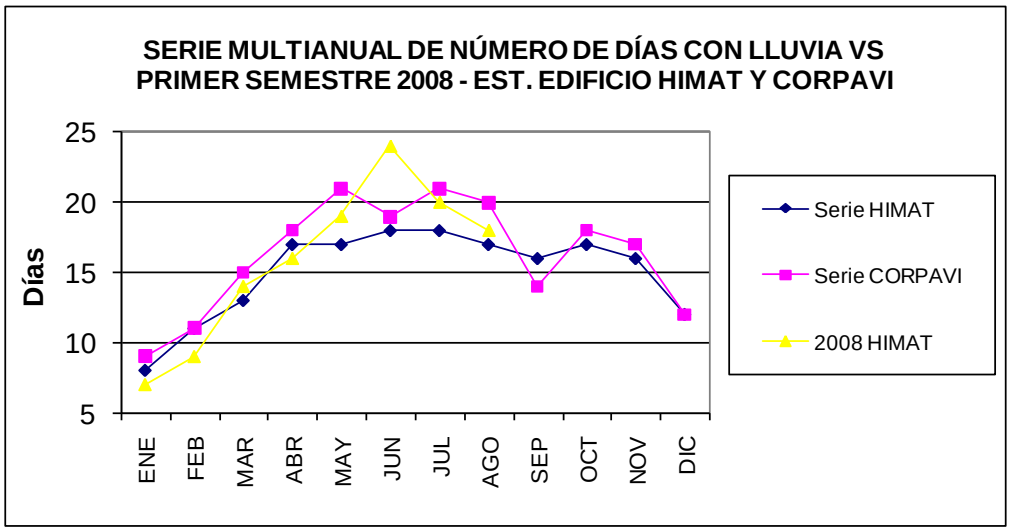


FUENTE: Base de datos IDEAM.

Como se aprecia en la figura 18, en las series históricas del edificio HIMAT tanto para el edificio Saraga como para el Edificio Corpavi, se registra un pico de precipitación en el mes de Abril con un valor de 163.7 mm y 137.4 mm de precipitación. Para los meses de Mayo a Diciembre se presenta un comportamiento muy similar para las 2 series, mientras que en el periodo de muestreo del año 2008, al igual que en la estación Venado de Oro se registra un pico de precipitación en el mes de mayo con un valor de 201.9 mm de precipitación.

Aunque en la serie 2008 para el mes de marzo se evidencia una tendencia de otro pico de precipitación con un valor de 148.9 mm, a diferencia de las series históricas, comportamiento que es similar para la estación venado de oro, a pesar que el mes de marzo sea considerado como un período de transición entre condiciones secas y lluviosas. Los meses de enero, febrero y abril registraron valores totales de precipitación inferiores a los de las series históricas.

Figura 19. Gráfico comparativo de número de días con lluvia – Estación Edificio HIMAT



FUENTE: Base de datos IDEAM.

En la figura 19, para el periodo de muestreo correspondiente a los meses de Enero a Agosto del 2008, se observa una tendencia similar con respecto a las series históricas para los meses de Enero, Marzo, Abril, Mayo , Julio y Agosto, a excepción del mes de Junio, el cual registró el mayor número de días con lluvia (24 días), que al ser comparado con la serie histórica del Edificio Saraga (también HIMAT) y del Edificio Corpavi, los meses de Junio y Julio registraron el mayor número de días con lluvia con valores de 18 y 21 respectivamente.

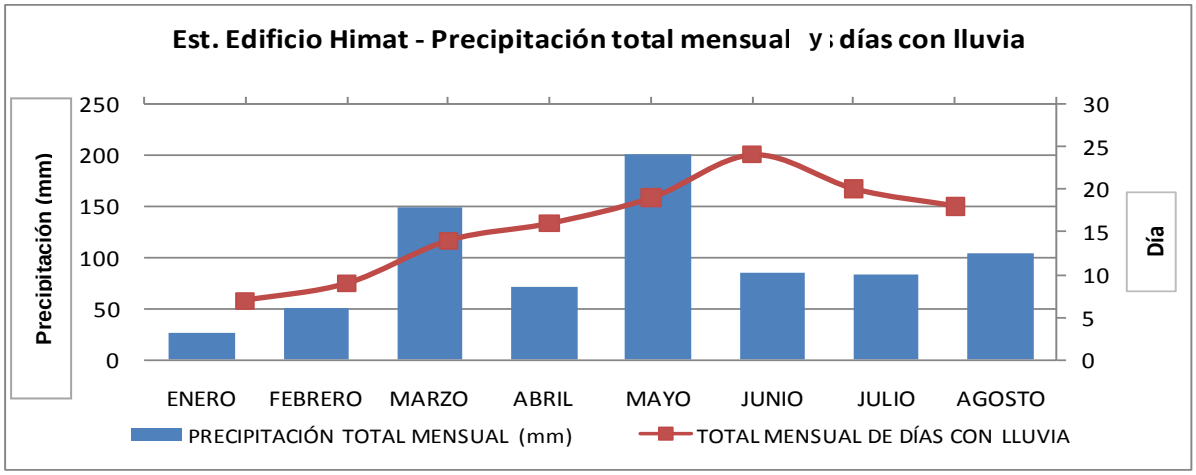
Para los meses de agosto y septiembre ocurre un descenso en el número de días con lluvia, ya que es un periodo de transición con pocas lluvias e intermitentes, luego aumentan con el segundo periodo lluvioso del año que está entre octubre y noviembre y luego desciende para diciembre que se considera tiempo seco o de pocas lluvias.

Por lo anterior es posible determinar que los días con lluvia han aumentado para este año con respecto a las series históricas de 33 años. Para la estación Venado de Oro no se tienen registros de series históricas correspondientes a los números de días con lluvia.

- **La precipitación durante el periodo de muestreo**

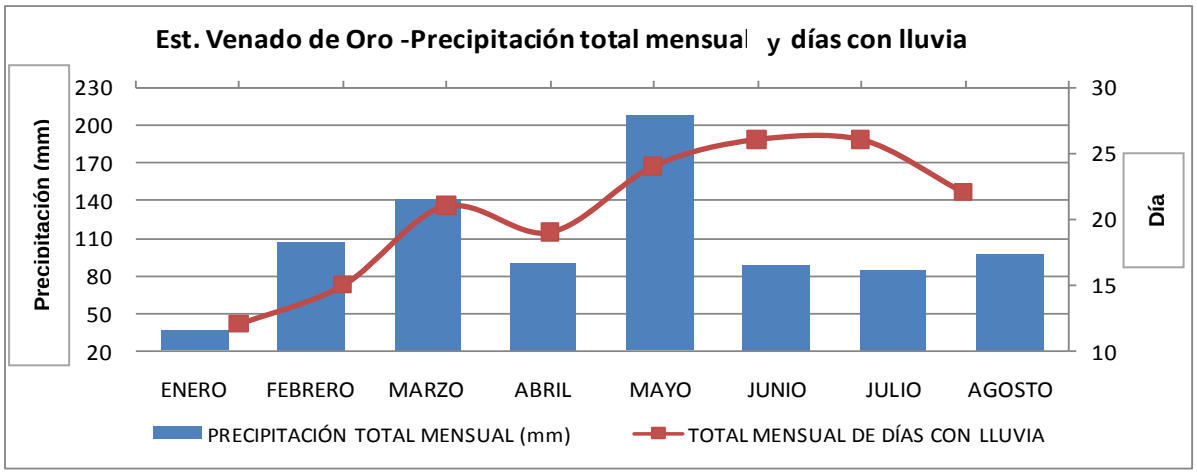
Para analizar este parámetro se tomaron los datos de las estaciones HIMAT, Venado de Oro y Unisalle - Centro, para esta última solo se toman los datos del 15 de mayo en adelante, ya que a partir de esta fecha empezó a funcionar la estación meteorológica. Los registros se presentan a continuación:

Figura 20. Comportamiento mensual de la precipitación Edificio HIMAT 2008



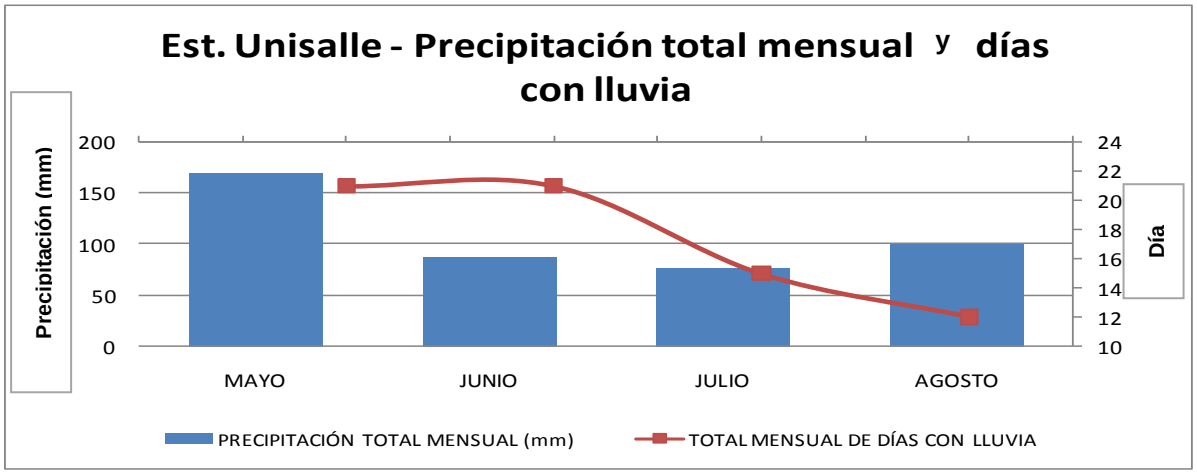
FUENTE: Base de datos SIDHMA – FIAS

Figura 21. Comportamiento mensual de la precipitación Venado de Oro 2008



FUENTE: Base de datos SIDHMA – FIAS

Figura 22. Comportamiento mensual de la precipitación Unisalle- Centro 2008



FUENTE: Base de datos SIDHMA – FIAS

En la zona de estudio se presenta una distribución bimodal, como el periodo de muestreo para esta investigación se efectuó de enero hasta agosto, solo podemos evidenciar una temporada de lluvia, que va de marzo hasta junio, presentándose para todas las estaciones de referencia un valor máximo de precipitación total en el mes de mayo, como se observa en las figuras 20, 21 y 22.

El primer periodo seco se presenta en enero y febrero, con la salvedad de que en el mes de febrero para la Estación del Venado de Oro se registra un importante aumento de la precipitación como lo muestra la figura 21 con un valor de 107.5 mm de precipitación, lo cual quiere decir que en la zona de piedemonte que colinda con los cerros orientales, se muestra una definición clara del microclima formado en este sector.

Para los meses de julio y agosto, se observa una clara disminución en la precipitación, con respecto al mes de mayo, esto da lugar a la segunda temporada seca o de bajas lluvias en el año, lo interesante de estos meses es que la atmósfera se encuentra mas limpia, las precipitaciones ocurridas son leves, intermitentes y de origen orográfico. Los valores de precipitación total para la estación Edificio HIMAT oscilan entre 83.3 mm y 103.6 mm de precipitación, para la estación Venado de Oro los valores están entre 84.5 mm y 97.5 mm de precipitación y para la Estación de la Unisalle - Centro los valores fluctúan entre 77 mm y 100.7 mm de precipitación.

- **Distribución Mensual de Días con Lluvia**

Para este parámetro se toma como referencia la información de las figuras 20, 21 y 22. En estas se presenta la distribución temporal de las estaciones de referencia utilizadas en la zona de estudio.

Para la Estación Edificio HIMAT el mes que obtiene la menor cantidad de días con lluvia es enero con 7 días, le sigue febrero con 9 días. El mes con la mayor cantidad de días con lluvia, es junio con 24 días, le sigue julio con 20 días y por ultimo mayo con 19 días.

Para la Estación Venado de Oro el mes que obtiene la menor cantidad de días con lluvia es enero con 12 días, le sigue febrero con 15 días. Los meses con la mayor cantidad de días con lluvia, corresponde a los meses de junio y julio con 26 días cada uno, le sigue el mes de mayo con 24 días. La estación Unisalle - Centro presenta la mayor cantidad de días con lluvia en los meses de mayo y junio con 21 días cada uno.

Para las tres estaciones se registró una tendencia similar con respecto a la distribución mensual de días con lluvia, ya que coinciden, que los meses de mayo a junio se obtuvo la mayor cantidad de días con lluvia. Del análisis, se pudo establecer que en el sector de la Candelaria llueve en promedio alrededor de 18 días al mes y que en el mes de Junio pueden presentarse el mayor número de días con lluvia con valores que oscilan entre 21 a 26 días con respecto a las tres estaciones. En toda la ciudad, estadísticamente, la mayor cantidad de lluvias fuertes ocurren en las horas de la tarde y son precedidas, generalmente, de

mañanas bastante calurosas. De la misma forma, el mayor número de tormentas se presenta durante los meses de Abril, Mayo, Octubre y Noviembre[35].

4.1.4 Comportamiento de la temperatura en la localidad Candelaria

La oscilación diaria de la temperatura es bastante importante durante los meses secos, con cielos muy despejados, condición que favorece el sobrecalentamiento diurno y el sobreenfriamiento nocturno de la superficie. Durante este periodo (enero, febrero, principalmente) cuando la diferencia entre la temperatura mínima y la máxima puede alcanzar más de 20°C, se dan las condiciones para la ocurrencia de eventos de inversión importantes, situación que no permite la libre difusión de los gases que son emanados desde la superficie, durante las primeras horas de la mañana.

Durante los meses lluviosos la oscilación diurna de temperatura no es muy notoria (entre 8 y 12°C). En esta época, las temperaturas no son altas en el día ni se presentan descensos bruscos durante la noche, esto debido a la cantidad de nubosidad que opera como una cubierta que protege la superficie terrestre[36].

- **Distribución multianual de la temperatura media**

Hay factores físicos, distintos a los mismos elementos meteorológicos, que inciden en el comportamiento diurno de la temperatura. En noches despejadas es menor el enfriamiento en el centro de la ciudad que en los lugares alejados debido a la concentración de fuentes de calor en las edificaciones, relacionada con la actividad humana. De igual manera, durante el día el calentamiento del centro de la urbe se ve incrementado debido al calor producido por los automotores, restaurantes, entre otros. A este fenómeno se le conoce como islas de calor.

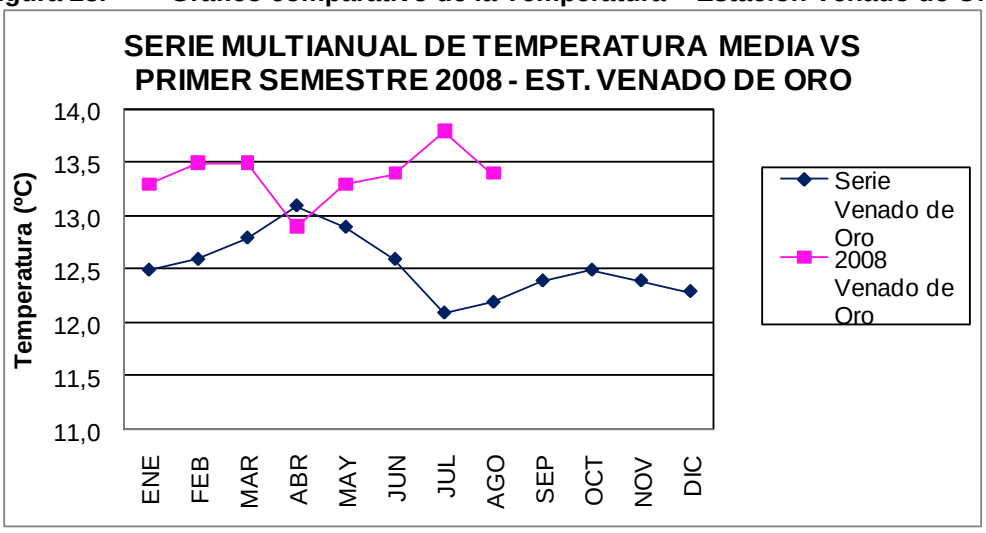
La oscilación de temperatura se reduce y los promedios se elevan hacia el centro de la ciudad, debido al aumento de las mencionadas fuentes artificiales de calor. Los promedios disminuyen nuevamente hacia los sectores ubicados en el piedemonte de los cerros orientales, en principio por la sombra que los mismos cerros proyectan sobre esta franja de la ciudad en las primeras horas de la mañana y segundo, por el efecto del viento de montaña[37].

---

[35] LÓPEZ, Leonardo. Condiciones atmosféricas predominantes en las sedes de la universidad de la Salle – Bogotá. 2007, p. 4.
[36] Ibíd., p. 5.
[37] Ibíd., p. 5.

Para este caso se resume que la temperatura media multianual tiene un comportamiento contrario al periodo de muestreo, debido a inconsistencias de tipo laboral por parte de las personas que fueron capacitadas para la toma de las lecturas correspondientes a la estación Venado de Oro. Como se observa en la figura 23, para los primeros meses del año la temperatura tiene valores entre 12.5ºC y 12.8ºC, luego ocurre un leve aumento para abril con un valor de 13.1ºC y luego desciende hasta el mes de julio, esto corrobora que para las épocas lluviosas disminuye la temperatura por las masas húmedas que se presentan para esta época, luego para los meses de transición ocurre un leve crecimiento de la temperatura hasta el mes de octubre y hasta diciembre la temperatura tiene el mismo comportamiento que el de la primera temporada de lluvias.

Figura 23. Gráfico comparativo de la Temperatura – Estación Venado de Oro



FUENTE: Base de datos IDEAM.

➢ La temperatura durante el periodo de muestreo

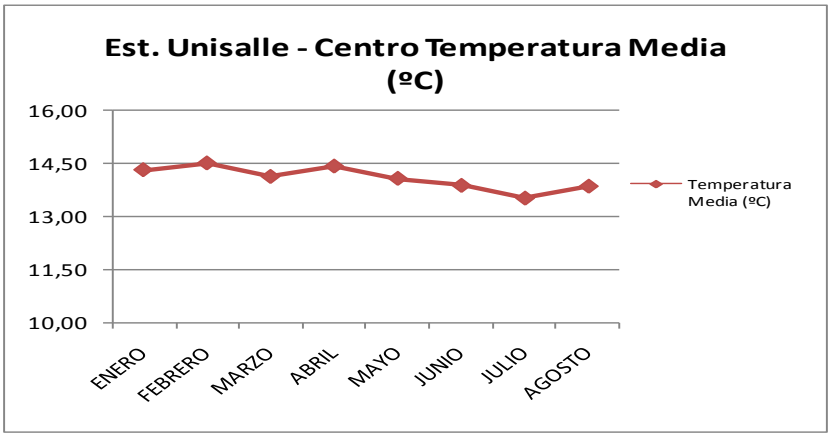
El comportamiento de la temperatura media se realizó con las siguientes estaciones meteorológicas:

- Estación Unisalle - Centro
- Estación Venado de Oro

Los datos arrojados por las estaciones que se encuentran en la zona de estudio, corresponden a valores promedios mensuales, como se muestran a continuación:

■ Estación Unisalle - Centro

Figura 24. Comportamiento mensual de la Temperatura Estación Unisalle – Centro 2008

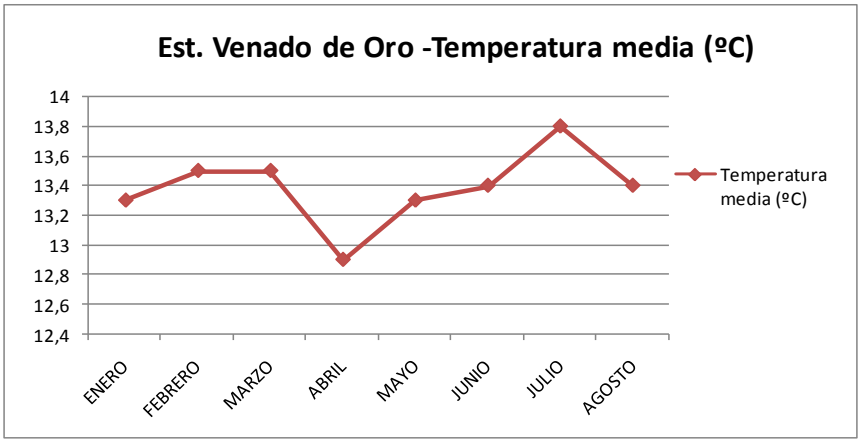


FUENTE: Base de datos SIDHMA – FIAS

El comportamiento de la temperatura se obtuvo mediante la información de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio, Unisalle-Centro y Venado de Oro. Como se registra en la Figura 24, la temperatura media, muestra un comportamiento constante en los meses de enero a abril. Los valores de temperatura oscilan entre 13.53ºC y 14.51ºC. La temperatura media de máxima se presentó en el mes de febrero, con un valor de 14.51ºC y la temperatura media de mínima se registró en el mes de julio, con un valor de 13.53ºC. En general se presenta una variación de 0.19ºC a 0.38ºC durante los meses de muestreo, indicando que la temperatura media, se considera constante. La variación entre mes a mes fue mínima, manteniendo valores casi constantes.

■ Estación Venado de Oro

Figura 25. Comportamiento mensual de la Temperatura Estación Venado de Oro 2008



FUENTE: Base de datos IDEAM

En la figura 25, se puede evidenciar un comportamiento distinto al de la Estación Unisalle - Centro. La temperatura media de máxima se presenta en el mes de julio con un valor de 13.8ºC. Los valores para esta estación oscilan entre 12.9ºC y 13.8ºC, es decir que las variaciones para este parámetro no son significativas.

Para el mes de Junio y Agosto se registró igual valor de temperatura media con un valor de 13,4ºC. Al comparar los datos obtenidos por las dos estaciones se considera que la estación venado de oro registró variaciones mayores de temperatura entre 0,1ºC y 0,6ºC, durante los meses de muestreo.

Considerando los registros de la estación Unisalle – Centro, se pudo establecer que la temperatura media varía muy poco a lo largo de los meses de muestreo, mostrando un ligero descenso en los meses lluviosos (marzo, abril y mayo), debido al aumento de la cubierta nubosa, caso contrario ocurre con el comportamiento en la Estación Venado de Oro, que registra su media de mínima en el mes de abril, con una temperatura de 12.9ºC, formando dos picos máximos, uno en el mes de febrero y otro en el mes de julio, meses en los que las precipitaciones son leves y las variaciones de temperatura son evidentes por la poca cubierta nubosa.

Los datos de estas estaciones permiten establecer que la temperatura media para el área de estudio es de 13.75°C. En promedio para la estación Venado de Oro, la temperatura máxima se comporta alrededor de los 24°C y la mínima presenta un promedio de 6.2°C.

4.1.5 Comportamiento de la Humedad Relativa en la localidad Candelaria

Los valores medios de humedad en Bogotá no son constantes en el tiempo y su variación mensual se explica, principalmente, por el comportamiento de la ZCIT y la advección de masas de aire procedentes del Brasil las cuales llegan a la ciudad luego de superar la cordillera oriental. En la ciudad los porcentajes medios de humedad oscilan entre 73 y 80% durante la mayor parte del año. En las épocas de lluvias los valores medios pueden incrementarse en un dos o tres por ciento dependiendo de la frecuencia e intensidad de las lluvias.

En el análisis diurno es normal encontrar que en las madrugadas la humedad supera el 85%, debido a la significativa disminución de los valores de temperatura. El aire atmosférico se satura por enfriamiento y esta saturación es más importante

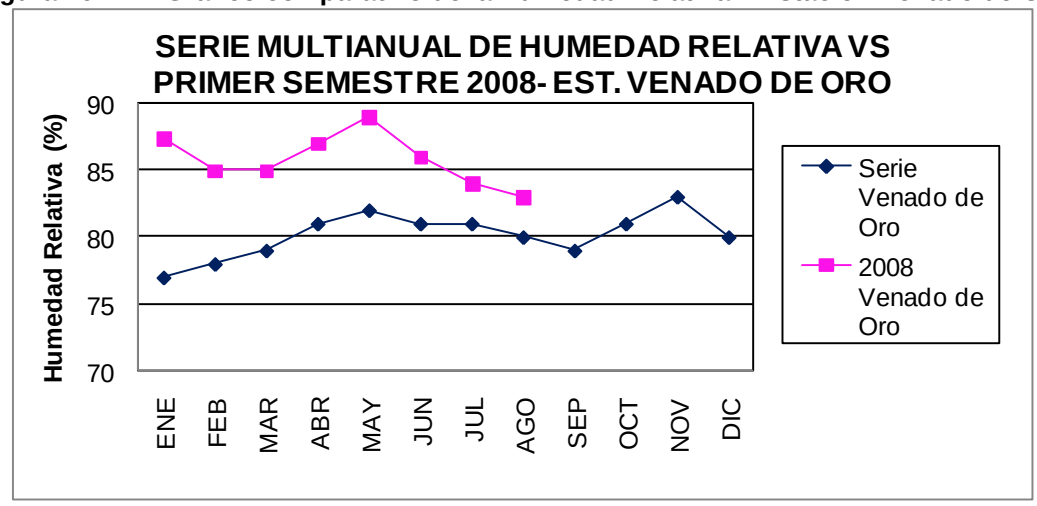
cuando el descenso de temperatura es precedido de lluvias o acompañado por la llegada de masas de aire húmedo[38].

- **Distribución multianual de la Humedad Relativa**

Al analizar los datos de la estación Venado de Oro, se observa que, los promedios están cerca al 80% la bimodalidad de la humedad tiende a ser ocultada por el incremento de los valores en los meses de junio (81%), julio (81%) y agosto (80%), debido a la condensación del aire frío y húmedo proveniente del suroeste del país, el cual al atravesar la cordillera genera las lloviznas que cargan de vapor el aire. Los valores más altos se presentan en los meses de mayo (82%) y en noviembre (83%), relacionando estos valores con las dos épocas de invierno que se presentan en el país.

En la figura 26 se aprecia el comportamiento multianual de la humedad relativa con el periodo de muestreo, donde se evidencia una tendencia diferente, ya que para la serie 2008 los valores de humedad oscilan entre el 83 al 89 % y para la serie histórica fluctúa entre el 77% al 83%.

Figura 26. Gráfico comparativo de la Humedad Relativa – Estación Venado de Oro

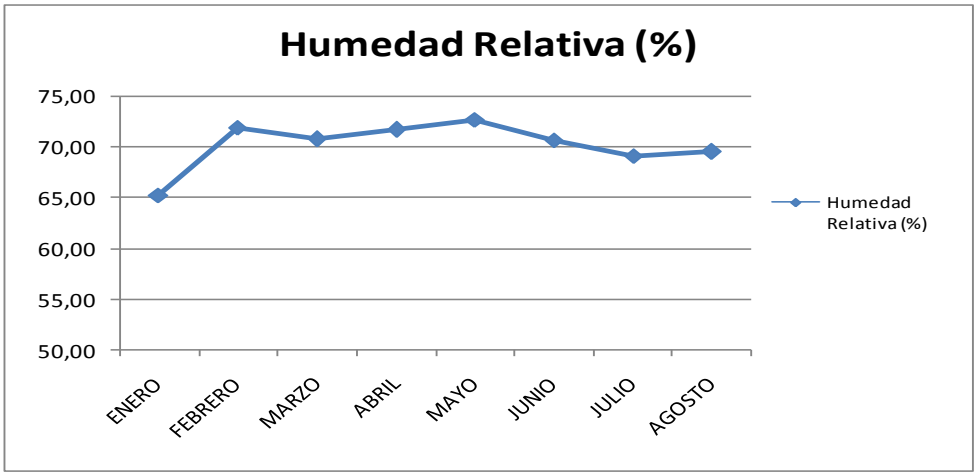


FUENTE: Base de datos IDEAM

[38] Ibíd., p. 7.

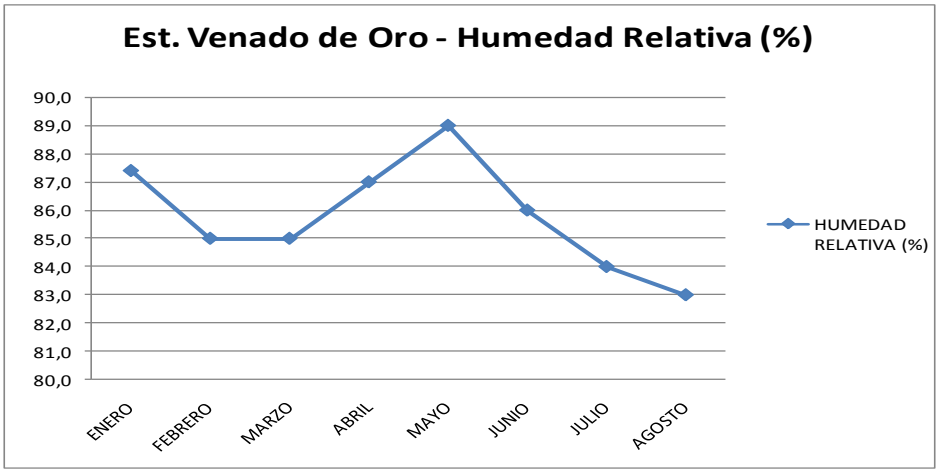
➢ La humedad relativa durante el periodo de muestreo

Figura 27. Comportamiento mensual de Humedad Relativa - Estación Unisalle Centro/08



FUENTE: Base de datos SIDHMA - FIAS

Figura 28. Comportamiento mensual de Humedad Relativa - Estación Venado de Oro/08



FUENTE: Base de datos SIDHMA - FIAS

Los valores registrados de humedad relativa son inversamente proporcionales a los datos de temperatura media, se indica que los valores promedio mensuales de la humedad tienen un comportamiento constante, con algunas variaciones, por ejemplo en la figura 27, en el mes de enero se destaca una leve disminución de la humedad, debido a que este tiempo se considera como un periodo seco o de bajas lluvias, haciendo que en las noches y madrugadas exista un menor porcentaje de vapor de agua en el ambiente.

En el mes de febrero, se registró un valor de 71,85%, este valor fluctúa mucho cuando hay masas húmedas y secas y por que normalmente se presenta un alto contenido de humedad ya que estamos ubicados en la zona tropical. Luego los valores de humedad decrecen hacia el mes de abril, y de este mes hasta mayo ocurre un leve crecimiento de 71,63% a 73,48%, lo que concuerda que estos meses son los más lluviosos, en el primer semestre del año.

Para los meses de junio, julio y agosto, se presenta una disminución de los valores medios de humedad, comparado con los meses de abril y mayo, ya que el mes de junio se considera de transición, por lo que las masas húmedas y secas se manifiestan de forma notoria y los meses de julio y agosto se caracterizan por presentar condiciones de sequía o bajas lluvias, lo que concuerda con la climatología de la localidad.

En la figura 28, para el mes de febrero y marzo se registraron valores medios de humedad del 85%, lo cual indica un comportamiento similar para estos meses. Luego de este mes hasta mayo se presentan los meses mas lluviosos, por lo que la humedad relativa aumenta, por ultimo en los meses de junio a agosto disminuyen los valores medios de humedad, pues en estos meses se presentaron lluvias leves en este sector.

Hasta aquí podemos observar tres momentos para las dos estaciones: El primer momento es una época poco lluviosa y con mas variación atmosférica; el segundo momento es de una época lluviosa y el tercer momento es una época estacionaria donde se presentan lluvias leves, con mayor predominio en los vientos, lo cual destaca mas lavado de la atmosfera, con menos contenido de gases contaminantes, específicamente de NOx y SOx.

4.1.6 Comportamiento del Brillo Solar en la localidad Candelaria

Tomando como base el estudio sobre la distribución del brillo solar en Colombia, realizado por Bernal G., el número de horas en que los rayos del sol se hacen efectivos sobre la superficie terrestre en esta franja del país, es de aproximadamente 1400 horas al año, cerca de 4 horas diarias. En cuanto a la nubosidad, este es un parámetro que se comporta en forma inversa a la insolación. A mayor cantidad de nubes, la penetración de los rayos solares es menor, situación que se experimenta durante la época de invierno[39].

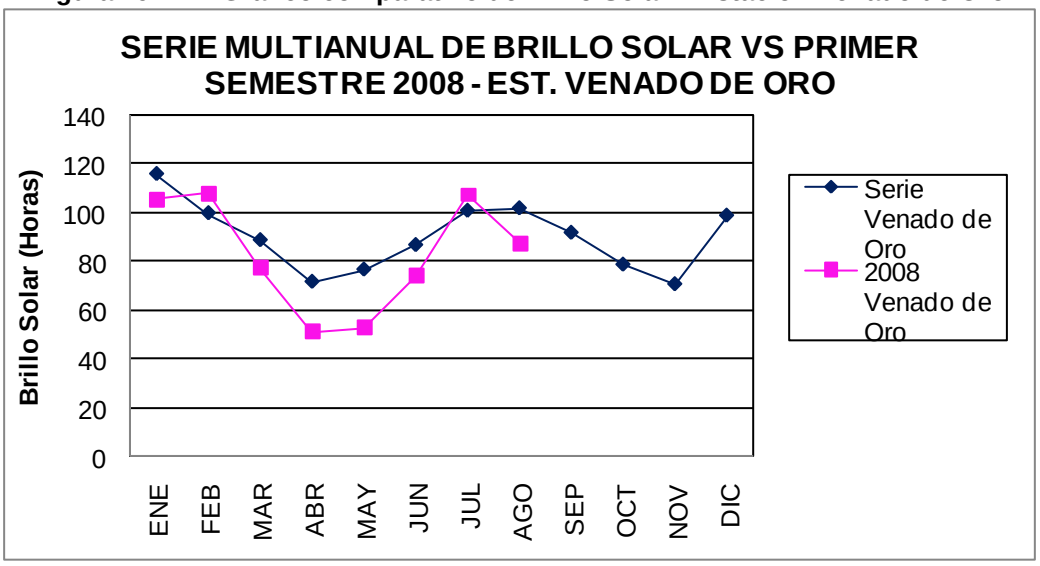
[39] Ibíd., p. 8

➢ Comportamiento multianual del Brillo Solar

Para la realización de este análisis se tuvo en cuenta los datos arrojados en la estación Venado de Oro, que se muestra en la figura 29.

Como se puede observar el comportamiento difiere principalmente para los meses de marzo a junio, ya que los valores registrados en el periodo de muestreo son inferiores con respecto a la serie histórica, lo cual coincide con el comportamiento de la precipitación. Para los años anteriores, en los meses siguientes a agosto se presenta la segunda temporada de lluvias, lo cual genera una disminución en la cantidad de horas de sol, para este sector. En diciembre ocurre un considerable ascenso, indicando que ha empezado la temporada seca o de pocas lluvias.

Figura 29. Gráfico comparativo de Brillo Solar – Estación Venado de Oro



FUENTE: Base de datos IDEAM

➢ El brillo solar durante el periodo de muestreo

Para el sector de la Candelaria, como se muestra en la figura 29, en el periodo de muestreo se tiene que hay menor incidencia de la insolación que otros sectores de Bogotá, ya es ésta se localiza muy cerca de los cerros orientales, la explicación de esta variación está referida a la sombra que producen los cerros orientales en el recorrido de la luz solar; a su vez existe una relación inversa con la precipitación.

El brillo solar alcanza valores entre 51 a 53 horas mensuales de exposición solar, aproximadamente 2 horas diarias de sol se reciben en periodos de lluvia. Para los

meses de enero hasta mediados de marzo los valores alcanzados son de 78 a 108 horas mensuales, para los meses de junio a agosto al disminuir la nubosidad, también se incrementa el número de horas de exposición solar de 74 a 108 horas. Los datos utilizados para este análisis se aprecian en el Anexo E.

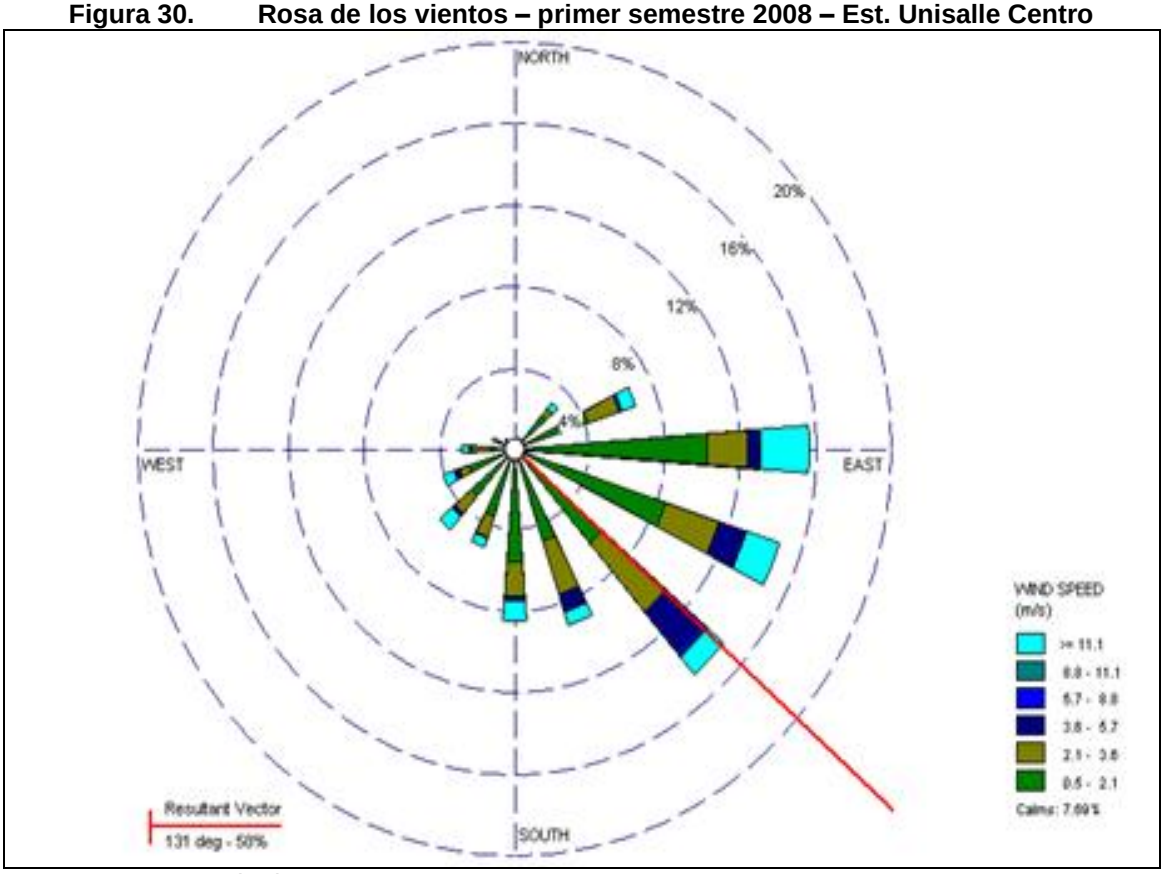
4.1.7 Comportamiento general del Viento en superficie

En Bogotá, al igual que el país en general, se encuentra bajo la influencia de los vientos Alisios procedentes de las latitudes medias de los dos hemisferios. Estas corrientes, cargadas de humedad, proceden del noreste y del sureste y se encuentran sobre la franja ecuatorial dando origen a la ZCIT. Durante la mayor parte del año el viento que predomina sobre la ciudad de Bogotá es de componente ESTE (noreste o sureste), dependiendo de la posición de la ZCIT y las velocidades oscilan en promedio entre 0.5 y 2.1 metros por segundo.

Esta velocidad media disminuye notoriamente durante las épocas en que se incrementan las precipitaciones aumentando el número de calmas. Desde el mes de junio hasta mediados de Septiembre, época en que la ZCIT se ubica en su recorrido sobre el norte del territorio nacional, se observa un incremento en la velocidad del viento y el número de casos en que el viento proviene del sureste. Los vientos durante estos meses se muestran, además de ágiles, fríos por las condiciones de invierno en el hemisferio sur.

La rosa de vientos, se construyó mediante el programa RAMMET VIEW, para los meses de mayo a agosto, con los valores de dirección y velocidad del viento (m/s), arrojados por la estación de la Universidad de La Salle. Durante la mayor parte del año el viento predominante sobre la franja oriental de la ciudad de Bogotá es de componente Este. Dependiendo de la ubicación que tome la ZCIT en su recorrido, las corrientes de aire que afecta la franja de estudio serán los alisios del noreste o del sureste; estas últimas son las que predominan entre abril y noviembre como se observa en la figura 30.

Figura 30. Rosa de los vientos – primer semestre 2008 – Est. Unisalle Centro

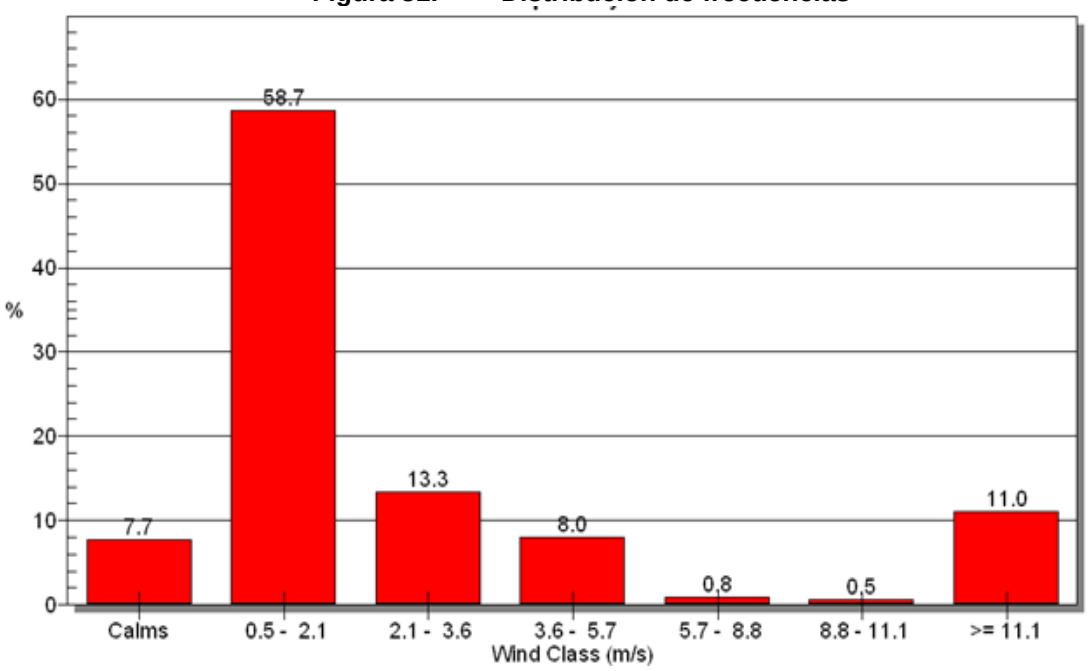


FUENTE: Base de datos SIDHMA - FIAS

En este sector de Bogotá la velocidad del viento es en promedio de entre 0,5 y 4m/s de acuerdo con los registros de la estación automática UNISALLE-sede centro. En los meses de julio y agosto cuando la ZCIT se encuentra en su posición extrema norte (alrededor de los 15° de latitud N) se advierte un incremento en la velocidad del viento, en el sector oriental de la capital y se presentan algunas ráfagas, durante el día principalmente, con valores que superan los 10m/seg.

Existen registros de la época del año comprendida entre mayo y septiembre que muestran velocidades del viento de más de 20m/s en la parte alta de la localidad; estos eventos de fuertes vientos causan emergencia en la comunidad que habita el sector del piedemonte. Como se muestra en la figura 31, donde se analizan los datos de mayo hasta agosto de 2008, el 58.7% de las observaciones corresponde a velocidades entre 0.5 y 2.1m/s, el 21.3% a velocidades entre 2.1 y 5.7 m/s y alrededor del 8% representan las calmas. Es de anotar que, un 11% de los datos corresponden a velocidades por encima de los 11.1m/seg.

Figura 31. Distribución de frecuencias



FUENTE: Las autoras

Teóricamente se explica la velocidad de viento a sotavento de la cordillera oriental (límite oriental de la ciudad) por el secado que sufren las masas de aire húmedo que llegan hasta esta cadena montañosa impulsadas por la corriente de los Alisios. Debido al ascenso forzado el vapor de agua contenido en estas masas de aire se condensa y precipita a barlovento (sector de los llanos orientales). El aire ahora más seco y cálido fluye más ágilmente dando origen al fenómeno conocido como efecto Föhn.[40]

De acuerdo con los registros anemográficos de la estación del aeropuerto, el viento permanece normalmente en calma durante el período comprendido entre las seis de la tarde y las seis de la mañana, aproximadamente. Estos periodos de calma son más notorios durante los meses considerados lluviosos, cuando la ZCIT está sobre el centro del país. En la franja oriental de la ciudad las calmas nocturnas son menos frecuentes debido al enfriamiento y posterior escurrimiento de las masas de aire en contacto con las partes altas de la montaña. La velocidad de estas brisas, denominadas catabáticas, se ha establecido con el sensor de viento de la estación UNISALLE; los registros en horas de la noche y madrugada muestran valores que van desde la calma absoluta hasta los 2 m/s.

[40]B.J. Retallack. Compendio de apuntes para la formación de personal meteorológico IV – Meteorología. OMM-266

Es posible experimentar corrientes de componente oeste sobre la superficie en el área próxima al piedemonte. La explicación a estas corrientes superficiales, contrarias a los Alisios en el sector del piedemonte, está centrada en la teoría de "la cortante del viento", cuya confirmación requiere de radares meteorológicos o experiencias con globos estáticos que permitan ratificar la existencia del fenómeno. En términos generales se forma una especie de vacío debajo de las fuertes corrientes que superan de la cima de la cordillera lo que da como resultado el descenso y posterior retorno del aire, formándose corrientes contrarias, de componente oeste, en superficie.

Según la procedencia del viento en esta zona, se pudo establecer que las fuentes de contaminación son principalmente móviles, ya que en el sector sureste de la cuidad, se encuentran importantes ejes viales como la carrera décima, calle sexta y Avenida de la Hortúa los cuales aportan concentraciones importantes de gases contaminantes como óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono, entre otros. De igual forma dentro de la localidad no existen fuentes fijas de contaminación que aporten contaminantes a la zona, ya que la principal actividad económica es comercial como se menciono en el subcapítulo 3.4.

4.2 MONITOREO DE LLUVIA ÁCIDA EN LA CANDELARIA

La parte experimental de esta investigación, se realizó en el periodo comprendido del 14 de enero al 18 de agosto, del presente año, en seis (6) estaciones de muestreo; que se describen con mas detalle en el capitulo de metodología, ubicados en diferentes puntos de la localidad. Este monitoreo se realizó sobre los eventos de lluvia a lo largo del periodo descrito. A cada muestra de agua lluvia se le determinó pH, Temperatura, Nitratos, Sulfatos y Acidez (Cuando los valores eran menor a 7.00 unidades).

El monitoreo de lluvia ácida se divide en dos partes, la primera son los registros de los eventos diurnos de precipitación arrojados por el muestreo y la segunda son los registros de los eventos nocturnos. La matriz general del monitoreo de lluvia ácida se encuentra en el Anexo F.

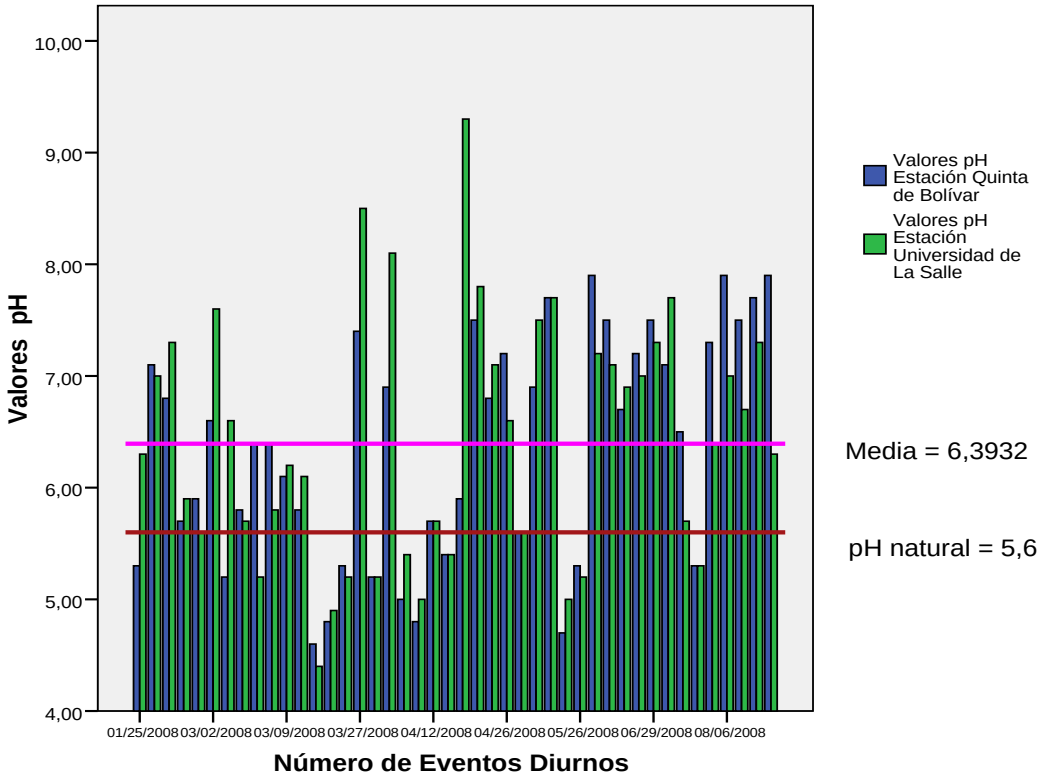
4.2.1 Eventos Diurnos

- **Comportamiento del pH**

Los valores registrados en las estaciones monitoreadas se comparan con el valor típico de pH para la lluvia en condiciones normales, que es 5.6 Unidades. En la figura 32 podemos apreciar el comportamiento del pH en los eventos de precipitación registrados en la jornada diurna. De los 44 eventos registrados en cada estación, se pudo establecer que: en la Quinta de Bolívar 13 corresponden a pH menores o iguales a 5.6, es decir que un 29.54% de los datos evidencian una moderada acidez en el agua lluvia; 16 eventos registraron valores mayores a 5.6 y menores a 7.0, es decir que un 36.36% de los eventos obtuvieron en las mediciones de pH una ligera presencia de acidez (normal en las muestra de agua lluvia); por último, los 15 eventos restantes (34% de los eventos), presentan valores mayores a 7.0 o que tienden a ser básicos.

Para el caso de la Universidad de La Salle se registraron 13 eventos con valores menores a 5.6, es decir que un 29.54% de los datos presentan un grado de acidez moderada en el agua lluvia; se registraron 17 eventos los cuales se ubican en el rango de 5.6 a 7.0 Unidades en la escala de pH, es decir que el 38.63% de los valores obtenidos registran una acidez ligera (normal para la lluvia), tendiendo a la neutralidad. En el rango de 7.0 en adelante se ubican los eventos restantes, es decir que el 31.81% de los datos totales corresponden a valores cercanos a la escala de pH básica.

Figura 32. El pH en las Estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle

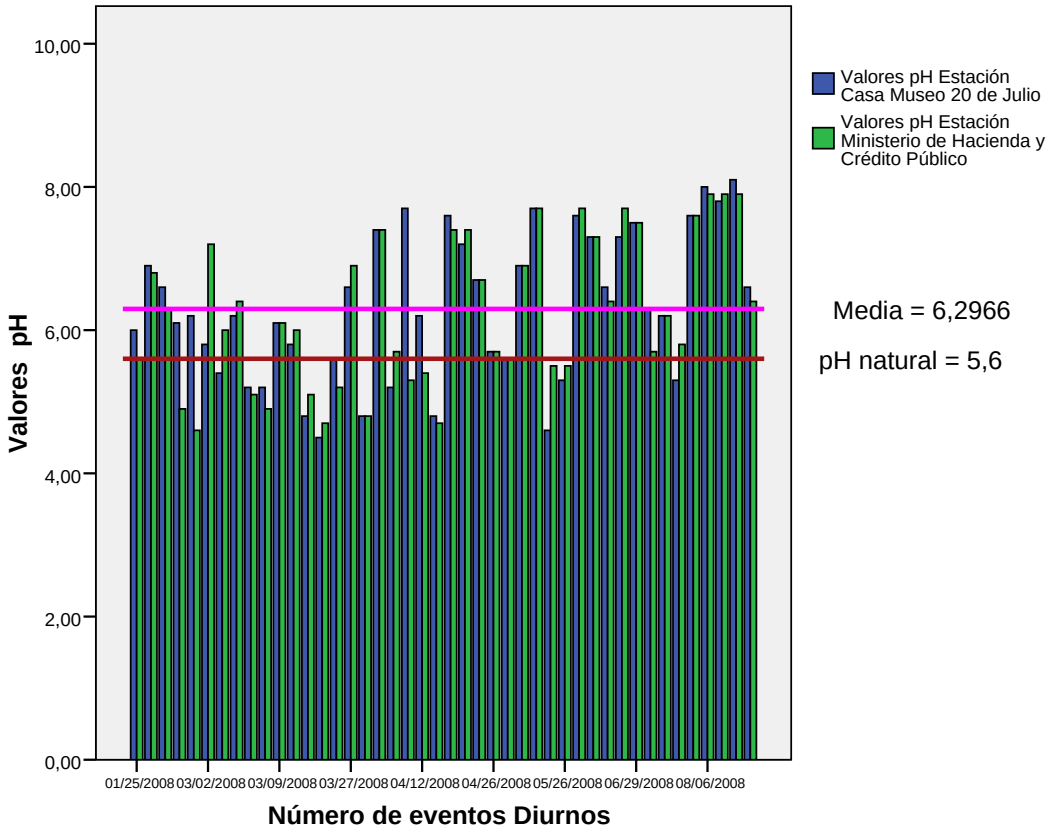


FUENTE: Las autoras

En la figura 33 podemos observar el comportamiento del pH en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda. Para la primera tenemos que 13 eventos de los 44 registrados presentan valores menores o iguales a 5.6, es decir que el 29.54% de los datos muestran una acidez moderada en el agua lluvia. En el rango de 5.6 a 7.0 se ubican 18 eventos, es decir que el 40.90% de los datos muestran una acidez ligera (normal para el agua lluvia) cercana a la neutralidad y los 13 eventos restantes presentan valores mayores a 7.0, es decir que el 29.54% de los eventos muestran una tendencia a la basicidad.

Para la estación del Ministerio de Hacienda, 15 de los 44 eventos presentan valores menores o iguales a 5.6, es decir que el 34.09% de los eventos muestran una acidez moderada para el agua lluvia; 16 del total de eventos presentan valores mayores a 5.6 y menores a 7.0, es decir que el 36.36% de los eventos son ligeramente ácidos próximos a la neutralidad; 13 del total de eventos consideran que el valor de pH es básico para esta estación.

Figura 33. El pH en las Estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda

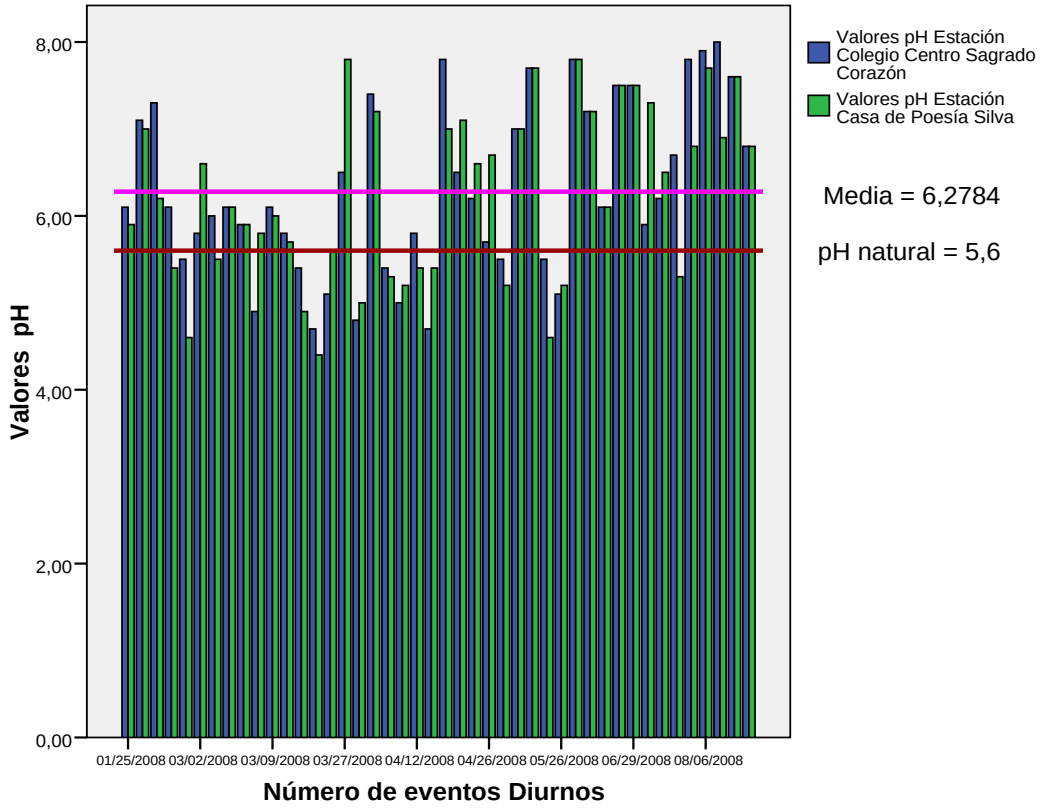


FUENTE: Las autoras

En la figura 34 se puede observar los valores registrados de pH para las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva. Para el caso del colegio, el 27.27% de los eventos corresponden al rango menor o igual a 5.6, es decir que la acidez en el agua lluvia es moderada; el 43.18% corresponde al rango de 5.6 a 7.0 unidades en la escala de pH y corresponden a valores ligeramente ácidos o normales en el agua lluvia; el 29.54% corresponde a valores mayores de 7.0, lo cual indica que en esta estación predomina el comportamiento ligeramente ácido o normal para el agua lluvia.

Para la Casa de Poesía Silva tenemos que el 34.09% de los valores corresponden al rango menor o igual a 5.6, es decir que estos tienen una acidez moderada en el agua lluvia; el 40.90% de los eventos corresponden a valores entre 5.6 y 7.0 unidades, presentando una ligera acidez (normal para el agua lluvia) y el 25% de los eventos corresponden a valores mayores a 7.0, estos registros de pH comprueban la ligera acidez que se presenta en el sector, debido a la época del año y a los factores climáticos predominantes como lo es la dirección, velocidad del viento, temperatura media, humedad relativa y brillo solar.

Figura 34. El pH en las Estaciones Colegio Centro Sagrado y Casa de Poesía Silva



FUENTE: Las autoras

El comportamiento del pH para todas las estaciones describe que para la época de verano es decir los meses de enero y febrero muestran que la acidez del agua lluvia es moderada y que en pocos eventos se ven valores menores de 5.6, que es el valor típico, por el cual se demuestra que hay acidez en la lluvia. Para el mes de marzo ocurre un leve descenso en los valores de pH, para el mes de abril se tienen valores ácidos los primeros días y al finalizar empieza el aumento en estos valores ya que comienza la época de invierno, es decir que la atmosfera esta más limpia, este comportamiento dura hasta el mes de junio.

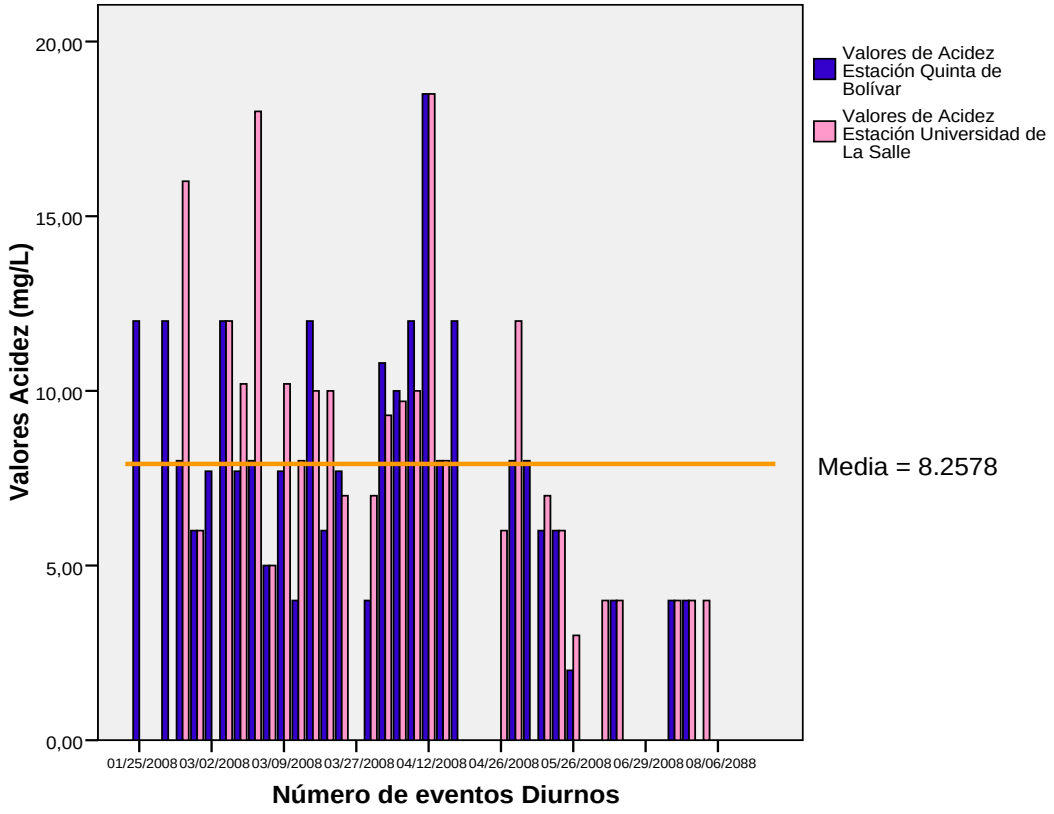
Cabe resaltar que para la mitad del mes de mayo hay un aumento en la acidez del agua, probablemente se debe a que la atmosfera tiene menos variación, lo que genera aglomeración de los contaminantes (óxidos de nitrógeno y azufre principalmente) por la combustión de las fuentes móviles existentes en la localidad. Para los meses de julio y agosto ocurre algo muy particular, debido a la predominancia de los vientos y lluvias intermitentes, esto hace que los contaminantes se trasladen hacía otras partes, haciendo que la lluvia de la Candelaria sea más limpia aumentando así su pH, como se puede ver en el registro de los muestreos. Durante el periodo de muestreo se registró una ligera

acidez en la lluvia, ya que en todas las estaciones predominan los valores de pH entre 5,6 y 7,0 unidades, con porcentajes entre el 36,36 al 43.18% del total de eventos registrados.

➢ Comportamiento de la acidez

Teniendo en cuenta la estrecha relación que tiene el pH y la acidez, se establece que el comportamiento de la acidez corresponde a un cálculo matemático, el cual sirve para constatar la acidez en cada una de las muestras recolectadas. En cada uno de los puntos se calculó la acidez para las muestras que presentaran un pH menor a 7.0 Unidades, lo cual explica los espacios en blanco de las gráficas.

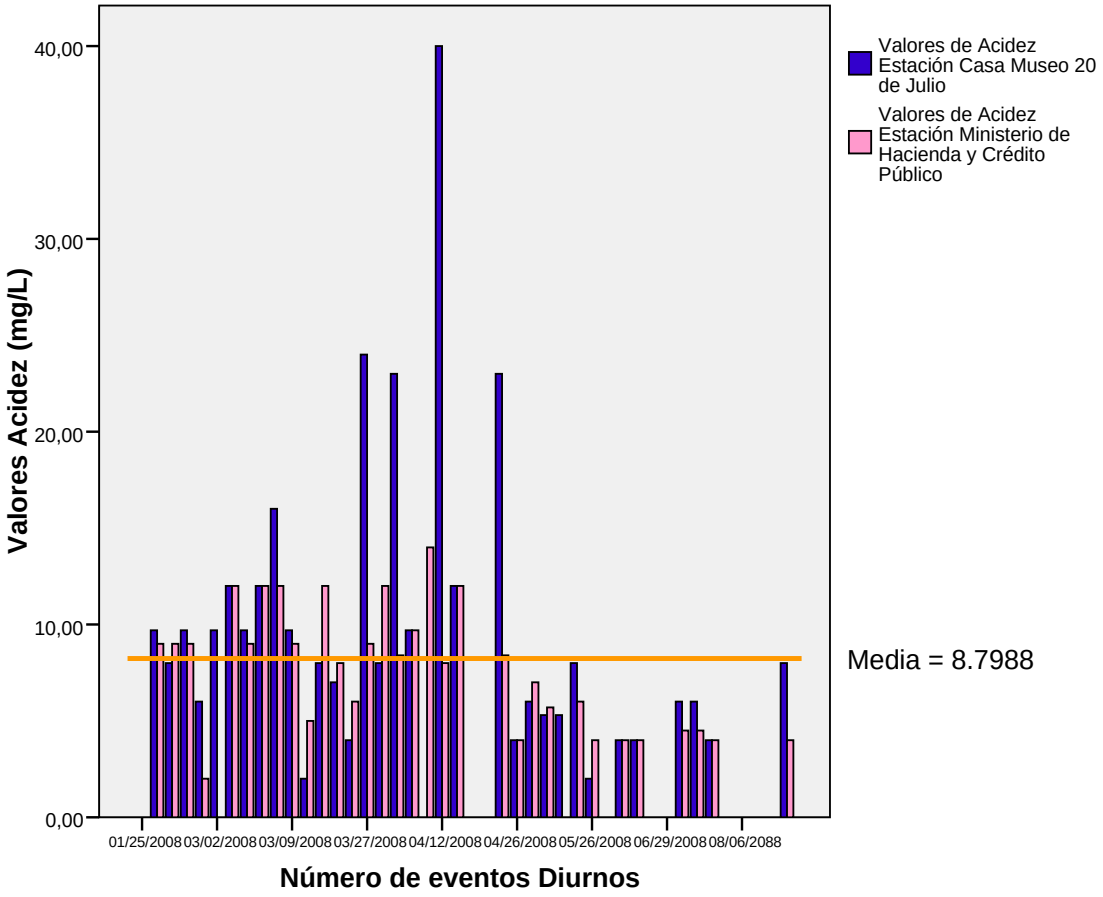
Figura 35. La acidez en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle



FUENTE: Las autoras

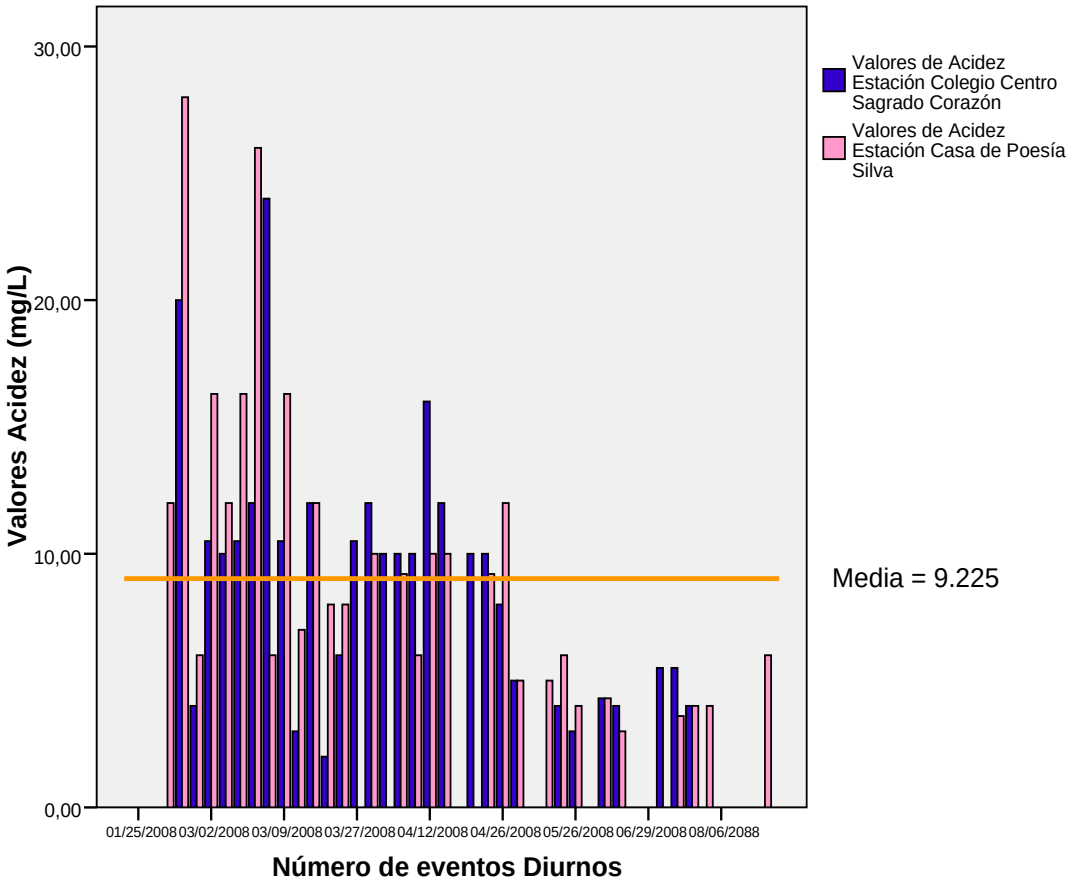
En las figuras 35, 36 y 37 se describe el comportamiento de la acidez, en estas se puede observar la relación inversa con el pH, es decir, que a medida que aumenta la acidez, el valor del pH es bajo y viceversa, convirtiéndose la acidez como un parámetro de verificación en el estudio, ya que no existen valores de referencia que indiquen una concentración alta o baja de acidez en el agua lluvia.

Figura 36. La acidez en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda



FUENTE: Las autoras

Figura 37. La acidez en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva



FUENTE: Las autoras

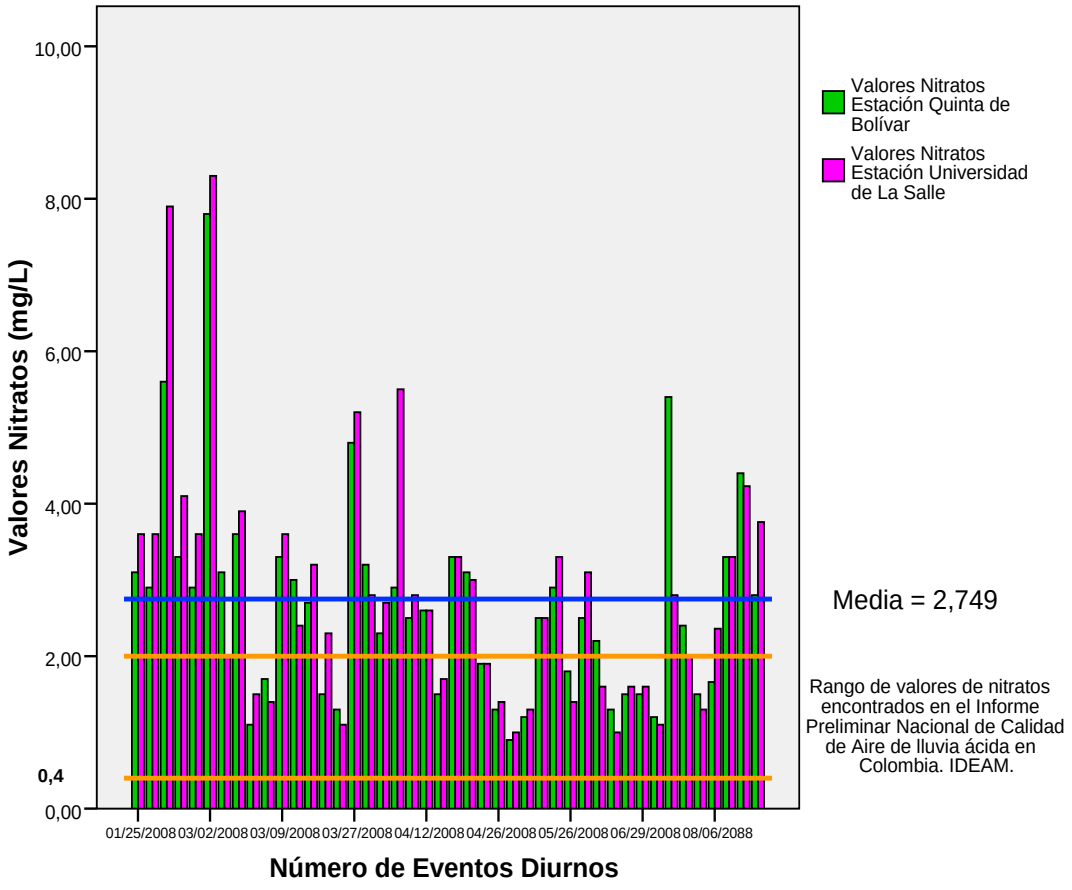
➢ Comportamiento de la concentración de Nitratos

Para el análisis de este parámetro químico que indica la presencia de gases de nitrógeno (óxidos de nitrógeno), en la atmosfera, fue importante destacar el trabajo realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el cual describe un monitoreo realizado por dicha entidad en los años 2001 a 2006 a nivel nacional para evaluar el comportamiento de la calidad de aire específicamente en el tema de lluvia ácida.

En este informe se registran valores de nitratos de 0.4 mg/L – 2.0 mg/L, cuando hay acidez en la lluvia, por ende estos valores se utilizaron como referencia para la descripción del comportamiento de los datos obtenidos. En la figura 38, se evidencia el comportamiento de la concentración de Nitratos para las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle. Para la primera se destaca que el

36.36% de los eventos registrados se ubican dentro del rango obtenido en el informe del IDEAM, es decir que en estos eventos se presentó una acidez moderada en la lluvia; el 63.63% de los eventos restantes muestran valores mayores a los que registró en su momento el IDEAM en el monitoreo nacional.

Figura 38. La concentración de Nitratos en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle

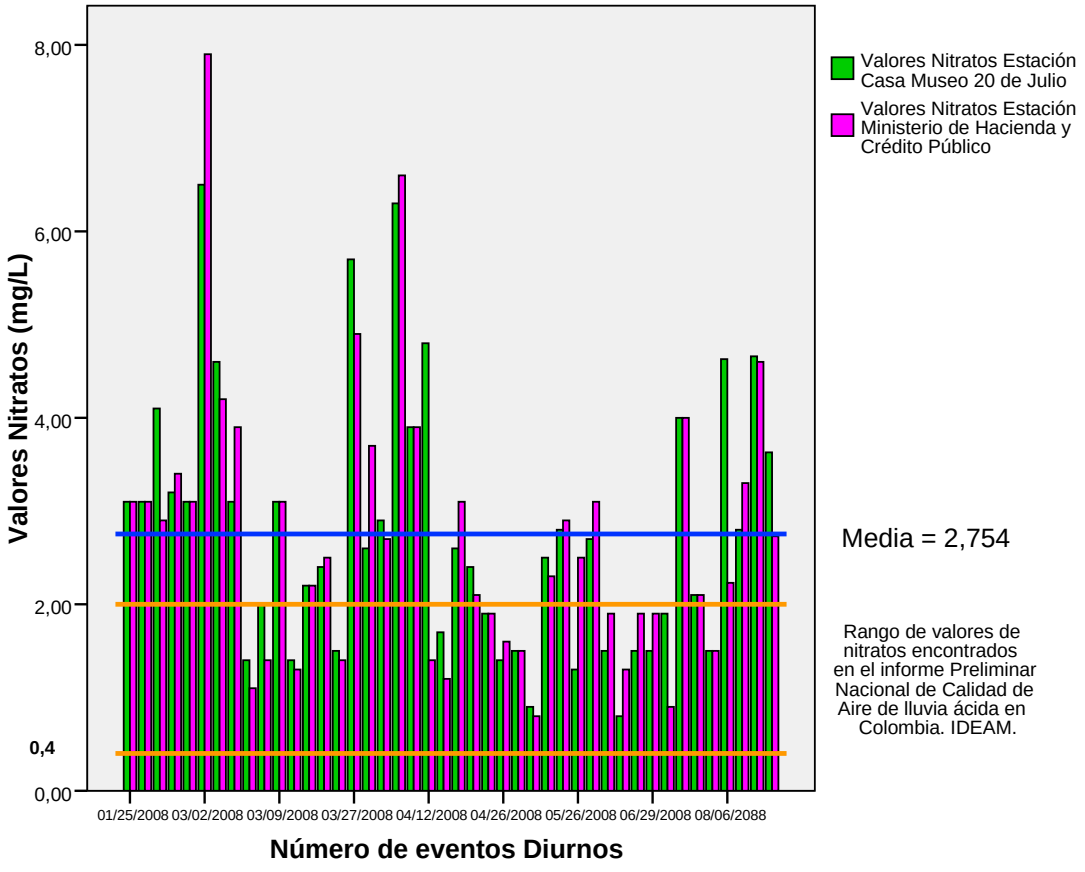


FUENTE: Las autoras

Para la estación de la Universidad de La Salle, el 36.36% corresponde a los eventos que se ubican en el rango establecido por el IDEAM, presentando valores moderados de acidez en el agua lluvia analizada y el 63.63% corresponden a valores mayores a los obtenidos por el IDEAM. En general con los valores alcanzados se pudo establecer que efectivamente hay acidez en el agua lluvia de la localidad de La Candelaria, esto se puede constatar con las condiciones climáticas de la zona de estudio, el pH y principalmente con la concentración de nitratos, ya que se supera el rango de referencia hasta con valores alrededor de los 8 mg/L para estas dos estaciones.

En la figura 39 se destaca el comportamiento de la concentración de nitratos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda. Para los dos casos, el 36.36% de los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por el IDEAM y el porcentaje restante registró valores mayores de 2 mg/L y cercanos a 8 mg/L con respecto a los rangos de referencia consignados en el informe preliminar nacional de calidad de aire de lluvia ácida en Colombia. Esto quiere decir, que la mayoría de las muestras analizadas se registran valores muy altos de acidez.

Figura 39. La concentración de Nitratos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda

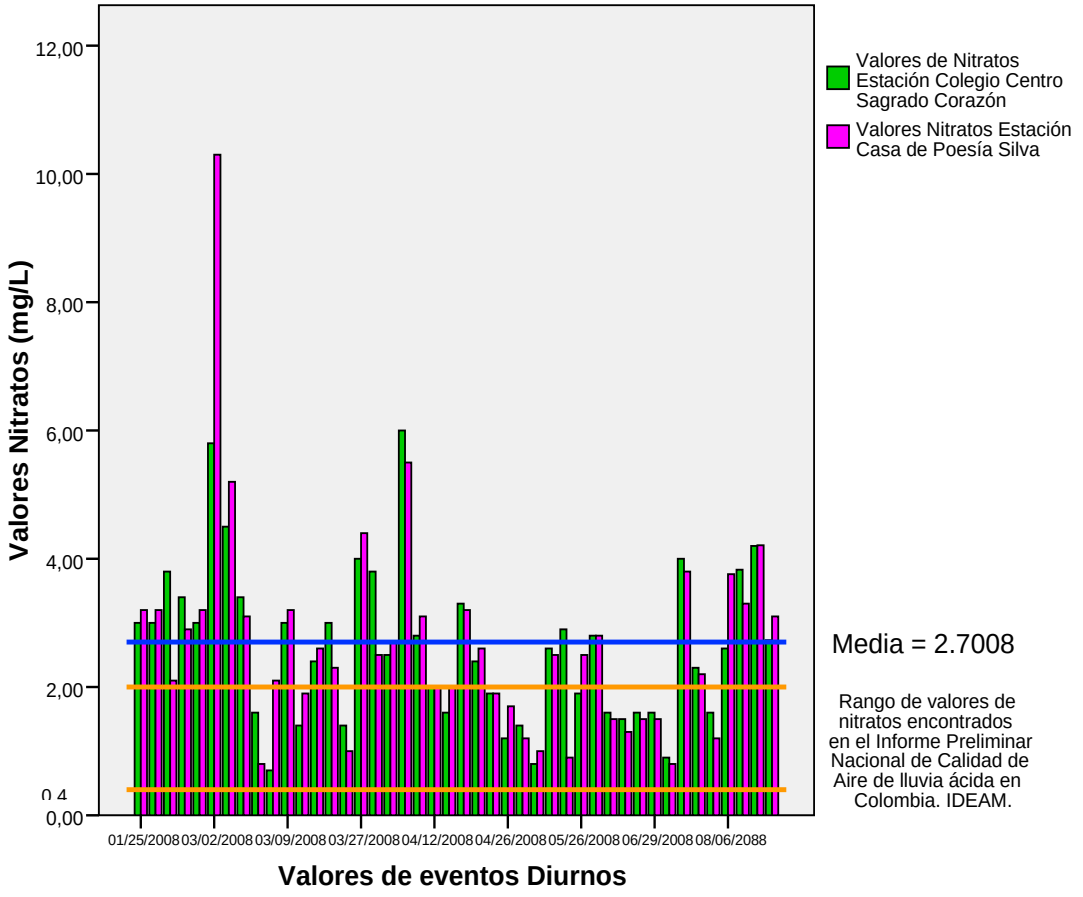


FUENTE: Las autoras

En la figura 40 se observa el comportamiento de nitratos en las estaciones Colegio Centro sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva, la primera registró que el 38.63% de los datos se ubican en el rango establecido en el informe del IDEAM el porcentaje restante corresponde a los valores de mayor concentración respecto a los obtenidos por el IDEAM. Para la Casa de Poesía Silva se tiene que el 36.36% de los datos corresponden al rango de valores establecido como referencia y el

63.63% restante son de los eventos donde la concentración de nitratos fue mayor a 2.0 mg/L, siendo el máximo de concentración superior a los 10 mg/L.

Figura 40. La concentración de Nitratos en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva



FUENTE: Las autoras

El comportamiento de la concentración de nitratos se comparó con valores típicos ya registrados en otros estudios. Teniendo esta información se puede afirmar que en la época de tiempo seco o de pocas lluvias los niveles de nitratos aumentan y sobrepasan los límites de referencia establecidos en el estudio, esto se debe a que la acumulación de contaminantes se hace mayor por la falta de lavado atmosférico. La anterior situación se registró principalmente en los meses de enero y febrero con valores alrededor de 6 a 10 mg/L.

Para los meses lluviosos (parte de marzo, abril, mayo y junio) se tiene que las concentraciones de nitratos están dentro del rango de 0.4 mg/L a 2.0 mg/L, y para

los meses de transición donde se presentan lluvias cortas y prolongadas ocurre el mismo comportamiento, esto quiere decir que la atmosfera está más limpia.

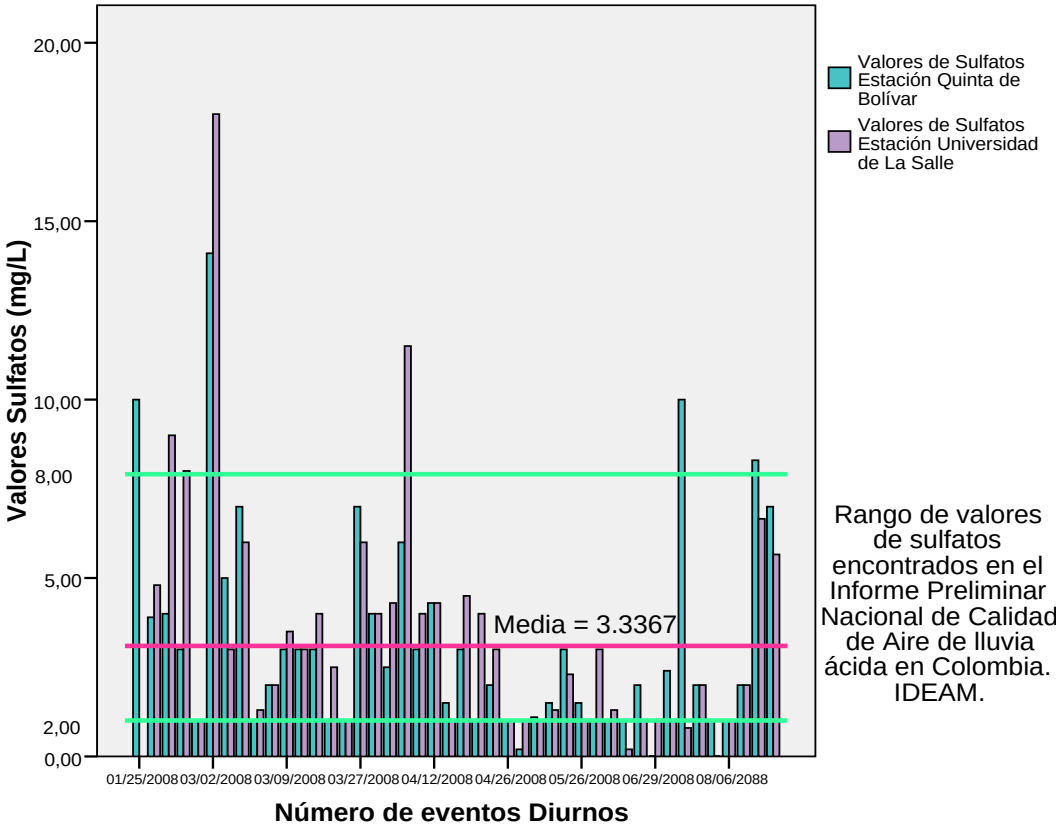
- **Comportamiento de la concentración de sulfatos**

Para el análisis de este parámetro químico que indica la presencia de gases de azufre (óxidos de azufre) en la atmosfera, se tiene como referencia el documento ya citado y realizado por el IDEAM, para este caso los valores de referencia están en el rango de 2.0mg/L a 8.0mg/L.

En la figura 41, se observa el comportamiento obtenido en la concentración de sulfatos para la estación Quinta de Bolívar y la Universidad de La Salle, para la primera se tiene que el 52.27% de los valores de sulfatos están dentro del rango establecido por el IDEAM, es decir que la acidez presentada en las muestras analizadas es moderada; el 38.63% corresponde a valores menores a 2.0mg/L, tendiendo a valores con una acidez ligera o normal para el agua lluvia y el 9.09% corresponde a valores mayores a 8.0mg/L, con valores de acidez muy altos

Para la estación de la Universidad de La Salle, el 52.27% de los eventos arrojó valores que están en el rango establecido en el informe del IDEAM, el 38.63% de los valores son menores a 2.0mg/L y el 6.81% presentó valores mayores a 8.0mg/L. Este comportamiento afirma que para las dos estaciones se presentaron valores moderados de acidez en el agua lluvia analizada.

Figura 41. La concentración de Sulfatos en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle

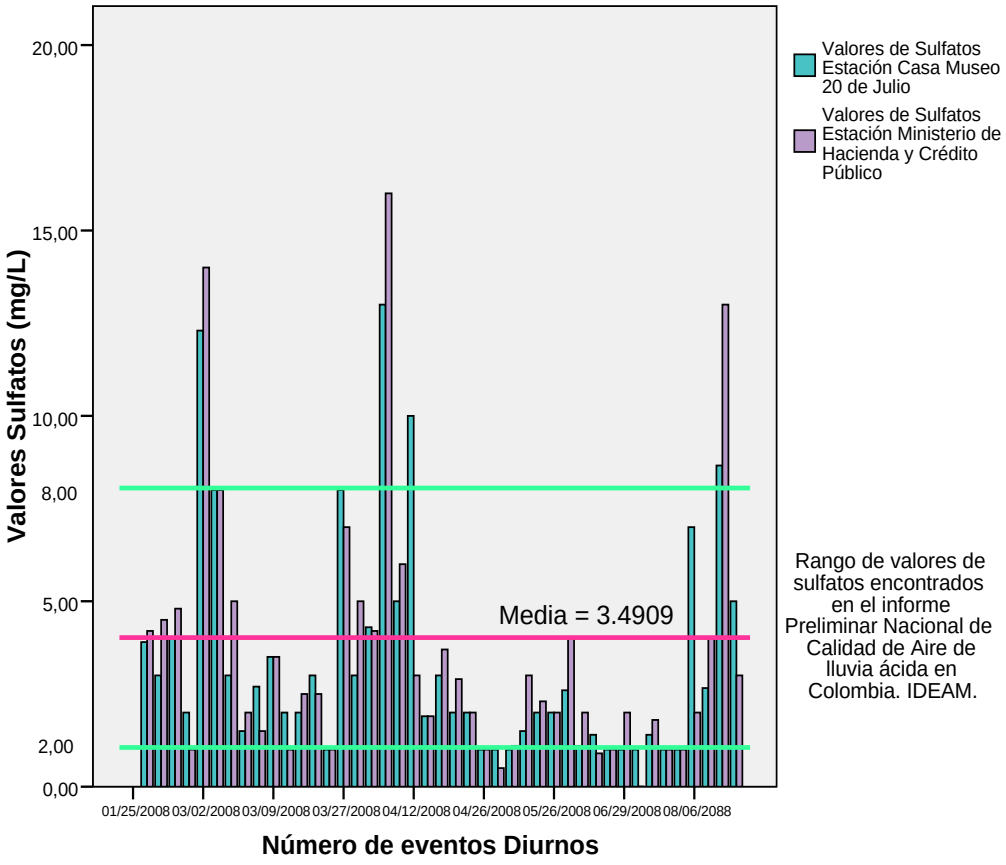


FUENTE: Las autoras

En la figura 42, se muestra el comportamiento de los sulfatos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda. Para la primera se tiene que el 54.54% de los valores están en el rango obtenido en el informe del IDEAM, utilizado como referencia para este estudio, es decir que los eventos analizados presentaron una acidez moderada; el 34.09% de los valores obtenidos son menores a 2.0mg/L, con una acidez ligera o normal para el agua lluvia analizada y el 9.09% de los valores obtenidos son mayores a 8.0mg/L, considerando que estas concentraciones generan contenidos de acidez muy altos.

Para la estación del ministerio se tiene que el 59.09% de los valores obtenidos se ubican en el rango definido como referencia para el estudio, el 31.81% de los valores son menores a 2.0mg/L y el 6.81% de los valores son mayores a 8.0mg/L. Entre las dos estaciones se afirma que los eventos analizados presentan valores moderados de acidez.

Figura 42. La concentración de Sulfatos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda

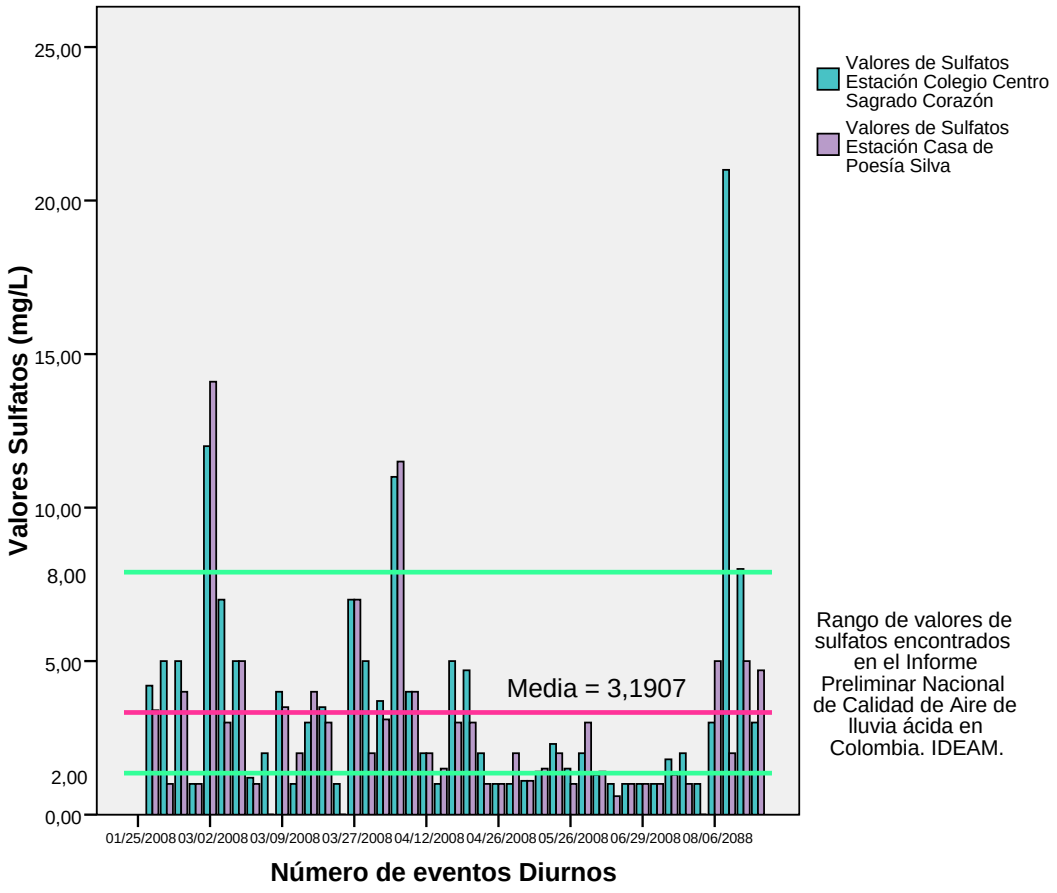


FUENTE: Las autoras

En la figura 43 se presenta el comportamiento en la concentración de sulfatos para las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva, para el colegio se tiene que el 52.27% de los valores obtenidos se ubican dentro del rango establecido como referencia para el estudio, con valores de acidez moderada; el 38.63% de los valores son menores a 2.0mg/L y el 6.81% de los valores son mayores a 8.0mg/L.

Para la estación Casa de Poesía Silva el 50% de los valores están dentro del rango tomado como referencia para el estudio, el 43.18% de los valores arrojados son menores a 2.0mg/L y el 4.54% de los valores presentados son mayores a 8.0mg/L. Para los estaciones se afirma que la mayoría de los eventos analizados registraron concentraciones que se ubican en el rango de referencia, lo cual determina una acidez moderada en la lluvia.

Figura 43. La concentración de Sulfatos en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva



FUENTE: Las autoras

El comportamiento de la concentración de los sulfatos es similar a la de la concentración de los nitratos, teniendo para los meses secos o de pocas lluvias valores mayores de 2.0mg/L, para los meses lluviosos y de transición valores menores a 2.0mg/L, también se presentó valores mayores a 10mg/L, donde se registró que esas muestras contenían grandes cantidades de sólidos suspendidos en el agua.

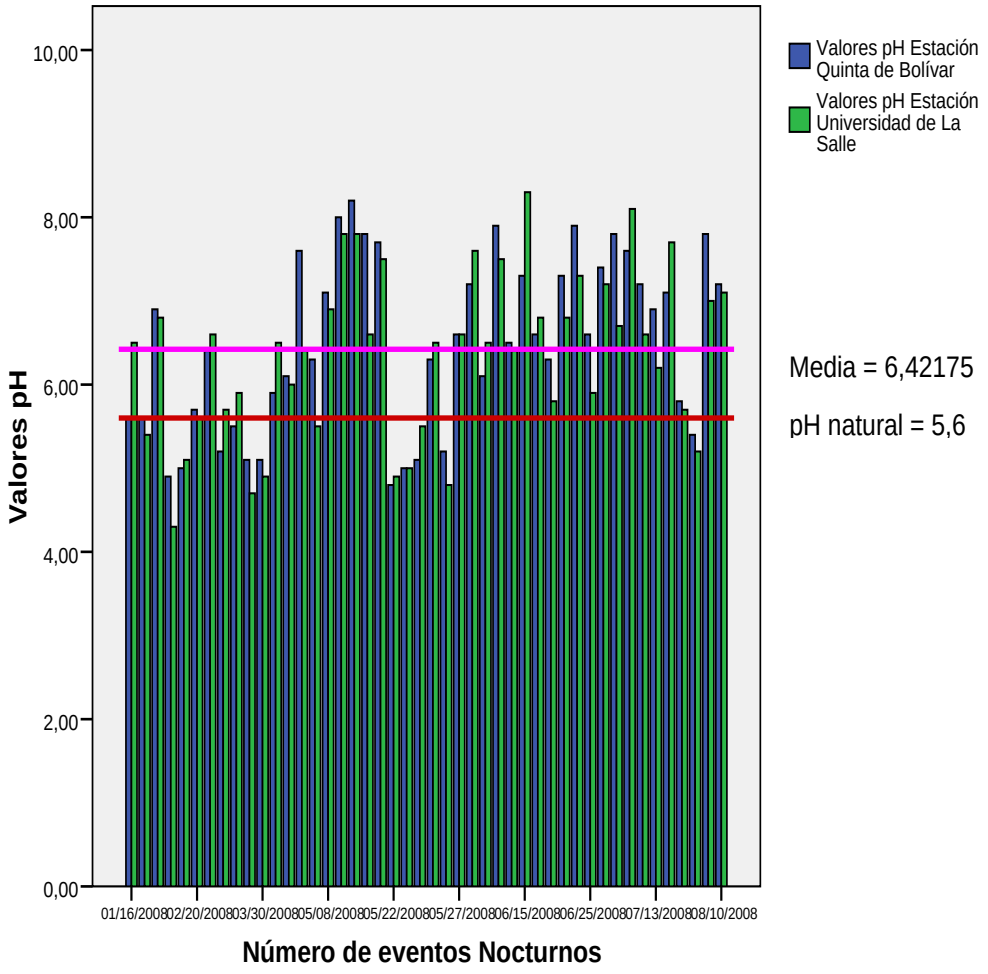
Con base en los resultados obtenidos se afirma que la concentración de nitratos tiene mayor incidencia, ya que en todas las estaciones se registraron valores mayores 2.0mg/L, superior al rango establecido como referencia, mientras que para la concentración de sulfatos en todas las estaciones se presentaron porcentajes entre el 50 al 59.09% que indican que la mayoría de los eventos analizados están en el rango de referencia de 2,0 mg/L a 8 mg/L. Por lo anterior se comprueba la teoría investigada, en donde se plantea que los NOx son más significativos que los SOx, debido a que sus conversiones son más rápidas.

4.2.2 Eventos Nocturnos

➢ **Comportamiento del pH**

Los valores registrados en las estaciones monitoreadas se comparan con el valor típico de pH cuando éste alcanza un grado de acidez normal para el agua lluvia, que es 5.6 Unidades.

Figura 44. El pH en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle



Fuente: Las autoras

En la figura 44 podemos apreciar el comportamiento del pH en los eventos de precipitación registrados en la jornada nocturna. De los 46 eventos registrados en cada estación, se pudo establecer que: en la Quinta de Bolívar, 13 eventos corresponden a pH menores o iguales a 5.6, es decir que un 28.26% de los datos evidencian una acidez moderada en el agua lluvia: 15 eventos registraron valores mayores a 5,6 y menores a 7,0, es decir que un 32.60% de los eventos obtuvieron

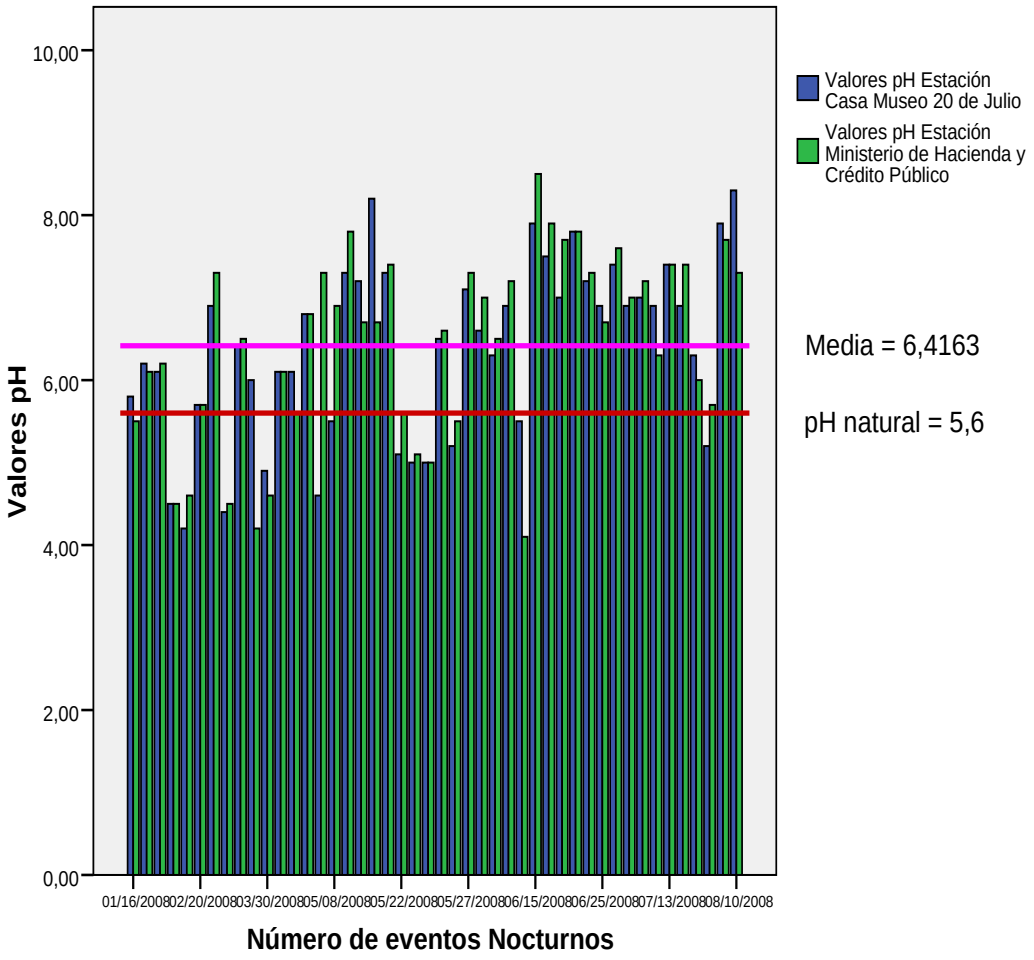
en las mediciones de pH una ligera presencia de acidez en las muestra de agua lluvia y el 39.13% de los eventos totales registrados presentaron valores que tienden a ser básicos.

Para el caso de la Universidad de La Salle se registró que el 26.08%, es decir 12 eventos tienen valores menores a 5.6 y la acidez del agua lluvia analizada es moderada; el 50% de los eventos se ubican en el rango de 5.6 a 7.0 Unidades en la escala de pH, es decir que de los valores obtenidos registran una ligera acidez que es normal en el agua lluvia. El 23.91% se ubican los eventos restantes, es decir que de los datos totales 11 corresponden a valores cercanos a la escala de pH básica.

En la figura 45 se registran valores de pH para las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda y Crédito Público, para la primera se tiene que el 28.26% de los eventos presentan valores menores a 5.6, es decir que la acidez en el agua lluvia analizada es moderada; el 43.48% de los eventos están ubicados en el rango de 5.6 a 7.0 unidades, es decir que son eventos con comportamiento ligeramente ácido y el 28.26% de los eventos restantes obtuvieron un pH básico o neutro.

Para el ministerio se registró que el 26.08%, es decir 12 eventos tienen valores menores o iguales a 5.6 con una acidez moderada en el agua lluvia analizada; el 36.95% de los eventos se ubican en el rango de 5.6 a 7.0 Unidades en la escala de pH, es decir se registra una acidez ligera o normal para el agua lluvia. El 36.95% de los eventos restantes se ubican, cercanos a la escala de pH básica.

Figura 45. El pH en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda

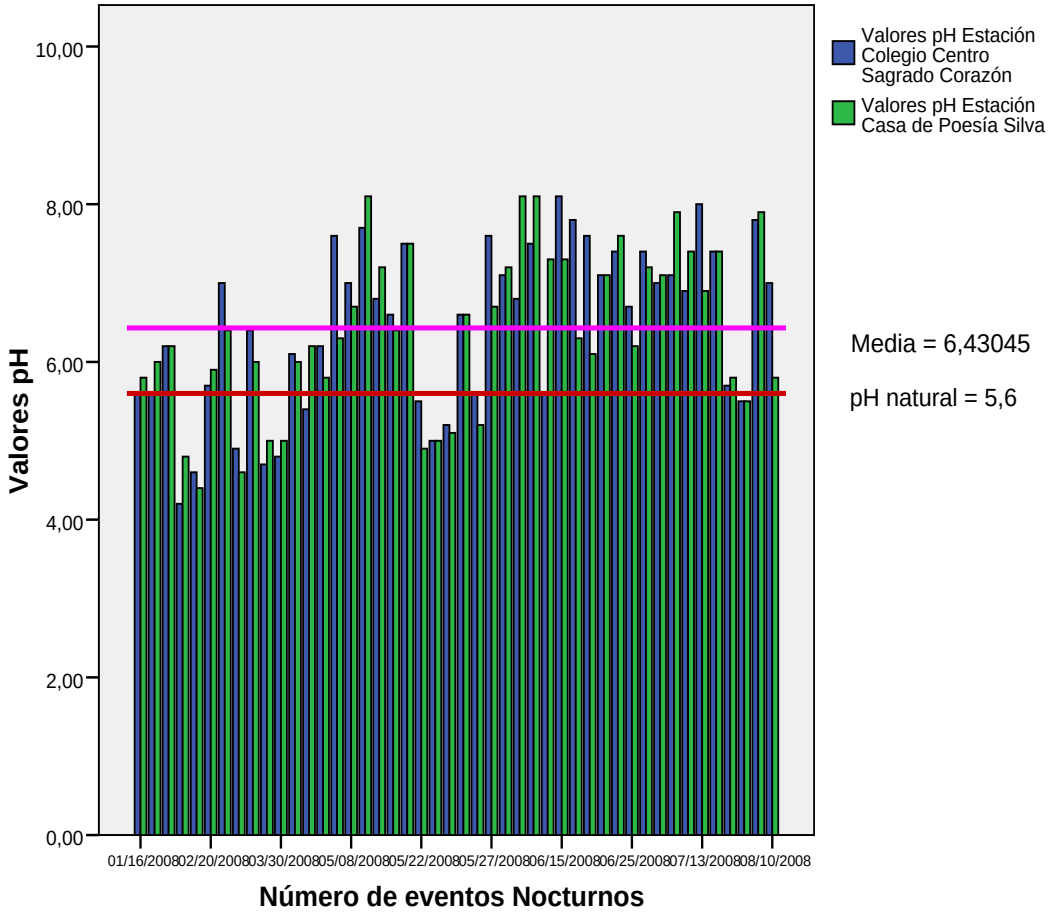


Fuente: Las autoras

En la figura 46 se presentan los resultados obtenidos de pH para las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva, teniendo para la primera que el 30.43% de los eventos presentaron valores menores a 5.6, o con una acidez moderada; el 34.78% de los eventos registrados se ubican en el rango de 5.6 a 7.0 unidades en la escala de pH, es decir que estas precipitaciones son ligeramente ácidas y el 34.78% de los eventos restantes corresponden a los valores mayores a 7.0, es decir que las precipitaciones efectuadas tienden a la basicidad.

Para la Casa de Poesía Silva se registró que el 21.73%, es decir 10 eventos tienen valores menores o iguales a 5.6 y presentan una acidez moderada; el 43.47% de los eventos se ubican en el rango de 5.6 a 7.0 Unidades en la escala de pH, es decir se registra una ligera acidez que es normal para el agua lluvia. El 34.78% de los eventos restantes se ubican, cercanos a la escala de pH básica.

Figura 46. El pH en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía



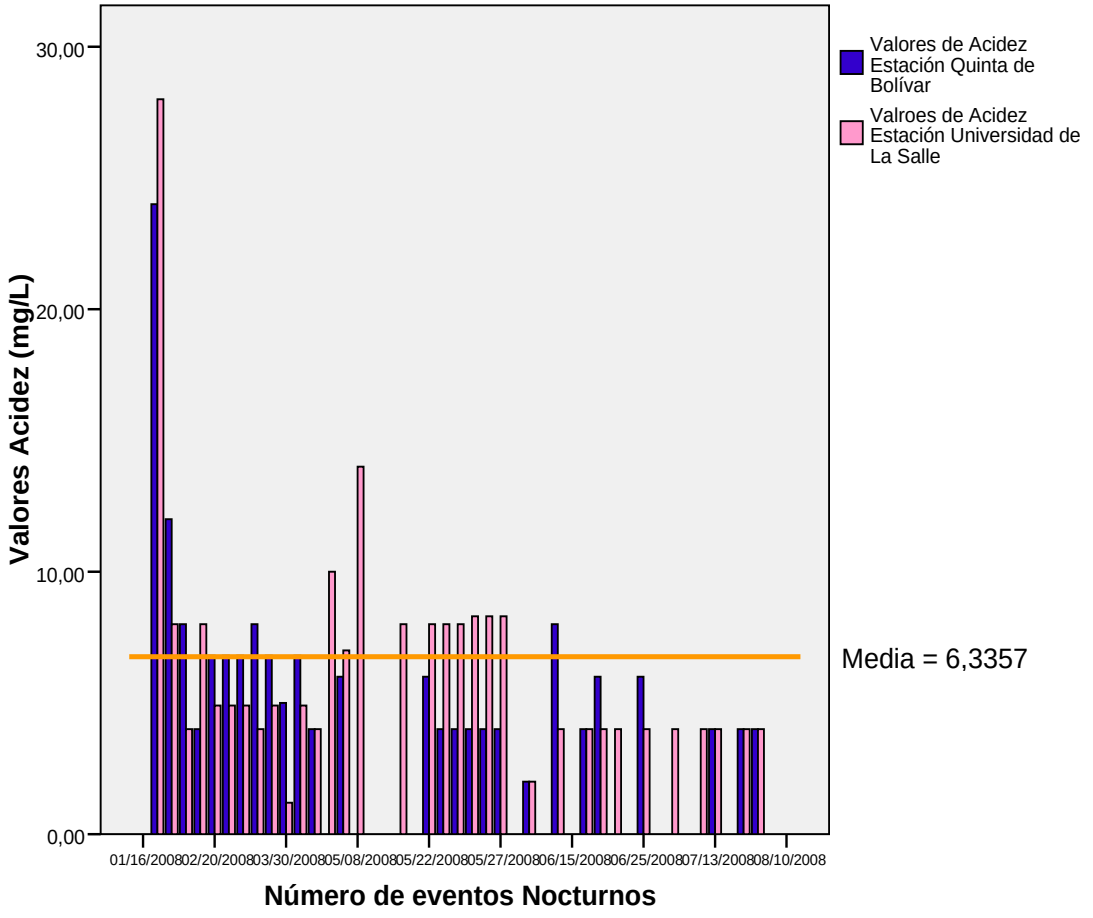
Fuente: Las autoras

El comportamiento nocturno del pH para los meses secos (enero y febrero) es ácido para la mayoría de los eventos de precipitación registrados, para los meses lluviosos se presentan valores ácidos a mediados del mes de mayo y ligeramente ácidos, en el resto de la temporada lluviosa debido al comportamiento climático, donde se presentan gran cantidad de precipitación esto hace que el pH aumente, ya que la atmosfera está más limpia, pero lo que pasa en mayo se puede argumentar en la estabilidad atmosférica existente, donde hay gran nubosidad y pocos vientos, lo que genera gran afluencia de los contaminantes provenientes de las fuentes móviles (óxidos de nitrógeno y azufre). El mismo comportamiento ocurre para los meses de transición solo que los vientos se presentan en mayor proporción que en la época lluviosa.

Al igual que en los eventos diurnos, de acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que la presencia de acidez en el agua lluvia, es ligera, ya que en todas las estaciones predominan los valores de pH entre 5,6 y 7,0 unidades.

- **Comportamiento de la acidez**

Figura 47. La acidez en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle

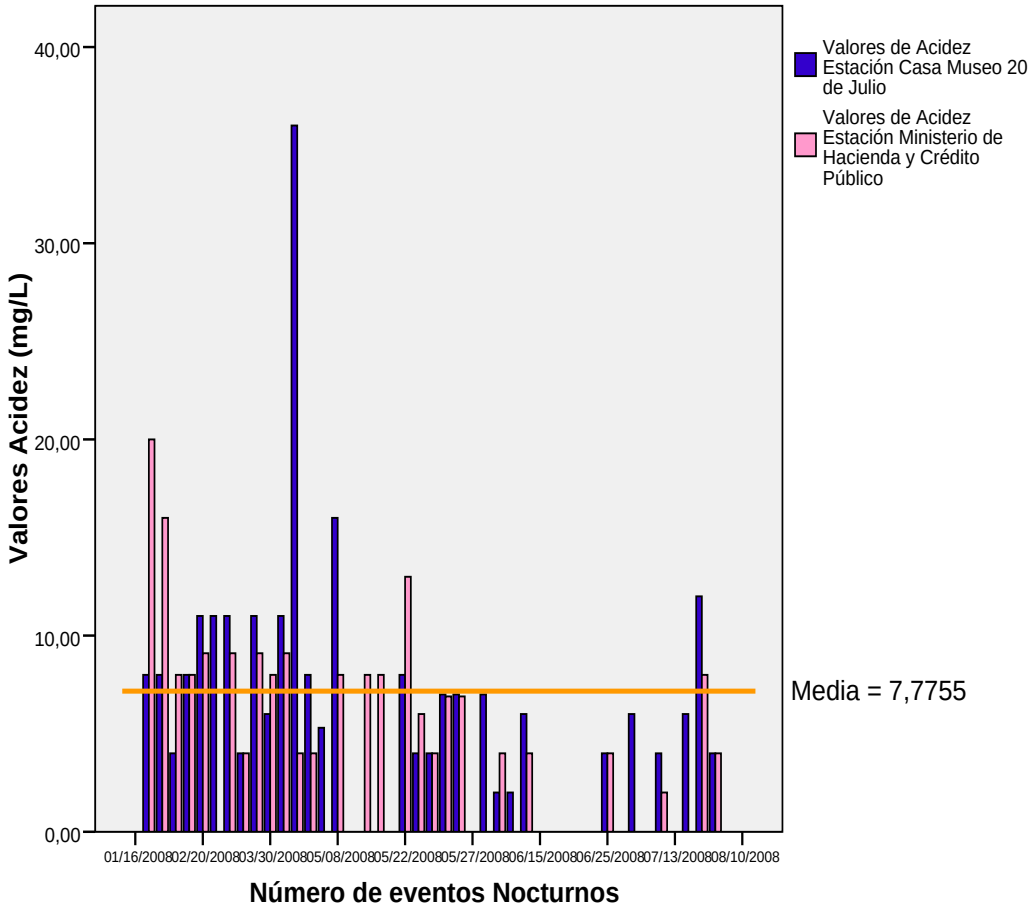


Fuente: Las autoras

El comportamiento de la acidez para los eventos nocturnos es similar a la de los eventos diurnos, este parámetro matemático indica cual es la capacidad que tienen las muestras recolectadas para neutralizar bases a partir de un pH ácido, mostrado en el monitoreo; nuevamente se recalca que para las muestras que obtuvieron pH mayores a 7.0, no se realizó el análisis respectivo. Este comportamiento se puede observar en los meses donde la precipitación es mayor, es decir las épocas lluviosas y en los meses de transición, donde la predominancia de los vientos permite que la atmosfera este más limpia, los valores de pH

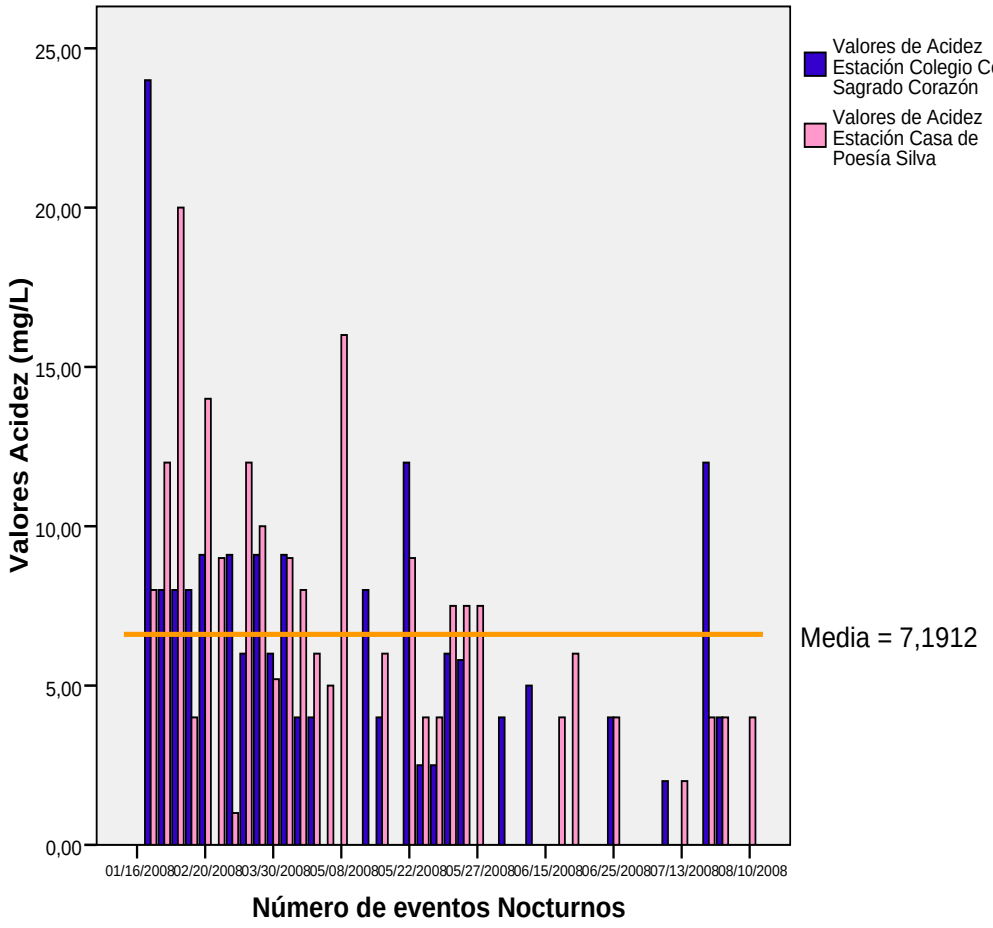
asciendan a más de 7.0 unidades. En las figuras 47, 48 y 49, se observa el comportamiento de este parámetro.

Figura 48. La acidez en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda



Fuente: Las autoras

Figura 49. La acidez en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva

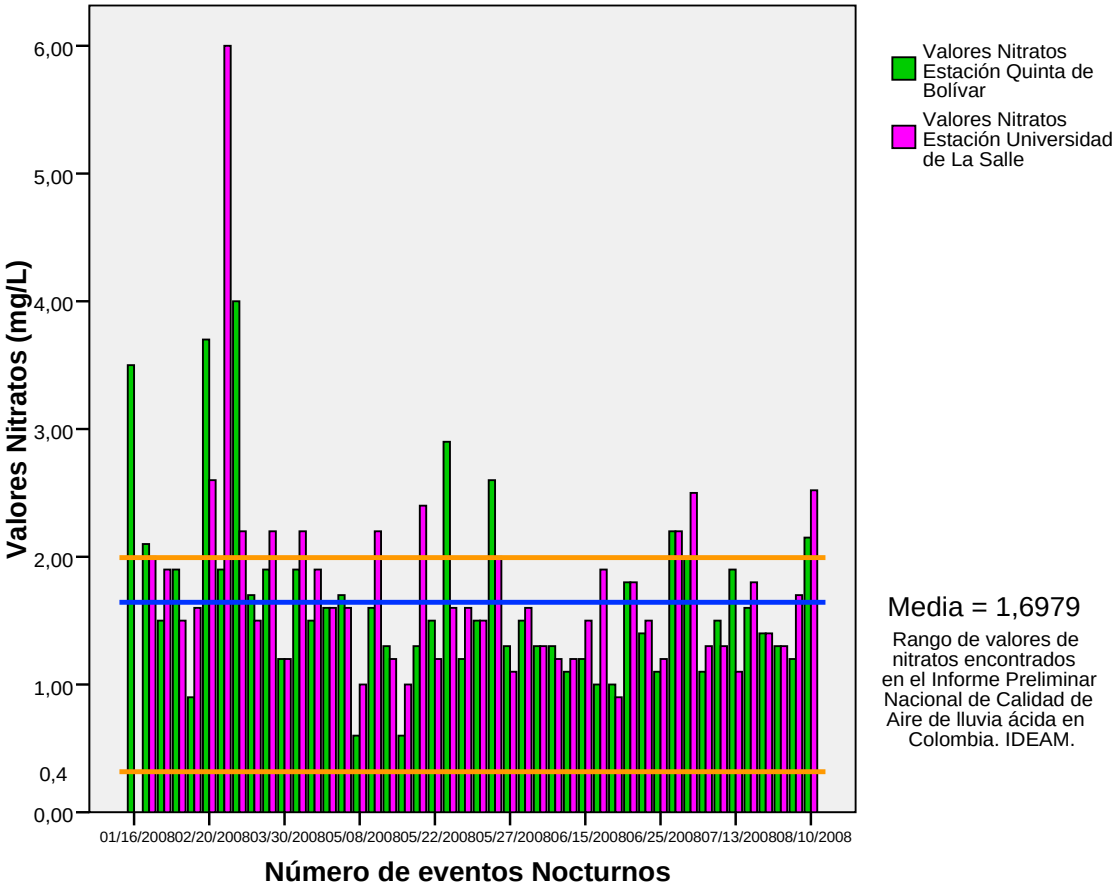


Fuente: Las autoras

➢ Comportamiento de la concentración de Nitratos

Como se explicó para los eventos diurnos, en el diagnostico se tomaron como referencia los datos arrojados en el Informe Preliminar del IDEAM, tanto para nitratos como para sulfatos. Como se muestra en la figura 50, para la estación Quinta de Bolívar, el 82.60% de los eventos registrados se ubican en el rango establecido en el informe del IDEAM, es decir que las muestras analizadas contienen una acidez moderada y el 17.39% de los eventos restantes arrojaron valores mayores a 2.0mg/L. Para la estación de la Universidad de La Salle, el 76,08% de los eventos muestran valores de 0.4mg/L a 2.0mg/L, con una acidez moderada y el 21.73% de los eventos restantes tienen valores mayores a las concentraciones de referencia.

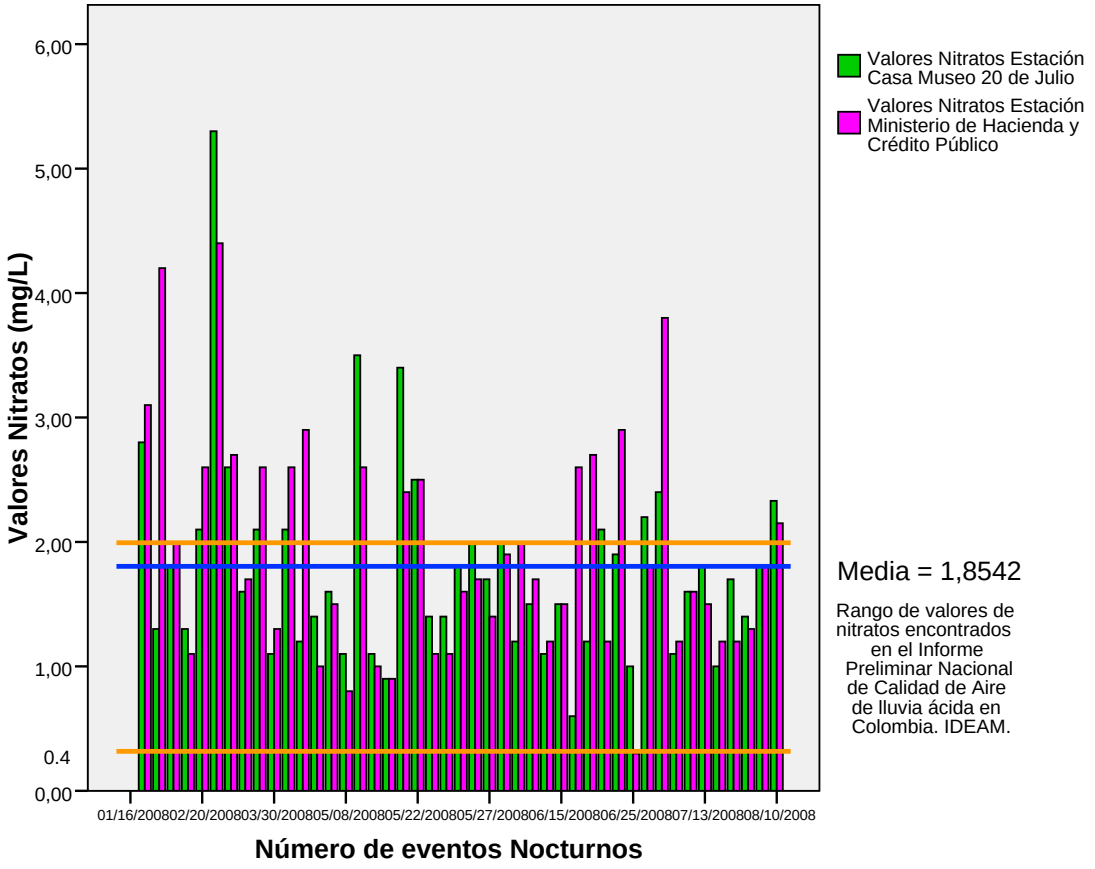
Figura 50. La concentración de nitratos en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle



Fuente: Las autoras

En la figura 51 se presenta el comportamiento de la concentración de nitratos para las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda y Crédito Público, para la primera se tiene que el 71,74% de los eventos tienen valores entre 0.4 mg/L a 2.0 mg/L, es decir con una acidez moderada y el 26,1% de los eventos muestran valores mayores a los establecidos como referencia, con una acidez muy alta. Para el ministerio se tiene que el 63,04% de los eventos presentaron valores entre 0.4 mg/L a 2.0 mg/L y el 34,78% de los eventos restantes arrojaron valores mayores a 2.0 mg/L. De las dos estaciones se afirma que los eventos registrados mostraron una acidez moderada.

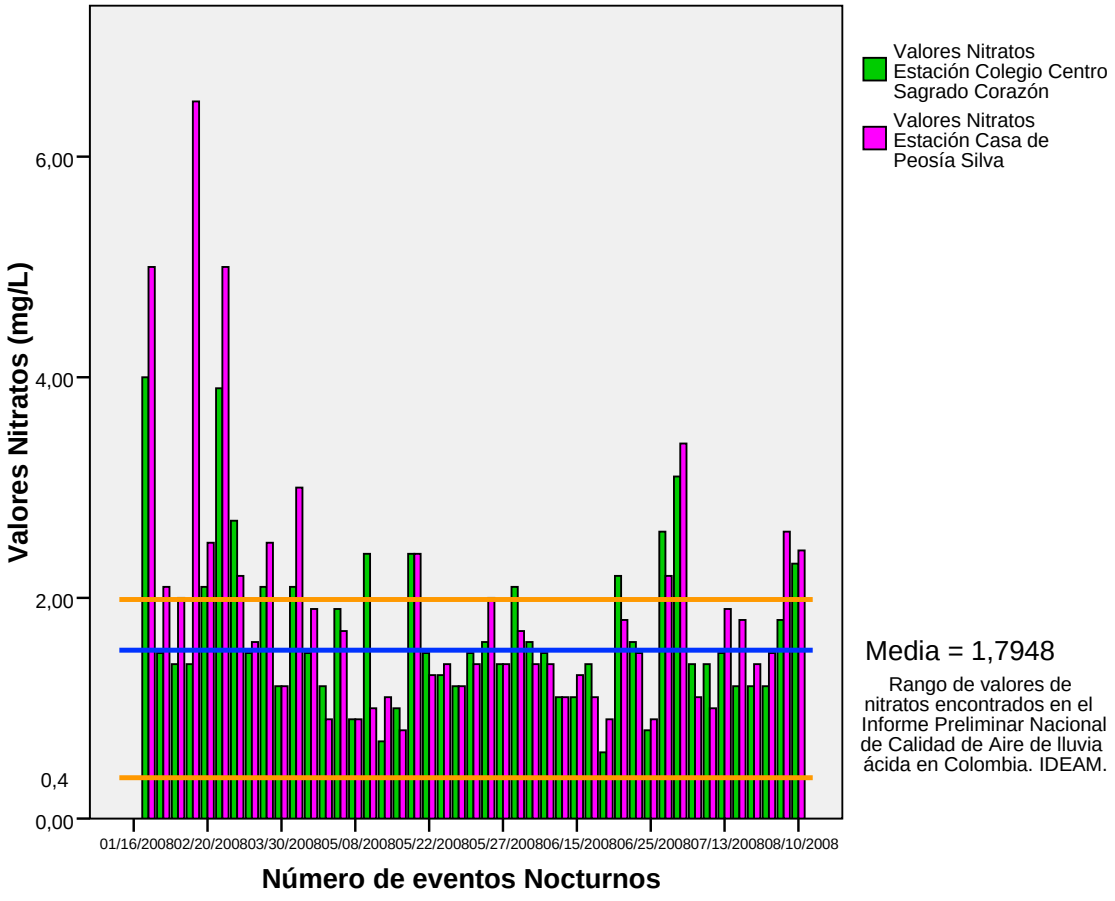
Figura 51. La concentración de nitratos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda y Crédito Público



Fuente: Las autoras

Para la estación Colegio Centro Sagrado Corazón se tiene que el 69,56% de los eventos registrados presentan valores que se establecieron como referencia del informe del IDEAM y tienen una acidez moderada; el 28,26% de los eventos restantes presentaron valores mayores a 2.0mg/L. Para la Casa de Poesía Silva se tiene que el 69,56% de los eventos están dentro del rango establecido como referencia y el 28,26% de los eventos restantes presentaron valores mayores a 2.0mg/L. El comportamiento de la concentración de nitratos para las dos estaciones se puede apreciar en la figura 52.

Figura 52. La concentración de nitratos en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva



Fuente: Las autoras

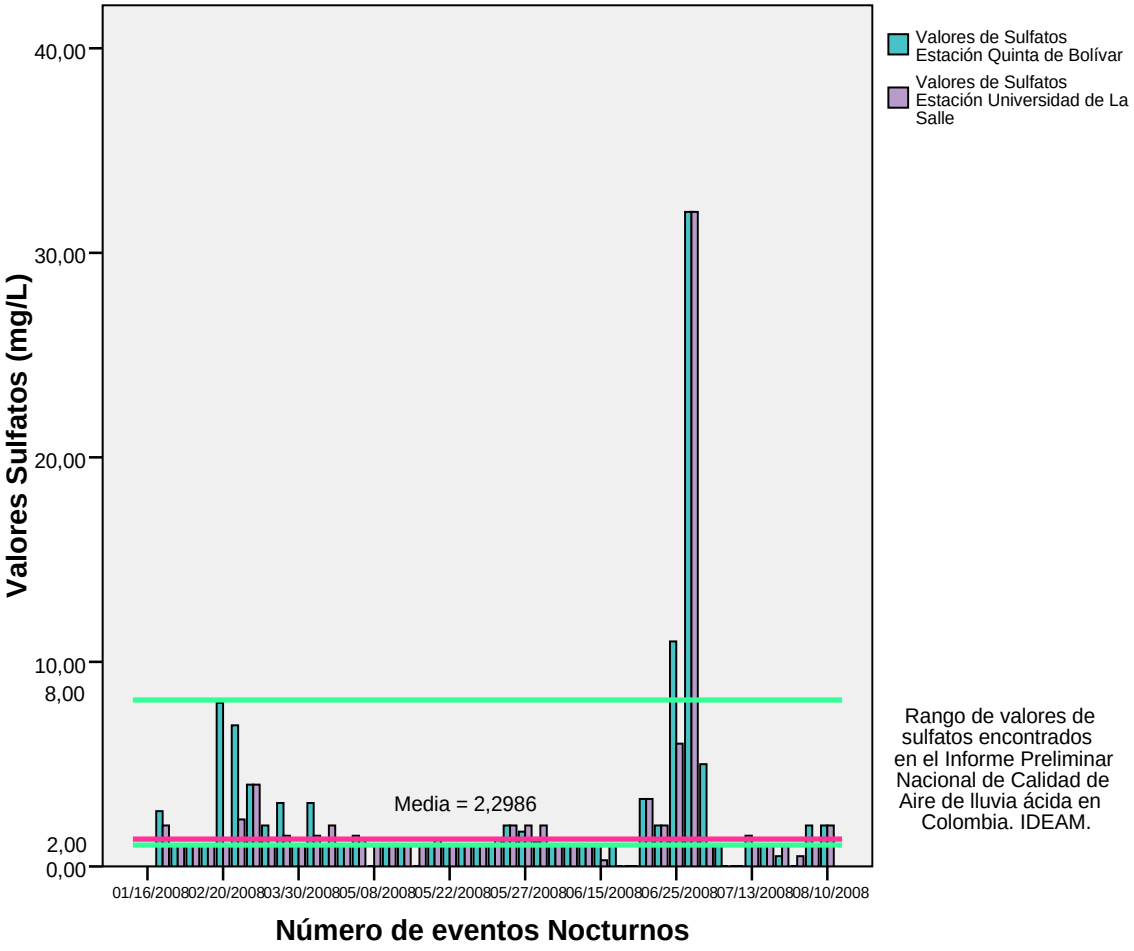
Para los meses secos (enero y febrero) se presenta los valores de nitratos más altos entre 2 mg/L a 7 mg/L aproximadamente, ya que las pocas precipitaciones contienen más contaminación. Para los meses lluviosos las concentraciones de nitratos son moderados teniendo en cuenta la referencia establecida por el Informe del IDEAM. Para los meses de transición ocurre lo mismo que la época invernal. En general para los eventos diurnos y nocturnos la presencia de acidez por concentración de nitratos se hace evidente en un alto porcentaje, el cual es superior para los eventos diurnos que para los nocturnos, lo que se relaciona que durante el día existe mayor flujo vehicular y carga contaminante.

- **Comportamiento de la concentración de sulfatos**

Al igual que los eventos diurnos, para los eventos nocturnos se tomaron como valores de referencia los del Informe del IDEAM. Como se observa en la figura 53 la estación Quinta de Bolívar tiene que el 28.26% de los eventos registrados están

en el rango estimado como referencia del estudio, es decir con una acidez moderada; el 65.22% de los eventos son menores a 2.0mg/L y el 4.34% de los eventos arrojaron valores mayores a 8.0mg/L, estos casos se presentaron debido a que la muestra de agua lluvia recolectada presentó gran cantidad de sólidos suspendidos y algunos insectos.

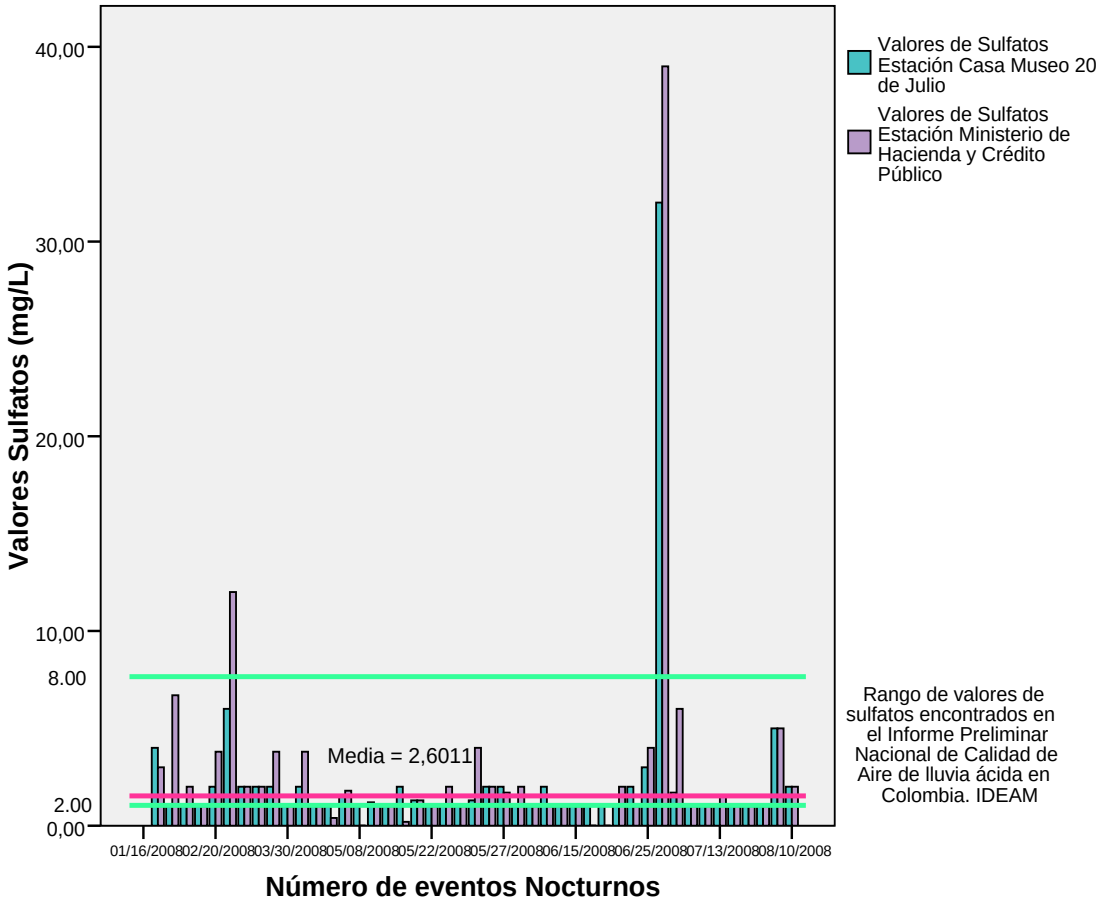
Figura 53. La concentración de sulfatos en las estaciones Quinta de Bolívar y Universidad de La Salle



Fuente: Las autoras

Para la Universidad de La Salle se tiene que el 23.91% de los eventos registrados presentaron valores entre 2.0mg/L a 8.0mg/L, acordes con los indicados en el informe del IDEAM, con una acidez moderada; el 71.74% de los eventos registró concentraciones menores a 2.0mg/L y el 2.17% de los eventos registró valores mayores a 8.0mg/L, esto debido a las impurezas presentadas en algunas muestras.

Figura 54. La concentración de sulfatos en las estaciones Casa Museo 20 de Julio y Ministerio de Hacienda

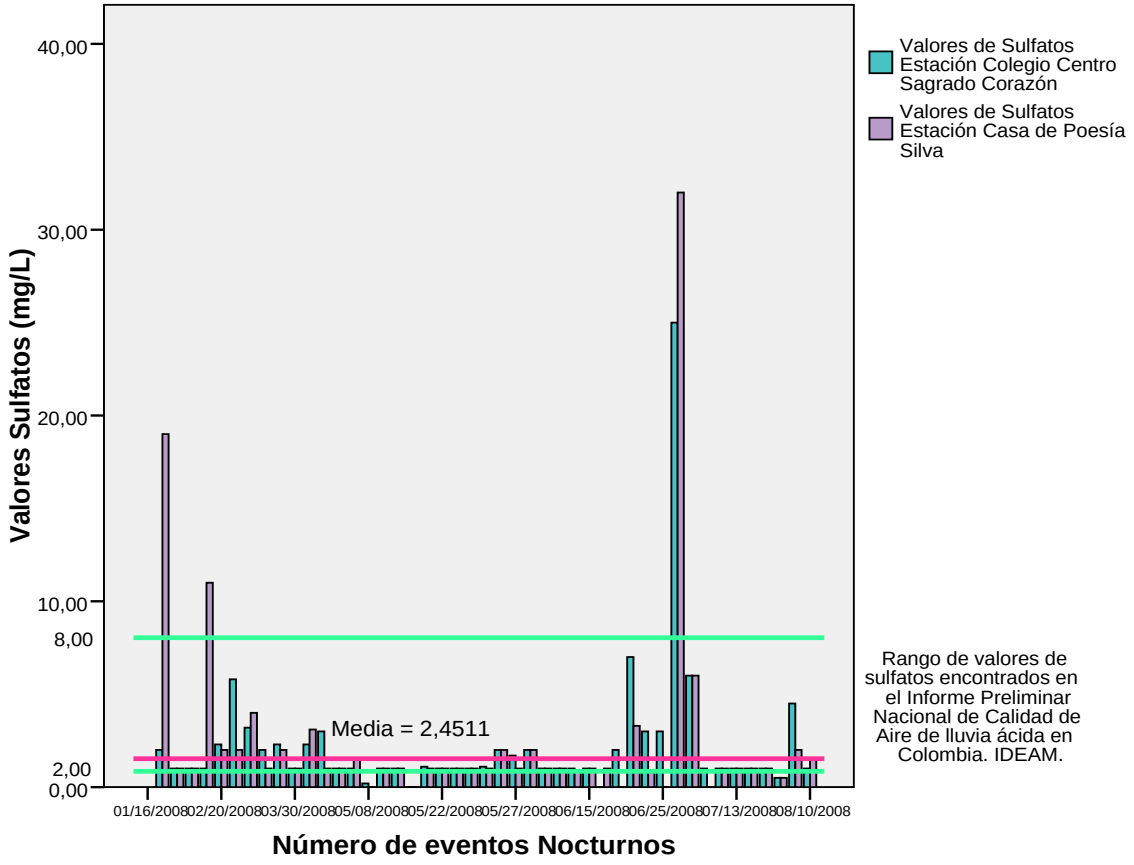


Fuente: Las autoras

Para la estación Casa Museo 20 de Julio se tiene que el 32.60% de los eventos registrados están dentro del rango establecido como referencia (2.0mg/L-8.0mg/L), el 63.04% de los eventos tienen concentraciones menores a 2.0mg/L y el 2.17% de los eventos restantes presentaron valores mayores a 8.0mg/L, debido a la gran cantidad de sólidos suspendidos presentados en las muestras de agua lluvia.

Para el ministerio de Hacienda se tiene que el 36.95% de los eventos presentaron concentraciones entre 2.0mg/L y 8.0mg/L, el 56.52% de los eventos registrados tienen valores menores a 2.0mg/L y el 4.34% de los eventos restantes presentaron concentraciones mayores a 8.0mg/L, debido a las impurezas encontradas en las muestras recolectadas. Para mayor comprensión los resultados se muestran en la figura 54.

Figura 55. Comportamiento de la concentración de sulfatos en las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de Poesía Silva



Fuente: Las autoras

En la figura 55 se presentan los resultados obtenidos en la concentración de sulfatos para las estaciones Colegio Centro Sagrado Corazón y Casa de poesía Silva, la primera establece que el 34.78% de los eventos registrados las concentraciones de sulfatos están entre 2.0mg/L y 8.0mg/L, el 60.87% de los eventos presentó concentraciones menores a 2.0mg/L y el 2.17% presentó valores mayores a 8.0mg/L. Para la ultima estación se tiene que el 21.74% de los eventos presentó valores entre 2.0–8.0mg/L, el 69,56% de los eventos registró concentraciones menores a 2.0mg/L y el 6.52%de los eventos registró valores por encima de 8.0mg/L.

Para el comportamiento de la concentración de sulfatos se pudo concluir que las concentraciones mayores se presentaron en los meses secos o de pocas lluvias, es decir en los meses de enero y febrero, en algunos días de la temporada de lluvias se presentó el mismo comportamiento y para el resto de la temporada lluviosa las concentraciones de sulfatos disminuyeron posiblemente sin efectos perjudiciales, teniendo la referencia del informe del IDEAM, donde aclara que la

presencia de acidez en la lluvia son para las concentraciones entre 2.0 a 8.0mg/L o más.

Para los meses de julio y agosto se tiene el mismo comportamiento ya que son meses donde la predominancia de los vientos permite que la atmosfera esté más limpia. De acuerdo a los resultados obtenidos es claro que en los eventos nocturnos no se presentó una gran incidencia de la acidez en la concentración de sulfatos comparada con los eventos diurnos, ya que para todas las estaciones predominan los valores inferiores a 2 mg/L con porcentajes entre 56.52 a 71.74%.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 CORRELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO Y LA LLUVIA ÁCIDA

5.1.1 Relación de los factores climáticos con los valores de pH

Se puede establecer una relación directa respecto a los valores totales mensuales de precipitación y los valores de pH encontrados en el monitoreo de agua lluvia, para los meses donde hubo pocas lluvias (meses de enero, febrero y principios de marzo), se pudo establecer que la acidez en el agua lluvia era mayor, con promedios que oscilan entre 5,6 y 5,9. Generalmente estos meses se caracterizan por tener cielos muy despejados, días bastante soleados y lluvias ocasionales y sectorizadas. También se tiene que para estos meses el brillo solar, la temperatura media aumentan, en cambio la humedad relativa disminuye o varia dependiendo de las masas húmedas y secas que se aglomeran en esta zona por ser tropical. El viento no es un factor influyente en esta época del año.

Se encontró que para los meses de abril a junio hubo un aumento en los valores de pH y en los valores totales de precipitación, ya que estos se consideran meses lluviosos y hay un mayor lavado de la atmosfera. Para los meses de julio y agosto el comportamiento de la precipitación con el pH del agua lluvia es similar, ya que estos meses son de transición ocasionando lluvias intermitentes y de corta duración. Estos meses por lo general van acompañados de vientos más fuertes y cielos parcialmente cubiertos.

En cuanto a la temperatura media y el brillo solar para los meses lluviosos su relación es inversa a la precipitación y a la humedad relativa. Ocurre el mismo comportamiento para los meses de transición, salvo que los valores de la humedad disminuyen un poco y aumenta ligeramente las horas de sol. En estos meses los vientos son bastante influyentes tanto así que los contaminantes del sector se trasladan a otras zonas, haciendo que la atmosfera sea más limpia, con respecto al monitoreo de agua lluvia se tuvo que los valores de pH aumentaron más, tendiendo a la basicidad. (Ver Anexo A, mapa 2).

5.1.2 Relación de los factores climáticos con la concentración de nitratos

Para conocer la influencia de los factores climáticos en la concentración de nitratos encontrados en el monitoreo, se puede decir que esta relación tiene un comportamiento similar a la del pH, por ejemplo para los meses donde se encontró mayores concentraciones de nitratos fue en la primera época seca del año, estas concentraciones fueron disminuyendo a medida que se acercaba la época de invierno, presentando las concentraciones más bajas para el mes de junio. En los dos últimos meses de muestreo se presenta un aumento en la concentración de nitratos, la causa principal es por la influencia de los vientos en el sector, lo que generó mayor arrastre de material particulado en las muestras de agua lluvia recolectadas en estos meses.

5.1.3 Relación de los factores climáticos con la concentración de sulfatos

En cuanto al comportamiento en la concentración de los sulfatos sobre los factores climáticos, se puede afirmar que los niveles de concentración mas altos también se presentan en los meses secos o de pocas lluvias, es decir enero, febrero y parte de marzo, con promedios entre 6.1 y 3.2mg/L. Para los meses lluviosos hay un leve descenso en la concentración de los sulfatos, resaltando el de mayo con las concentraciones más bajas encontradas en todo el monitoreo. Para los meses de junio a agosto vuelvan a aumentar la concentración de este parámetro, por la misma razón en que aumento la concentración de nitratos en las estaciones de muestreo. En las concentraciones de sulfatos y nitratos se registró que en los eventos diurnos existe mayor acidez en las muestras analizadas con respecto a los eventos nocturnos, esto se debe en cierta parte a que durante las noches se registran valores bajos de temperatura y aumentos en la humedad relativa, es decir que el porcentaje de saturación de agua en el aire se incrementa, disminuyendo así las concentraciones de los gases contaminantes.

5.1.4 Relación de los factores climáticos y la acidez

La acidez no es un parámetro influyente para el monitoreo de lluvia ácida, pero éste permitió afirmar la relación inversa que tiene con el pH del agua lluvia. Este parámetro calculado estableció que para valores de pH menores a 7.0 unidades la acidez iba en aumento, como se dijo anteriormente en la temporada seca o de pocas lluvias, esta concentración descendió a medida que llegaba la temporada de lluvias y aumentando para el mes de agosto. Es preciso resaltar que los análisis efectuados corresponden a las muestras ácidas recolectadas en los puntos de muestreo.

5.2 EFECTOS ENCONTRADOS EN LA EXPERIMENTACIÓN VS OBSERVACIONES HALLADAS EN LAS ESPECIES BAJO CONDICIONES NATURALES

CAUCHO SABANERO. Al comparar los individuos sometidos a la experimentación bajo condiciones de invernadero, el número de hojas, el largo y ancho de las hojas aumenta; mientras que el grosor del tallo se mantiene constante al igual que en las condiciones naturales; los valores de pH del suelo varían es decir aumentan y decrecen, para las condiciones naturales aumenta; manteniendo en los dos casos un carácter ácido para el mismo; la altura de la planta se incrementa principalmente en los individuos del tratamiento 1 de las condiciones de invernadero, para las condiciones naturales permanece constante, lo cual indica que en las condiciones de invernadero se acelera el proceso de crecimiento de la planta, lo mismo se presentó para la longitud del tallo donde algunos individuos de los cuatro tratamientos registraron un incremento.

Los efectos encontrados en la experimentación son principalmente causados por las exposiciones de soluciones acidas en la simulación de la lluvia y también a las condiciones de temperatura y humedad relativa a la que estuvieron expuestas las plantas. Para el caucho sabanero se tiene que el macroreferente del color fue el que obtuvo cambios notorios, se encontraron hojas con machas de color amarillas, puntos blancos y quemaduras parciales en algunas hojas, asimismo se encontró en algunas hojas despigmentación parcial, para los tratamientos que fueron alterados con soluciones ácidas (Ver Anexo G, figuras 14-16). Para el tratamiento 1, es decir el que fue simulado con agua normal, presentó cambios similares pero no tan significativos como en los demás tratamientos.

Las hojas a las que se le hizo seguimiento, resistieron a la experimentación, la textura de las hojas no se vio afectada, así como la longitud y el grosor del tallo, los cuales presentaron cambios favorables en algunos individuos. La altura de las plantas aumentó respecto a las condiciones naturales establecidas. Para los valores de pH del suelo, estos tuvieron cambios dinámicos en cuanto a que descendían y crecían pero siempre se mantuvo el carácter ácido del suelo.

ARBOLOCO. Al comparar los individuos sometidos a la experimentación bajo condiciones de invernadero, el grosor del tallo se mantiene constante, la longitud del tallo y la altura de la planta aumenta con respecto a las condiciones iniciales y finales. Sin embargo la firmeza de los ejemplares cambio mucho respecto a las condiciones iniciales, para las condiciones naturales se registró aumentos de la longitud y grosor del tallo.

El número de hojas de los individuos intervenidos en condiciones de invernadero varió, ya que 12 de ellos presentaron una pérdida importante de sus hojas, mientras que para las condiciones naturales se presentó un aumento y disminución en el número de hojas para los 5 individuos, aclarando que en este caso la perdida de las hojas no fue significativa como para los individuos de las condiciones de invernadero. El pH del suelo aumenta para los cuatro tratamientos a excepción del individuo 1 del tratamiento 1 el cual disminuyó en 0.15 unidades, el mismo comportamiento se observó para las condiciones naturales. En ambas condiciones se registró un aumento y disminución en el ancho y largo de las hojas, aunque predomina el incremento de este macroreferente. Ocurre mayor pérdida de las hojas seleccionadas para los individuos de las condiciones de invernadero.

Con respecto a los macroreferentes de observación, en las hojas de los individuos sometidos a condiciones naturales no se apreció tonalidades de color naranja y amarillo, caso contrario ocurrió para las condiciones de invernadero. Otros efectos encontrados es el decrecimiento de algunas hojas, falta de firmeza de algunas plantas, mayor deterioro en las hojas como quemaduras parciales y mayores perforaciones (Ver Anexo G, figura 17-20). Es probable que los efectos hallados no sean directamente una consecuencia de la exposición de agua lluvia simulada con soluciones ácidas y a los factores de temperatura y humedad relativa a las que estuvieron expuestas las especies vegetales.

CAJETO. Al comparar los individuos sometidos a la experimentación bajo condiciones de invernadero, la mayoría de las plantas tuvieron pérdidas en sus hojas, mientras que para las condiciones naturales esta variación no fue tan significativa. La longitud y el grosor del tallo no varían, por el contrario para las condiciones naturales se presentaron aumentos mínimos de estos macroreferentes.

Para las condiciones de invernadero, la altura de la planta registró un aumento sólo en los individuos del tratamiento 1, mientras que para las condiciones naturales no se presentó ninguna variación, lo cual indica que los factores de temperatura y humedad relativa del invernadero aceleran los procesos de desarrollo de las plantas. Con respecto al pH del suelo aumentó para los condiciones de invernadero y naturales, manteniéndose para los dos casos su carácter ácido. Tanto para las condiciones de invernadero y naturales en el ancho y largo de las hojas se registraron aumentos y en algunos individuos las características fueron constantes. En las condiciones de invernadero muy pocas hojas resistieron a la experimentación.

Los efectos que causó la experimentación se ven evidenciados notoriamente en los macroreferentes de observación, el cambio principal se relaciona con el color de las hojas, ya que en las condiciones de invernadero se observó tonalidades de color naranja muy definidas y puntos blancos, (Ver Anexo G, figuras 22-24), este último no se identificó en los individuos expuestos a condiciones naturales y para el caso de las manchas de color naranja aparecen pero de forma tenue.

Con relación al trabajo realizado sobre las especies vegetales en condiciones de invernadero, es difícil acertar que los efectos generados por la aplicación de las soluciones ácidas al agua lluvia simulada, sean propios de este fenómeno, por lo que los factores climáticos a las que estuvieron expuestas dichas especies, también aportaron al cambio que tuvieron los individuos. En adición a esto el diseño del invernadero no permitió una homogeneidad de la radiación solar sobre las especies, lo que se relaciona que el arboloco haya sido la especie más susceptible a la experimentación debido a la ubicación dentro del mismo, mientras que el Caucho Sabanero fue la especie que mejor respondió a la simulación de lluvia ácida.

Los resultados obtenidos se presentan en los Anexos G-K , los cuales no serán objeto de análisis, puesto que es necesario realizar ajustes a la metodología propuesta, con el fin de garantizar datos confiables y menor número de variables que intervengan en el experimento.

Con base en la metodología desarrollada se dan las recomendaciones necesarias, con el objetivo de que sean aplicadas para futuras investigaciones que continúen con este tema.

5.3 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL SUELO

Como parámetro físico se analizó el color del suelo, el cual no presentó ninguna variación con respecto a las condiciones iniciales y finales tanto de los individuos a condiciones de invernadero como naturales. Se observó un color café oscuro para las especies de caucho sabanero y cajeto y para el arboloco un color negro, lo cual indica que es un suelo productivo.

Los parámetros químicos analizados corresponden al pH, el cual se determinó para cada individuo y se calculó un promedio por tratamiento; hidrógeno intercambiable, aluminio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico, los cuales se determinaron por tratamiento es decir se realizó un muestreo compuesto, siguiendo los protocolos establecidos en el Anexo C.

En la tabla 13 se observa que al comparar las condiciones iniciales y finales del pH del suelo se presentó un aumento para todas las especies tanto de invernadero como naturales; a pesar que los individuos de invernadero hayan sido sometidos a la aplicación de soluciones ácidas, en teoría el pH debería disminuir. La mayor variación de pH se registró para los individuos del Arboloco con valores entre 0.62 unidades y 1.08 unidades, este último para el tratamiento 2 que paso de 6.74 unidades a 7,82 unidades y la menor variación se registró para el caucho sabanero con valores que oscilan entre 0.3 a 0.77 unidades. El carácter ácido del pH se mantiene para las especies de caucho sabanero y cajeto, mientras el arboloco cambió su carácter de neutral a básico a excepción del tratamiento 4.

No es posible determinar en su totalidad que el pH del suelo se vea afectado negativamente por la aplicación de las soluciones ácidas para el caso de los individuos a condiciones de invernadero, ya que frente a los de condiciones naturales también se registró un incremento del pH. Es necesario realizar un control analítico y una calibración diaria a los equipos de medición para obtener datos seguros.

En las mediciones realizadas se propone ajustar los protocolos para la lectura de los valores de pH del suelo, debido a las inconsistencias encontradas en los datos obtenidos.

Tabla 13. Matriz de resultados de la caracterización del suelo

ESPECIE		PARAMETRO									
		FÍSICO		QUÍMICO							
		Color Inicial	Color Final	pH Inicial	pH Final	CIC (me/100g) Inicial	CIC (me/100g) Final	Hidrogeno (cmol/L) Inicial	Hidrogeno (cmol/L) Final	Aluminio (cmol/L) Inicial	Aluminio (cmol/L) Final
Caucho Sabanero - Invernadero	Tratamiento 1	Café Oscuro		4,26	4,56	22,56	29,6	No aplica		0,3	0,3
	Tratamiento 2	Café Oscuro		4,06	4,58	51,6	63			0,3	0,4
	Tratamiento 3	Café Oscuro		4,39	4,88	19,6	38,4			0,3	0,3
	Tratamiento 4	Café Oscuro		3,83	4,6	44,6	38			0,3	0,3
Caucho Sabanero - Naturales		Café Oscuro		4,27	4,64	32	61			0,2	0,2
Arboloco - Invernadero	Tratamiento 1	Negro		6,89	7,6	37,8	57,4	No aplica		0,1	0,1
	Tratamiento 2	Negro		6,74	7,82	116,6	56,8			0,2	0,1
	Tratamiento 3	Negro		6,84	7,88	59,6	39,4			0,1	0,1
	Tratamiento 4	Negro		7,12	7,74	39,4	43,8			0,1	0,1
Arboloco - Naturales		Negro		6,75	7,36	37,4	47			0,2	0,2
Cajeto - Invernadero	Tratamiento 1	Café Oscuro		5,07	6,12	50	37,2	No aplica		0,1	0,2
	Tratamiento 2	Café Oscuro		5,29	5,8	46	74			0,1	0,2
	Tratamiento 3	Café Oscuro		5,15	5,94	61,8	70			0,1	0,2
	Tratamiento 4	Café Oscuro		5,27	5,9	54	66			0,1	0,2
Cajeto - Naturales		Café Oscuro		5,24	6,42	36,2	41			0,1	0,2

FUENTE: Las Autoras

Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico para las especies a condiciones naturales se registró un aumento, siendo la mayor variación para el

caucho sabanero de 32me/100g a 61me/100g. El comportamiento de este parámetro para las especies a condiciones de invernadero es muy variable, ya que para el caso del caucho sabanero se registró un aumento en el tratamiento 1 ,2 y 3 y el tratamiento 4 disminuyó; para el arboloco el tratamiento 1 y 4 aumentó y el tratamiento 2 y 3 disminuyó y para el cajeto sólo el tratamiento 1 disminuyó y los demás aumentaron.

Algunas teorías mencionan que dependiendo del valor de CIC, el suelo tiene algunas aplicaciones, que para este caso, son muy importantes mencionar. Para suelos con CIC de 1 a 10me/100g, el suelo tiene alto contenido de arena, tiene mayor probabilidad de pérdidas de nitrógeno y potasio, que los suelos mas básicos y que tienen baja capacidad para retener agua. En cambio para suelos con CIC de 11 a 50me/100g, tienen alto contenido de arcillas, son suelos más ácidos, tienen mayor capacidad para retener nutrientes y alta capacidad de retener agua[41]. Para el análisis realizado en el suelo de las especies vegetales se cumple la segunda opción, ya que los valores obtenidos de CIC superan los 10me/100g, razón por la cual es un suelo altamente dinámico con mayor capacidad para retener e intercambiar cationes, asegurando que por los valores de pH obtenidos en cada una de las especies se estén liberando bases, motivo por el cual se incrementó el valor del pH.

Como se aprecia en la tabla 13 no se registró hidrógeno intercambiable para ninguna de las especies tanto a condiciones de invernadero como naturales. Los valores más bajos de aluminio (0,1cmol/L) se registraron principalmente para los pH superiores a 6 unidades, es decir para el arboloco. Para los individuos del cajeto se presentó un incremento del aluminio de 0,1cmol/L a 0,2cmol/L, a pesar del aumento no es posible determinar que sea por causa de la aplicación de las soluciones ácidas, ya que los individuos a condiciones naturales y los del tratamiento 1 registraron el mismo comportamiento. Para conclusiones más acertadas se necesita de un estudio de suelo más minucioso, además el tiempo de experimentación fue tan corto que no se apreciaron cambios significativos con los parámetros seleccionados en el estudio de suelo.

[41] AGROPECSTAR. Capacidad de Intercambio Catiónico [en línea] [citado el 14 de noviembre de 2008]. Disponible en internet: http://www.agropecstar.com/portal/ doctos/Conceptos%20de%20produccion.htm.

CONCLUSIONES

- Los puntos de muestreo escogidos para el monitoreo de agua lluvia no cumplen con todas las especificaciones recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial -OMM, debido a que la Localidad de La Candelaria se encuentra en medio de obstáculos e interferencias de gran altura; sin embargo, la selección de puntos es representativa de lugares históricos relevantes.

- El estudio muestra la estrecha relación existente entre las condiciones meteorológicas y los problemas de lluvia ácida encontrados en la localidad. Los altos niveles de convección en los periodos secos (enero y febrero – julio y agosto) permiten ascensos importantes de contaminantes hasta los niveles de condensación. Estos contaminantes se depositarán con las primeras lluvias de marzo y septiembre dando lugar a valores de acidez por encima del promedio (pH bajo).

- Los meses con mayor frecuencia e intensidad en las lluvias, muestran las menores concentraciones de nitratos y sulfatos, es decir la menor acidez en el periodo muestreado; todo esto debido al denominado lavado atmosférico. Cabe mencionar que el comportamiento de la acidez también depende de otros contaminantes como los carbonatos, los cuales no fueron analizados en el monitoreo.

- Las evaluaciones de acidez normal en la precipitación realizadas en otras localidades de la ciudad (áreas industriales de Bogotá), presentan valores de pH inferiores a 5.6; que no solo son generados por nitratos y sulfatos, sino por otro tipo de contaminantes, como los carbonatos. Sin embargo, en la localidad de La Candelaria, además de no presentarse fuentes importantes de contaminantes de origen industrial se tienen unas condiciones físico-atmosféricas especiales que generan valores de pH en la precipitación entre 5.6 y 5.9 para los meses de pocas lluvias y valores entre 6.7 y 7.3 para los meses de julio y agosto. Esta conclusión nace del análisis de los valores obtenidos entre enero y agosto de 2008.

- La concentración de nitratos y sulfatos observada en las muestras de agua lluvia correspondiente a los eventos diurnos fue mayor que en los eventos nocturnos debido a las inversiones térmicas muy comunes en climas fríos como el

de la ciudad de Bogotá, esto sumado a las emisiones que se generan por la actividad vehicular que se presenta durante el día.

- Los efectos directos que se pudieron encontrar en las especies nativas sometidas a procesos de experimentación, son básicamente macroreferentes de observación, por ejemplo: el color de las hojas, en la mayoría de ellas despigmentación y coloraciones marcadas; de otro lado, se reconocieron perforaciones y quemaduras parciales en algunas hojas.

- Se puede concluir que la especie vegetal mas vulnerable al experimento fue el Arboloco (*Smallanthus Pyramidalis)*, la planta con mayor requerimiento hídrico. Al estar bajo condiciones de temperatura y humedad extrema, esta planta sufrió un déficit de agua muy alto. Esta especie absorbía la mayor parte de líquidos suministrados. Caso contrario se encontró en el Caucho Sabanero (*Ficus Soatensis)*.el cual mostró la menor cantidad de cambios en los macroreferentes.

- Por ser un estudio preliminar, los efectos encontrados en las especies analizadas no se asocian directamente al fenómeno de lluvia ácida, por lo cual es necesario realizar ajustes a la metodología propuesta.

RECOMENDACIONES

- Se sugieren programas de monitoreo de lluvia ácida en distintos puntos de la ciudad y con una mayor duración para poder establecer la distribución espacio-temporal de la misma. Esto requiere de una red de monitoreo sólida y permanente que puede estar ligada a la red ambiental de la Secretaria Distrital de Ambiente y/o del IDEAM.

- Entidades como el IDEAM y todas aquellas que operan equipos de monitoreo deben contar con personal capacitado y hacer las respectivas revisiones técnicas a los equipos de medición. Es importante recordar que de la calidad de los datos nace el éxito de los estudios e investigaciones.

- Se recomienda la implementación de una red de estaciones meteorológicas que permita un mejor seguimiento al comportamiento de las variables que determinan las condiciones climáticas de Bogotá, especialmente la franja de piedemonte que limita la ciudad por el oriente.

- Para futuras investigaciones se recomienda el análisis de deposición o depositación seca se realice durante las épocas de verano o de pocas lluvias ya que fue al final de estos períodos cuando se encontraron las mayores concentraciones de nitratos y sulfatos y la mayor acidez en la lluvia.

- Se recomienda combinar los resultados de la acidez en la lluvia con el monitoreo de fuentes de emisión en superficie. Aunque se ha podido comprobar que en ciudades como Bogotá son las fuentes móviles las responsables de la mayor cantidad de contaminación, existen núcleos industriales donde las fuentes fijas aportan importantes cantidades de contaminantes acidificadores de la lluvia.

- Se recomienda que para las mediciones in situ del agua lluvia, se realicen con equipos donde se arroje como mínimo dos cifras decimales y que sea el mismo, con el fin de disminuir el margen de error de los datos.

- Si se continúa con la investigación es muy importante que se realicen análisis de cloruros, carbonatos y conductividad, parámetros recomendados por la Organización Meteorológica Mundial y que son incidentes en la determinación de la acidez en el agua lluvia.

- Se sugiere un tiempo mas largo para realizar las experimentaciones, con el fin de garantizar cambios significativos en las variables que vayan a ser evaluadas, asimismo realizar la experimentación con una sola especie, ya que el tema de fisiología vegetal es bastante dispendioso.

- Los criterios utilizados para la selección y calificación de las especies vegetales sometidas a la experimentación, no deben ser sólo de tipo urbanístico sino además de sensibilidad ambiental.

- Se requiere que la construcción del invernadero se realice alejado de cualquier tipo de obstáculo e interferencia que impida el paso de la luz solar, esto con el objetivo de ubicar las especies vegetales sometidas a la simulación del fenómeno de lluvia ácida de tal manera que reciban la radiación solar de forma homogénea.

- Verificar la edad de las plantas al momento de ser adquiridas en el vivero, con el fin de garantizar que las condiciones iniciales sean iguales en todos los individuos sometidos al modelo de experimentación. Otra opción seria realizar la experimentación con plantas que estén en la etapa de germinación.

- La selección de las hojas que serán evaluadas durante la fase de experimentación, debe ser de las partes altas, medias y bajas de la planta, con características similares y de una misma ramificación.

- Prolongar la duración de las lluvias simuladas variando las concentraciones de ácido e incrementar la frecuencia de estas. Estudiar con estos datos lo que sucede en el suelo y en las plantas.

- Los valores de pH utilizados para la simulación del fenómeno de lluvia ácida deber ser cercanos a los registros encontrados en los monitoreos realizados por parte del IDEAM, esto con el fin de no causar efectos extremos en las plantas analizadas.

- Identificar si el suelo de las plantas es natural o ha sido fertilizado, ya que los componentes pueden incidir en los resultados obtenidos. Asimismo tener en cuenta los protocolos establecidos para la toma y muestra del suelo que vaya a ser analizado.

- Realizar una caracterización fisicoquímica del suelo con todos los parámetros que pueden intervenir en algún cambio generado por la lluvia ácida, con la ayuda de profesionales expertos en esta área y con base en los protocolos establecidos por entidades como el ICA y el IGAC.

- Se recomienda realizar un análisis a nivel micro-fisiológico, para complementar los efectos directos que causa la lluvia ácida en las plantas estudiando las variaciones en los estomas y la clorofila A y B.

- Realizar un análisis de cloro al agua potable que va a ser utilizada para la experimentación, ya que sus características pueden incidir en el comportamiento de las plantas que se sometan a la experimentación. Se recomienda efectuar las experimentaciones con agua destilada.

- En cuanto a la forma de aplicación de las soluciones para los diferentes tratamientos, se sugiere otro instrumento como por ejemplo un sistema de riego, el cual garantice la homogeneidad en la cantidad de solución aplicada en los individuos intervenidos.

BIBLIOGRAFÍA

AGROPECSTAR. Capacidad de Intercambio Catiónico [en línea] [citado el 14 de noviembre de 2008]. Disponible en internet: http://www.agropecstar.com/portal/doctos/Conceptos%20de%20produccion.htm.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ [en línea] [citado el 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet:http://www.bogota.gov.co/ portel/libreria/php/decide.php?patron=01.01090717.

AMAYA ARIAS, Manuel José. Plan Local de Arborización Urbana-Localidad de la Candelaria [en línea]. [s.l.]: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2007 [citado el 15 de mayo de 2008]. Disponible en internet: http://www. jbb. gov.co/plaus/PLAU/PLAU%20CANDELARIA/.

ANTOLINEZ ESQUIVEL, Angélica Nataly y DÍAZ ALVAREZ Cristian Julián. Lluvia ácida en la zona norte de Bogotá. y Tesis (Ingeniería Química). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería, 2003. 124 h.

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE, Unidad Ejecutiva de Localidades, noviembre 2003 [citado el 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet: http://observatorio. dama.gov.co/anexos/ fichas/17 candelaria.pdf.

Diagnóstico de la Candelaria [CD] producido por Alcaldía Mayor de Bogotá DC. Bogotá, 2003., p. 17-50.

DIARIO BOGOTANISIMO, agosto 2008 [citado 6 de octubre de 2008]. Disponible en internet: http://www.bogotanisimo.com/bogota/historia.htm.

GONZALEZ F., Álvaro y CORTÉS L., Abdon. Estudio general y detallado de suelos de los municipios de Cota, Funza, Mosquera y parte de Madrid. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, subdirección agrícola, volumen XIII, No 10. p. 80-213.

HERRERA, Gabriel y López Víctor Leonardo. Diagnóstico de lluvia ácida y condiciones meteorológicas asociadas en la Localidad 17, La Candelaria. Proyecto, Bogotá D.C: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2007. 34h.

IDEAM. Informe Preliminar Nacional de Calidad de Aire de lluvia ácida en Colombia. Bogotá. 2006.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Colombia: Canal Ramírez Antares Ltda, 1995. 1-632. Citado por: Bear. p. 425.

JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS, Planes Locales de Arborización Urbana [en línea]. 2007[consulta Abril de 2008]. Disponible en internet: http://www.jbb.gov.co/plaus/PLAU/

JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Sistema de Información de Gestión de Arbolado [en línea] [citado el 16 de mayo de 2008] Disponible en Internet: http://siga.jbb.gov.co/siga/index.jsf.

LÓPEZ, Leonardo. 2007. Cómo influyen las condiciones meteorológicas en la calidad de aire de la ciudad de Bogotá. Meteorólogo. Artículo técnico. FIAS - UNISALLE.

LÓPEZ, Leonardo. Condiciones atmosféricas predominantes en las sedes de la universidad de la Salle – Bogotá. 2007, p. 4-5.

MINISTERIO DE HACIENDA DISTRITAL Y RED BOGOTÁ [en línea]. [Consulta el 10 de septiembre de 2008]. Disponible en internet: <http://www.redbogota.com/endatos/0100/0110/0116-clima/index.htm>

MORÓN, Alejandro, PÉREZ GOMAR, Enrique. Manejo y fertilidad de suelos [en línea]. Uruguay.: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria La Estanzuela, 1994. Serie técnica 42 [citado el 23 de junio de 2008]. Disponible en internet: http://orton.catie.ac.cr/cgibin/wxis.exe/?IsisScript=GREYLIT.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=013521>

N. OTAEGI, N. MOTOS, A. GARCÍA DE ALBÉNIZ, L.GARMENDIA y K. IMAZ. Axular Lizeoa, Arostegi .Efecto de diferentes concentraciones de H_2SO_4 y HNO_3 sobre el crecimiento temprano del perejil común (petroselinum crispum). 10, 20009 San Sebastián (Madrid, España). 2001.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Efectos del suelo por lluvia ácida [en línea] [citado el 15 de junio de 2008] Disponible en Internet: ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/FAO_ Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm.

RETALLACK B.J. Compendio Apuntes para Formación de Personal Meteorológico, Clase IV. OMM. N0266. Vol. II Suiza. 1973. Disponible en: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo. IDEAM y FOPAE, 2007. 118 p. ISBN 978-958-8067-21-6.

SAGAN GEA.ORG. Lluvia ácida [en línea] [citado el 8 de junio de 2008] Disponible en Internet: http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja13.htm.

SECRETARIA DE MOVILIDAD [en línea] [citado el 16 de Enero de 2009]. Disponible en internet: http: // www.Transitobogota.gov.co / admin/contenido/documentos/ControlOperativos_2008- Actualizado a 30de junio de 2008_17_ 28_19.pdf

SEOÁNEZ CALVO, Mariano. Tratado de la Contaminación Atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión. Madrid: Mundi-Prensa ,2002.p. 508.

TOMAS Olivia. Efectos de la lluvia ácida [en línea] [citado el 10 de diciembre de 2007] Disponible en Internet: http://www. quimica. urv.es/~w3siiq/ DALUMNES /01/siiq3/index. html.

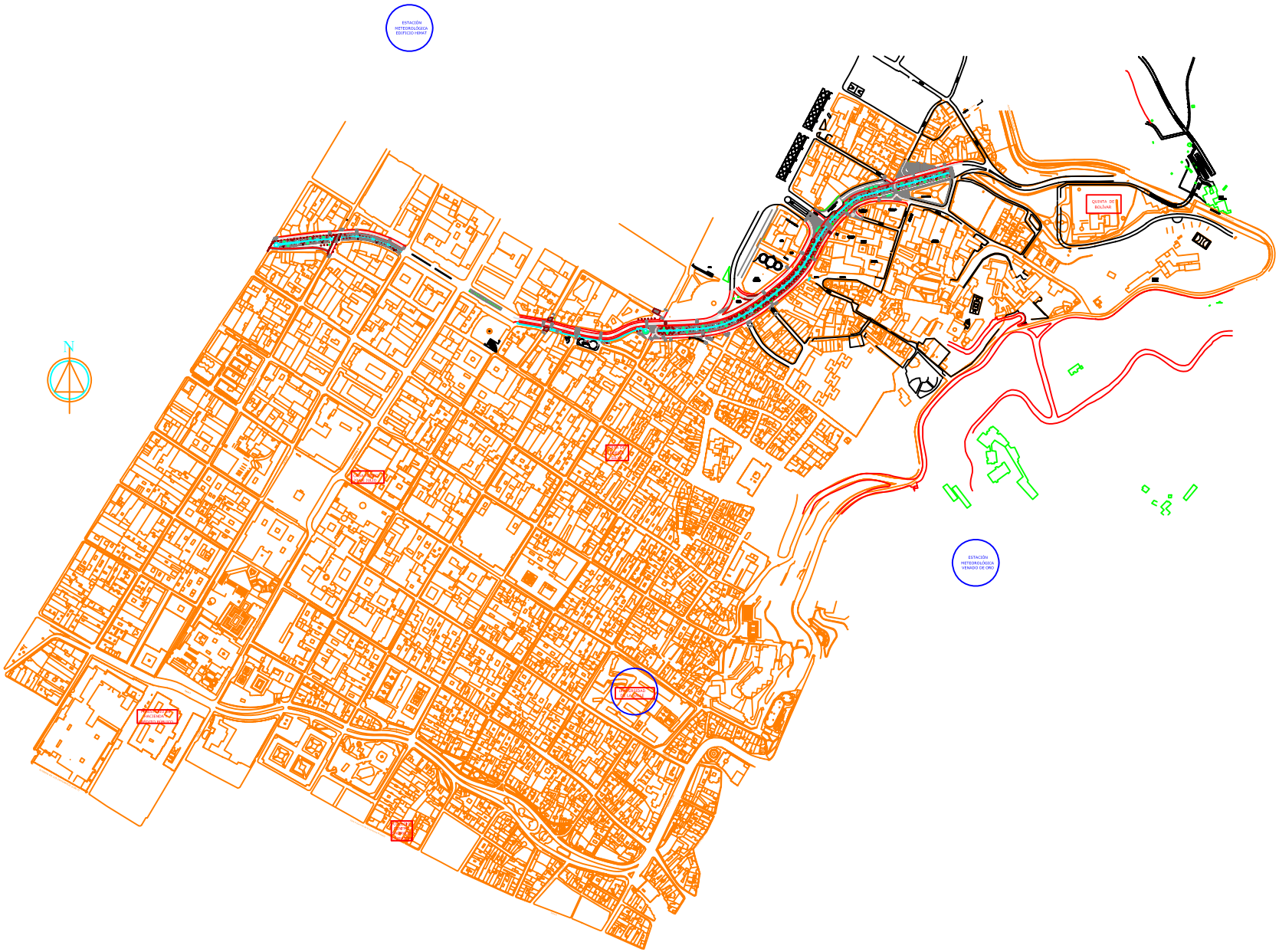
TORRES, Juan. Patología forestal. Principales enfermedades de nuestras especies forestales. 2 ed., 1998. 36 p. ISBN 8471147696

UNIVERSIDAD DE LA SALLE SEDE CENTRO. Sistema de Información de datos meteorológicos actualizados, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2008.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Manual for the Gaw Precipitation Chemistry Programme. Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures. Gaw Precipitation Chemistry Science Advisory Group, 2004. 1-182.p.41.

ANEXOS

ANEXO A (MAPA 1) UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO Y ESTACIONES METEOROLOGICAS



CONVENCIONES

ESTACIONES DE LLUVIA ÁCIDA

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

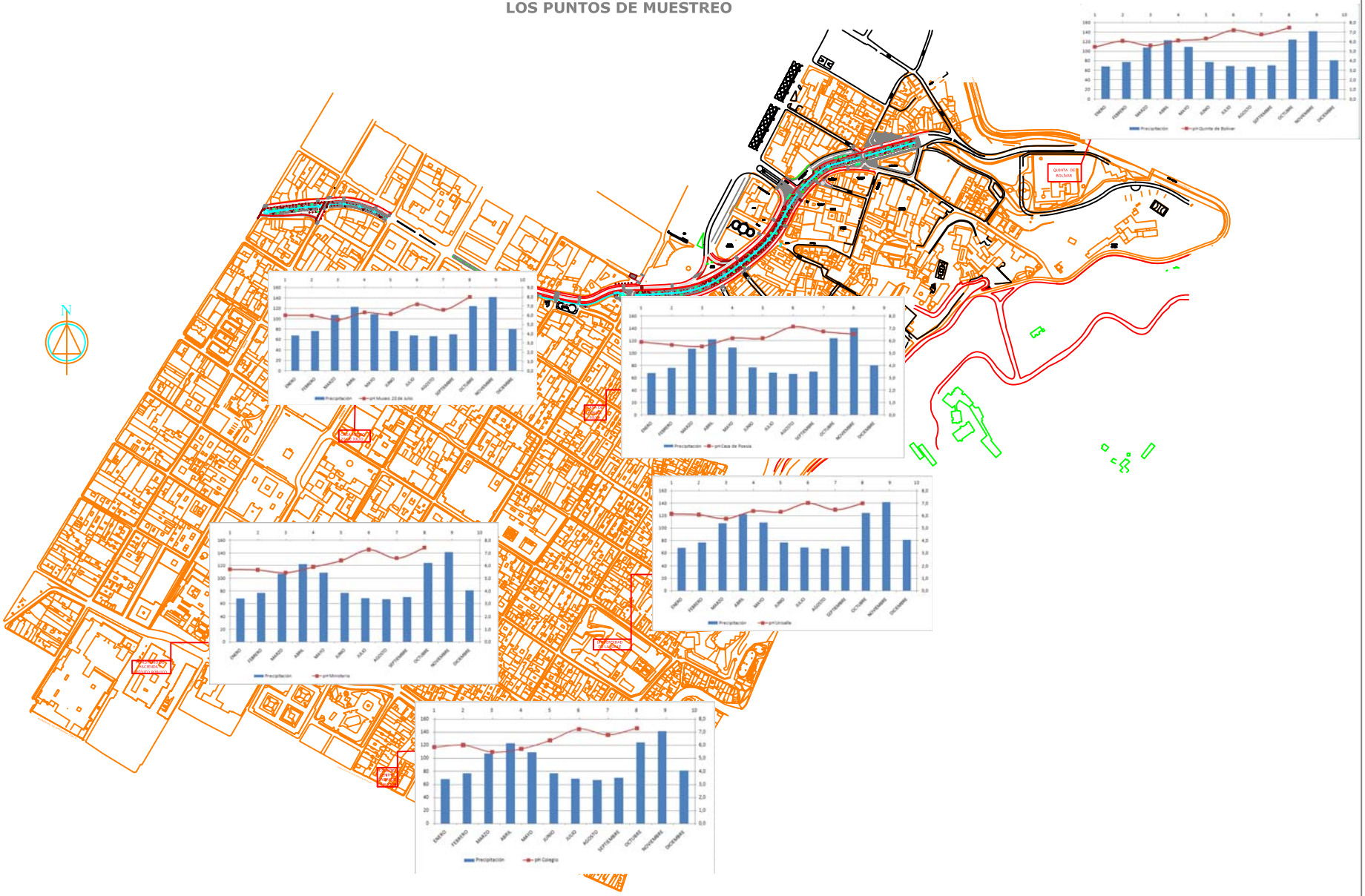
TESISTAS
DIANA MARCELA ACOSTA
LISETH BARAHONA PARDO

DIRECTOR
VÍCTOR LEONARDO LÓPEZ

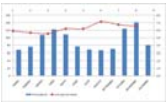
PROYECTO
ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS EFECTOS QUE PUEDE CAUSAR LA LLUVIA ÁCIDA EN LAS ESPECIES VEGETALES CAUCHO SABANERO, ARBOLOCO Y CAJETO EN LA ESTACIÓN PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA.

AÑO 2008

ANEXO A (MAPA 2) CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN MULTIANUAL EST. VENADO DE ORO Y PH DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



CONVENCIÓN



GRÁFICAS DE PRECIPITACIÓN MULTIANUAL CON VALROES DE PH

TESISTAS
DIANA MARCELA ACOSTA
LISETH BARAHONA PARDO

DIRECTOR
VÍCTOR LEONARDO LÓPEZ

PROYECTO
ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS EFECTOS QUE PUEDE CAUSAR LA LLUVIA ÁCIDA EN LAS ESPECIES VEGETALES CAUCHO SABANERO, ARBOLOCO Y CAJETO EN LA ESTACIÓN PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA.

AÑO 2008

ANEXO B. Protocolo: Parámetros de medición de lluvia ácida

Calibración pHmetro

Materiales

- 3 Beakers de 100 ml
- Probeta de 100 ml
- Destornillador de estrella

Reactivos

- Agua desionizada
- Solución buffer pH 7 y pH 4

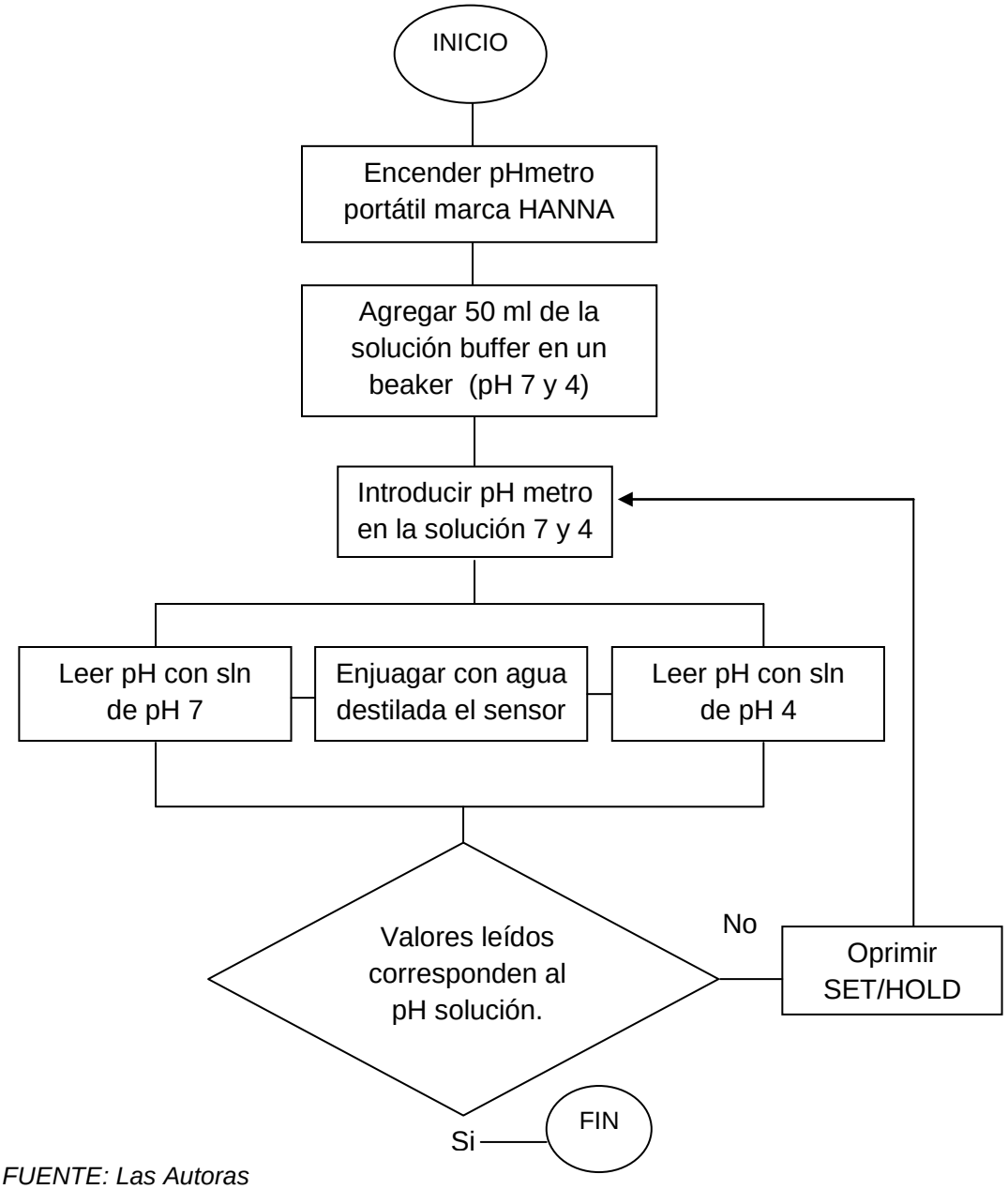
Equipos

- pHmetro portátil marca HANNA Instruments, modelo HI98127

Procedimiento

- El pHmetro es calibrado cada vez que vaya a ser utilizado de forma manual introduciéndolo inicialmente en 50 ml de una solución patrón de pH 4.0, hasta que la lectura se estabiliza, si el pHmetro no registra este valor de pH, se debe ajustar presionando el botón SET/HOLD, y se introduce nuevamente en la solución para efectuar la lectura. Este procedimiento se realiza hasta obtener una lectura de 4.0 o 4.1. Posteriormente se repite el mismo procedimiento para la solución patrón de pH 7,0.
- Al realizar la lectura la muestra es agitada suavemente para establecer el equilibrio entre esta y el electrodo.
- Después de efectuar las lecturas los sensores son lavados con agua desionizada.
- El sensor de pH siempre se mantiene humedecido para asegurar su hidratación.

Diagrama de Flujo



FUENTE: Las Autoras

Determinación de pH y Temperatura

Reactivos

- Frasco lavador con agua desionizada
- Libro de campo
- Bolígrafo

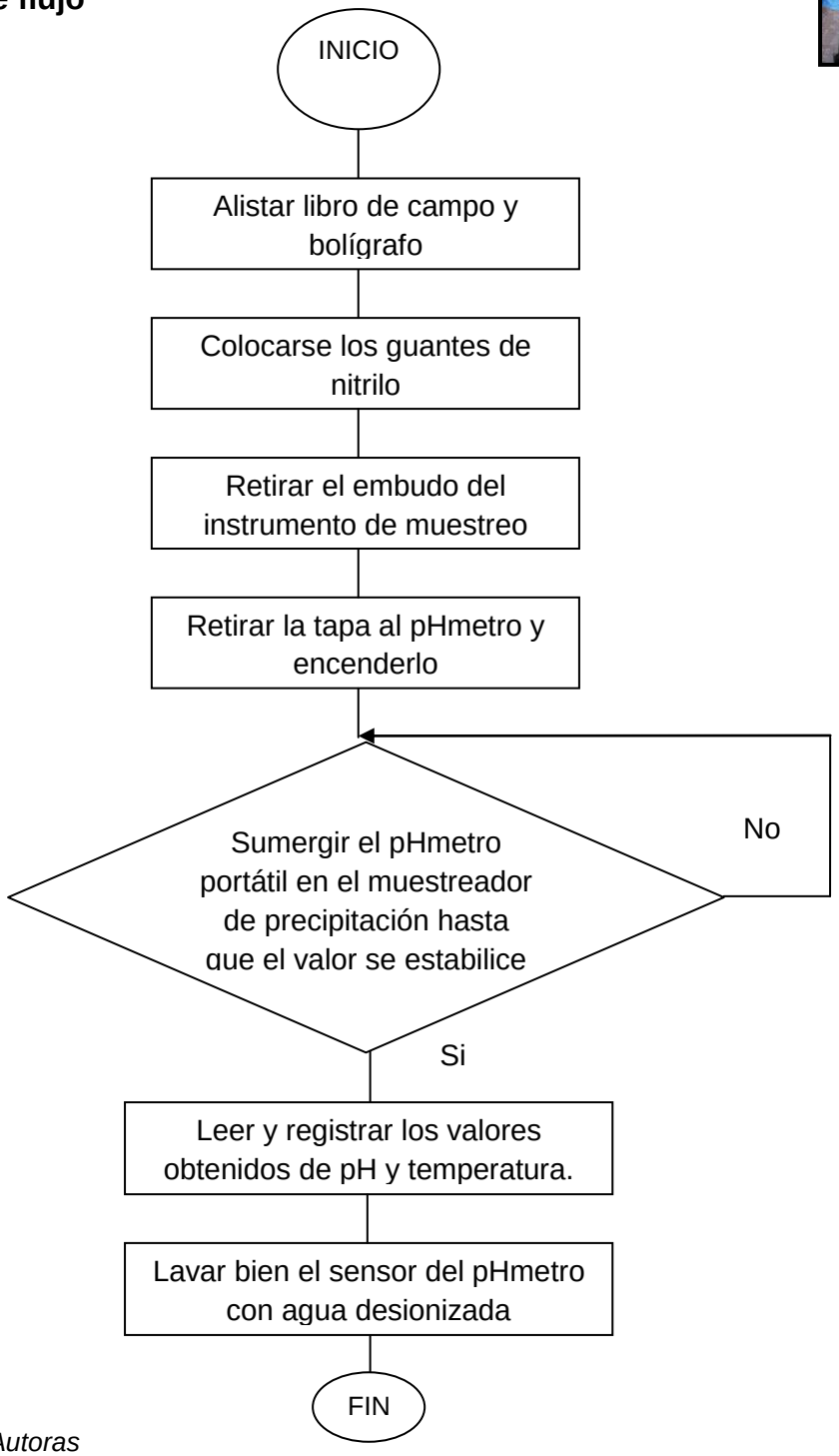
Equipos

- pHmetro portátil marca HANNA Instruments, modelo HI98127

Procedimiento

- Alistar libro de campo y bolígrafo.
- Colocarse los guantes de nitrilo.
- Retirar el embudo del instrumento de muestreo.
- Retirar la tapa al pHmetro digital y oprimir el botón de encendido.
- Introducir el pHmetro en el recipiente principal del instrumento de muestreo asegurándose de que, tanto el electrodo de medición de pH como el de temperatura queden completamente sumergidos en la muestra.
- Establecer el equilibrio entre los electrodos y la muestra agitándola para garantizar la homogenización.
- Esperar hasta que los valores de pH y temperatura se estabilicen.
- Anotar los datos obtenidos.

Diagrama de flujo



FUENTE: Las Autoras

Determinación de concentración de iones nitrato

Materiales

- Celdas de vidrio de 10 ml marca HACH

Reactivos

- Sobres de Nitraver 5
- Agua desionizada

Equipos

- Espectrofotómetro de haz visible marca HACH modelo DR 2008

Procedimiento

- Las celdas antes de ser utilizadas deben lavarse muy bien, sólo con agua destilada y/o desionizada para retirar posibles impurezas que puedan interferir con las lecturas a realizar.
- Prender el espectrofotómetro de haz visible.
- Tomar dos celdas y en cada una verter 10 ml de muestra y agregar 1 sobre de reactivo NitraVer 5, tapar las celdas y agitar durante 1 minuto, posteriormente dejar en reposo las muestras durante 5 minutos. Las dos celdas se tomarán únicamente cuando se pueda realizar una contramuestra, es decir cuando el volumen recolectado sea igual o superior a 90 ml, de lo contrario sólo se analizará una muestra.
- En otra celda verter 10 ml de agua destilada, este será el blanco.

- Seleccionar el programa 361.
- Limpiar con un paño suave la celda que contiene al blanco.
- Introducir el blanco en el equipo y presionar la opción cero para efectuar su calibración.
- Una vez transcurridos los 5 minutos tomar una de las celdas que contiene la muestra, limpiar la celda con un paño suave de manera que no quede ningún tipo de marca.
- Agitar suavemente e introducir en el equipo, colocar la tapa y seleccionar la opción leer.
- Anotar el dato, sacar la celda de la muestra e introducir nuevamente el blanco y seleccionar la opción cero, para calibrar el equipo.
- Limpiar nuevamente la celda que contiene la muestra, agitar e introducir en el equipo para efectuar la lectura.
- Repetir el procedimiento una vez más y hacer exactamente lo mismo con la otra celda que es la contramuestra. Es decir que la celda que contiene la muestra se introduce 3 veces al igual que con el blanco.
- No se requiere efectuar ningún cálculo debido a que la concentración de iones nitrato es suministrada por el instrumento en forma directa, en mg/L. Sin embargo es necesario sacar el promedio en primera instancia de las tres lecturas que se efectuaron a la primera y segunda muestra (contramuestra) respectivamente y posteriormente se obtiene el promedio de estos dos datos.
- El análisis debe efectuarse preferiblemente antes de que la muestra complete 24 horas después de ser recolectada.

FUENTE: Las Autoras

Diagrama de flujo

INICIO

Conectar al tomacorriente el cable de conexión del equipo Espectrofotómetro dr 2800, marca HACH

Encender Equipo Espectrofotómetro dr 2800, al presionar sostenidamente el botón negro en la parte de atrás

Señalar la opción programas almacenados

Señalar la opción seleccionar número

Digitar 361 y pulsar ok, corresponde al programa 361N, Nitrate MR.

Llenar celda con 10 ml de muestra.

Adicionar reactivo NitraVer 5 Nitratos

Seleccionar el icono de tiempo y agitar durante 1 minuto

5 minutos después se desarrollará un color ámbar si hay nitratos y un precipitado. Pasado este tiempo la muestra puede ser leída

Llenar otra celda con 10 ml de agua destilada (blanco)

Colocar y cubrir la celda, debe estar libre de impurezas y limpia en el analizador del equipo

No

Si

Pulsar ZERO y el equipo mostrara 0.0 mg/L NO_3^- - N

Si

No

Al instante el equipo sonará

Colocar y cubrir la celda con la muestra preparada dentro del analizador del equipo, la cual debe estar libre de impurezas y limpia. Pulsar medición, el resultado aparecerá en mg/L NO_3^- - N. Se deben realizar tres lecturas, introduciendo primero el blanco

FIN

Determinación de concentración de iones Sulfatos

Materiales

- Celdas de vidrio de 10 ml marca HACH

Reactivos

- Sobres de Sulfaver 4
- Agua desionizada

Equipos

- Espectrofotómetro de haz visible marca HACH modelo DR 2008

Procedimiento

- Las celdas antes de ser utilizadas deben lavarse muy bien, sólo con agua destilada y/o desionizada para retirar posibles impurezas que puedan interferir con las lecturas a realizar.
- Prender el espectrofotómetro de haz visible.
- Tomar dos celdas y en cada una verter 10 ml de muestra y agregar 1 sobre de reactivo Sulfaver 4, tapar las celdas y agitar para asegurar la reacción entre el reactivo y la muestra. Posteriormente dejar en reposo las muestras durante 5 minutos. Las dos celdas se tomarán únicamente cuando se pueda realizar una contramuestra, es decir cuando el volumen recolectado sea igual o superior a 90 ml, de lo contrario sólo se analizará una muestra.
- En otra celda verter 10 ml de agua destilada, este será el blanco.
- Seleccionar el programa 680.

- Limpiar con un paño suave la celda que contiene al blanco.
- Introducir el blanco en el equipo y presionar la opción cero para efectuar su calibración.
- Una vez transcurridos los 5 minutos tomar una de las celdas que contiene la muestra, limpiar la celda con un paño suave de manera que no quede ningún tipo de marca.
- Agitar suavemente e introducir en el equipo, colocar la tapa y seleccionar la opción leer.
- Anotar el dato, sacar la celda de la muestra e introducir nuevamente el blanco y seleccionar la opción cero, para calibrar el equipo.
- Limpiar nuevamente la celda que contiene la muestra, agitar e introducir en el equipo para efectuar la lectura.
- Repetir el procedimiento una vez más y hacer exactamente lo mismo con la otra celda que es la contramuestra. Es decir que la celda que contiene la muestra se introduce 3 veces al igual que con el blanco.
- No se requiere efectuar ningún cálculo debido a que la concentración de iones sulfato es suministrada por el instrumento en forma directa, en mg/L. Sin embargo es necesario sacar el promedio en primera instancia de las tres lecturas que se efectuaron a la primera y segunda muestra (contramuestra) respectivamente y posteriormente se obtiene el promedio de estos dos datos.
- El análisis debe efectuarse preferiblemente antes de que la muestra complete un mes después de ser recolectada.

FUENTE: Las Autoras

INICIO

Conectar al tomacorriente el cable de conexión del equipo Espectrofotómetro dr 2800, marca HACH

Encender Equipo Espectrofotómetro dr 2800, al presionar sostenidamente el botón negro en la parte de atrás

Señalar la opción programas almacenados

Señalar la opción seleccionar número

Digitar 680 y pulsar ok, corresponde al programa 680, Sulfate MR.

Llenar celda con 10 ml de muestra.

Adicionar reactivo Sulfaver 4 Sulfatos

Agitar el contenido para asegurar la mezcla del reactivo con la muestra

Esperar 5 minutos (Tiempo de reacción). Pasado este tiempo la muestra puede ser leída

Llenar otra celda con 10 ml de agua destilada (blanco)

Colocar y cubrir la celda, debe estar libre de impurezas y limpia en el analizador del equipo

No

Si

Pulsar ZERO y el equipo mostrara 0 mg/L SO_4^- - S

Si

No

Al instante el equipo sonará

Colocar y cubrir la celda con la muestra preparada dentro del analizador del equipo, la cual debe estar libre de impurezas y limpia. Pulsar medición, el resultado aparecerá en mg/L SO_4^- - S. Se deben realizar tres lecturas, introduciendo primero el blanco

FIN

Determinación de Acidez[1]

Materiales

- Probeta de 100 ml
- Beaker de 100 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Gotero
- Bureta de 25 ml graduada cada 0,5 ml
- Pinzas para bureta
- Soporte universal

Reactivos

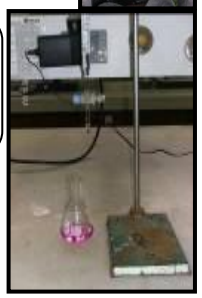
- Fenolftaleína
- Agua desionizada
- NaOH 0.02 N

Procedimiento

- Colocar las pinzas para bureta en el soporte universal.
- Purgar la bureta con NaOH.
- Introducir en la bureta un volumen suficiente de NaOH a una
- concentración de 0.02N para efectuar la titulación.
- Purgar el erlenmeyer con un poco de muestra
- Medir con la probeta 25 ml de muestra y posteriormente verter la muestra en el erlenmeyer.
- Adicionar a la muestra 2 gotas de indicador fenolftaleína.
- Sostener el erlenmeyer bajo la bureta y abrir un poco la llave de esta de modo que se adicione por goteo el NaOH.
- Cerrar la llave rápidamente cuando la muestra tome una coloración rosa pálido.
- Tomar nota del volumen de NaOH consumido en la titulación.
- Tomar nuevamente 25 ml de muestra y efectuar la titulación para obtener mayor precisión en la determinación. Esto sólo se efectúa cuando el volumen recolectado sea igual o superior a 90 ml.
- La lectura debe efectuarse preferiblemente antes de que la muestra complete 24 horas de haber sido recolectada.

[1] American Public Health Association. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales / / APHA, AWWA, WPCF ; Comité editorial conjunto : Leonore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg y R. Rhodes Trussel. Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 1992.1200 p. ISBN 84-7978-031-2.

Diagrama de flujo



DETERMINACIÓN DE ACIDEZ DE ACUERDO AL MÉTODO 2310B DE LOS MÉTODOS NORMALIZADOS

INICIO

Lavar bien y purgar erlenmeyer con la muestra

Adicionar 25 ml de muestra y 2 gotas de indicador de fenolftaleína

Tomar solución de NaOH a 0,02 N en una bureta, antes purgar la bureta

Realizar el montaje (Pinzas para bureta + bureta + soporte universal)

FUENTE: Las Autoras

Titular la muestra adicionando solución hasta que el color vire ha rosado pálido

Registrar el volumen de NaOH gastado

Realizar los cálculos respectivos

Acidez, como mg $CaCO_3$/L = V*N*50000/mL muestra

V: ml sodio hidróxido consumido.
N: Normalidad del sodio hidróxido.

Eliminar los residuos de la titulación hacia un recipiente con sales neutras y/o residuos de acidez

FIN

ANEXO C. Protocolo: Análisis de las propiedades químicas del suelo

Determinación de Hidrógeno intercambiable[2]

Materiales

- Espátula
- Vidrio de Reloj
- 1 probeta de 100 ml
- 1 Beaker de 100 ml
- Agitador magneto
- Papel filtro
- 1 balón aforado de 100 ml
- 1 pipeta de 10 ml
- 1 pipeteador
- 1 erlenmeyer con desprendimiento lateral de 500 ml
- 1 erlenmeyer de 250 ml
- Embudo buchner
- Gotero
- 1 bureta
- Pinzas para bureta
- Soporte Universal

Reactivos

- KCl 1N
- Agua desionizada
- Metil naranja 0.1 % en agua
- NaOH 0.1N

Equipos

- Balanza Analítica
- Plancha de agitación
- Bomba para filtrar

[2] CAMPOS SEGURA., Ricardo: Prácticas de laboratorio, suelos y química de suelos [prácticas de laboratorio]. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle ,2008.5 prácticas.

Procedimiento

INICIO

Pesar 10 gr de suelo

Adicionar 50 ml de KCl 1 N

Agitar durante 10 minutos

Filtrar al vacio en embudo buchner y recibir el filtrado (extracto) en el erlenmeyer

Llevar el extracto obtenido a un volumen final de 100 ml en balón aforado

Pipetear 50 ml del extracto (volumen alícuota) y depositarlos en un erlenmeyer de 250 ml

Añadir 5 gotas de metil naranja al 0.1 % en agua (Si el H+ esta presente el medio tomara un color rojo)

Titular con NaOH 0.1N hasta que el color vire a amarillo brillante

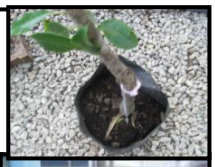
Realizar cálculos
H^+ (cmol/L)= (V*N*100)/P

FIN

FUENTE: Las Autoras

Convenciones

P = Peso de la muestra de suelo
V = Volumen de NaOH gastados en la titulación
N = Normalidad del NaOH



Determinación de Aluminio intercambiable[3]

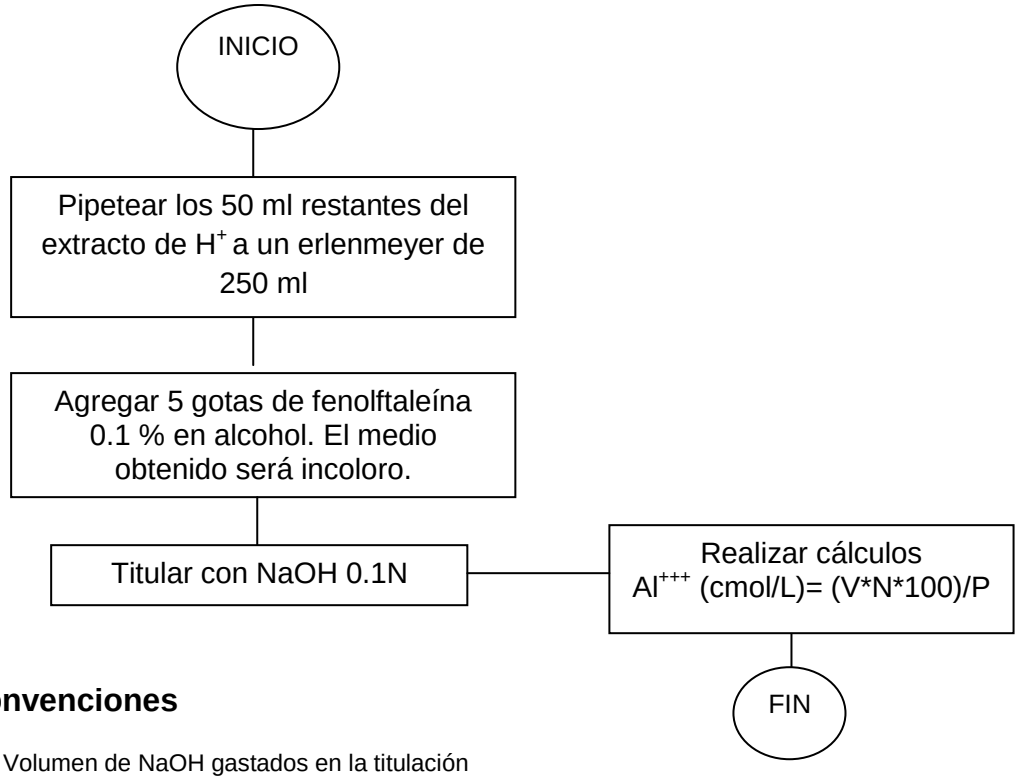
Equipos y Materiales

Los mismos del protocolo anterior

Reactivos

Los mismos del protocolo anterior, adicionando fenolftaleína al 0.1 % en alcohol

Procedimiento



Convenciones

V = Volumen de NaOH gastados en la titulación
N= Normalidad del NaOH
P= Peso de la muestra de suelo

FUENTE: Las Autoras

[3] Ibit.,p.8.

Determinación capacidad de intercambio catiónico[4]

Materiales

- Espátula
- Vidrio de Reloj
- 1 probeta de 100 ml
- 1 Beaker de 100 ml
- Agitador magneto
- Papel filtro
- 1 erlenmeyer con desprendimiento lateral de 500 ml
- 1 erlenmeyer de 250 ml
- Embudo buchner
- Gotero
- 1 bureta
- Pinzas para bureta
- Soporte Universal

Reactivos

- Agua desionizada
- Acetato de Amonio 1N
- Alcohol al 96 %
- Cloruro de Sodio al 10%
- Aldehído Fórmico
- Fenolftaleína
- Hidróxido de Sodio 0.1N

Equipos

- Balanza Analítica
- Plancha de agitación
- Bomba para filtrar

[4] Ibit.,p.5.

Procedimiento

INICIO

Pesar 5 gr del suelo

Adicionar 30 ml de acetato de amonio 1 N en un erlenmeyer

Agitar durante 20 minutos

Filtrar al vacio en embudo buchner

Al suelo residual del embudo enjuagarlo con alcohol al 96% tres veces

Desechar el filtrado y lavar bien el erlenmeyer

Reinstalar el embudo y al suelo residual agregar 50 ml de Cloruro de Sodio al 10% y filtrar

Agregar 5 gotas de Fenolftaleína

Al filtrado agregar 10 ml de Aldehído Fórmico

Titular con NaOH 0.1N hasta que llegue a un color rosado y anotar el volumen gastado

Realizar cálculos
CIC (cmol/L)= (V*N*100)/P

FIN

Convenciones

V = Volumen de NaOH gastados en la titulación
N = Normalidad del NaOH
P = Peso de la muestra de suelo

FUENTE: Las Autoras

Determinación de pH del suelo

Materiales

- Espátula

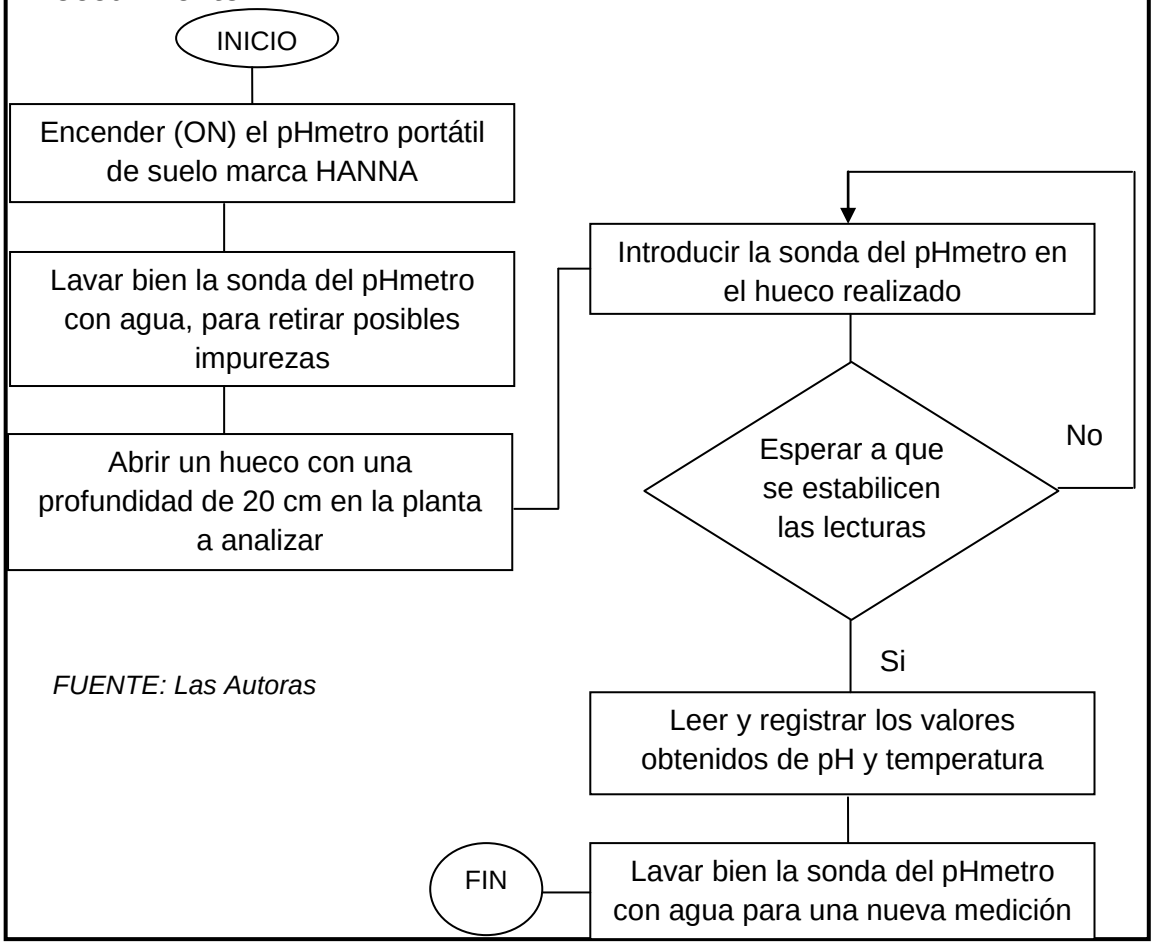
Reactivos

- Agua

Equipos

- pHmetro portátil de suelo marca HANNA

Procedimiento



FUENTE: Las Autoras

ANEXO D. Recolección, Almacenamiento y transporte de muestras

Materiales

- Guantes de nitrilo.
- Frasco lavador con agua destilada.
- Toallas de papel.
- Colector muestras de precipitación con cierre hermético.
- Rótulos
- Nevera de icopor.
- Hielo.
- Libro de campo.
- Bolígrafo.

Procedimiento

- Alistar libro de campo y bolígrafo.
- Diligenciar el rótulo y adherirlo al recipiente en que se efectuará la recolección de la muestra.
- Colocarse los guantes de nitrilo.
- Retirar el embudo del instrumento de muestreo.
- Efectuar la lectura de pH y temperatura de acuerdo a lo establecido en el Anexo B, Determinación de pH y temperatura.
- Verificar que el volumen total de la muestra se encuentre en el recipiente de muestreo principal, de lo contrario, verter toda la muestra en este y posteriormente introducirla en el colector.
- Asegurar adecuadamente el cierre hermético del colector y depositarlo en la nevera de icopor, si el análisis no se hace el mismo día.
- Lavar el equipo de muestreo (receptor principal, receptor secundario y embudo) con suficiente agua destilada, hasta retirar todo tipo de impurezas.
- Secar cada uno de los elementos que componen el equipo de muestreo y colocar nuevamente en el lugar correspondiente.
- Anotar en la libreta de campo todo tipo de observaciones percibidas durante la recolección de la muestra, las cuales se registran en el Formato de custodia que se encuentra al final de este protocolo.

Aseguramiento de la precisión de los datos

- El lavado del equipo de muestreo se realiza todos los días, independientemente de la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico de estudio.
- Los colectores con cierre hermético son lavados diariamente con abundante agua destilada.
- Se compara el volumen colectado en cada una de las estaciones para descartar el posible saboteo de las muestras.
- Se consulta la hora de ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico a los vigilantes de las instituciones en que se encuentran las estaciones de muestreo y posteriormente se compara esta información para determinar la hora aproximada del fenómeno.

Formato de Custodia

DIAGNÓSTICO DE LLUVIA ÁCIDA Y CONDICIONES METEOROLÓGICAS ASOCIADAS EN LA LOCALIDAD 17, LA CANDELARIA - BOGOTÁ D.C.
Universidad de la Salle
Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Estación:_____Fecha_____

Muestra No _____Hora aproximada de la lluvia:_____Cantidad:_____
pH_____T°C_____ Acidez_____Nitratos_____Sulfatos _____

Observaciones:_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Muestreado por:_____

FUENTE: Las Autoras

ANEXO E. MATRIZ INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

ANEXO E.1

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT								
MES	DÍA	UNISALLE		ESTACIÓN VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
ENERO	1	*	*	0,0	12,7	*	6,6	0,0
	2	*	*	0,0	13,0	91	2,8	0,0
	3	*	*	0,0	14,1	91	2,9	0,0
	4	*	*	0,0	14,4	88	4,4	0,0
	5	*	*	0,0	*	*	2,0	0,0
	6	*	*	0,0	*	84	0,5	0,0
	7	*	*	0,4	14,5	91	5,1	0,0
	8	*	*	12,4	*	81	2,2	9,1
	9	*	*	7,5	13,2	85	0,0	4,1
	10	*	*	2,4	11,4	96	0,1	1,1
	11	15,5	69,5	0,3	14,7	85	1,4	0,0
	12	15,5	70,2	0,0	11,1	*	3,1	0,0
	13	14,7	71,6	0,1	14,0	87	4,0	0,0
	14	14,4	64,1	0,1	*	*	0,9	0,0
	15	15,4	59,2	0,7	*	85	5,4	0,3
	16	14,5	64,0	2,4	14,3	92	1,6	0,8
	17	15,7	63,9	0,3	13,9	93	1,4	0,0
	18	13,1	62,4	0,0	*	*	8,0	0,0
	19	13,2	65,4	0,0	12,5	92	4,7	0,0
	20	11,4	66,0	0,0	13,9	84	6,0	0,0
	21	*	*	0,0	*	73	*	0,0
	22	*	*	0,0	*	*	5,3	0,0
	23	*	*	0,0	*	74	6,2	0,0
	24	*	*	0,0	*	*	4,1	0,0
	25	*	*	8,5	11,8	90	2,1	10,4
	26	*	*	0,3	13,4	90	0,0	0,2
	27	*	*	0,0	*	*	1,4	0,0
	28	*	*	0,0	11,9	*	8,3	0,0
	29	16,9	50,5	0,0	13,3	93	7,2	0,0
	30	12,1	77,1	0,0	*	*	4,6	0,0
	31	13,9	64,4	0,0	13,7	91	3,3	0,0
MEDIOS Y TOTALES		14,3	65,3	35,4	13,3	87	105,6	26,0

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.2

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT								
MES	DÍA	UNISALLE		ESTACIÓN VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
FEBRERO	1	*	*	0,0	13,7	89	4,5	0,0
	2	*	*	0,0	11,5	90	5,0	0,0
	3	*	*	0,0	12,6	90	6,3	0,0
	4	*	*	0,0	13,4	83	8,9	0,0
	5	*	*	0,0	14,2	84	7,4	0,0
	6	*	*	0,3	*	89	2,7	0,0
	7	*	*	0,0	*	90	8,6	0,0
	8	14,40	73,84	0,3	*	*	5,9	0,0
	9	14,90	72,83	0,0	*	*	1,9	0,0
	10	15,00	66,54	2,0	*	86	3,7	1,6
	11	14,60	72,73	0,2	*	77	7,8	0,0
	12	14,20	68,94	0,0	*	82	3,4	0,0
	13	14,30	74,95	0,0	*	87	0,6	0,0
	14	14,90	71,70	0,0	*	75	5,0	0,0
	15	14,70	68,80	0,0	14,9	76	7,5	0,0
	16	14,20	76,24	16,8	14,0	*	2,5	12,4
	17	13,90	71,90	36,2	13,0	*	0,1	2,8
	18	*	*	17,0	11,4	92	1,1	9,6
	19	*	*	17,7	12,6	87	0,0	8,5
	20	*	*	2,6	13,9	91	0,8	1,0
	21	*	*	12,1	13,2	86	2,1	9,7
	22	*	*	0,7	15,2	78	4,6	0,1
	23	*	*	0,1	14,1	92	5,8	0,0
	24	*	*	0,1	13,5	91	0,0	0,0
	25	*	*	0,0	13,7	87	2,3	0,0
	26	*	*	1,1	14,2	83	0,7	4,0
	27	*	*	0,3	14,3	77	2,1	0,0
	28	*	*	0,0	12,6	82	2,4	0,0
	29	*	*	0,0	13,3	77	4,6	0,0
MEDIOS Y TOTALES		14,5	71,8	107,5	13,5	85	108,3	49,7

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.3

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT								
MES	DÍA	UNISALLE		ESTACIÓN VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
MARZO	1	14,5	64,5	0,0	*	72	4,9	0,0
	2	14,9	65,7	1,7	13,7	83	2,6	0,3
	3	14,3	69,0	0,1	14,7	75	2,5	0,0
	4	14,0	73,2	*	13,9	86	1,6	6,7
	5	13,4	76,6	1,8	13,5	83	0,5	7,4
	6	15,1	67,4	0,2	13,5	79	2,0	0,0
	7	11,3	83,3	16,0	13,9	80	2,2	18,1
	8	12,4	84,3	44,1	*	*	2,4	36,8
	9	13,9	71,9	1,5	12,7	88	0,3	3,7
	10	14,4	72,0	6,6	13,9	86	3,8	5,1
	11	13,3	79,5	9,3	12,8	88	1,0	8,5
	12	13,9	73,3	5,0	12,7	86	0,9	5,9
	13	13,5	76,5	0,4	12,5	88	0,2	0,0
	14	11,7	90,9	23,5	12,7	*	*	20,2
	15	14,1	73,7	0,2	12,9	84	3,1	0,0
	16	12,9	69,8	0,0	13,8	79	1,7	0,0
	17	14,2	63,4	0,2	13,7	88	4,0	0,0
	18	13,5	65,0	0,0	13,5	80	4,5	0,0
	19	10,8	78,2	0,0	13,9	87	3,9	0,0
	20	15,4	65,3	0,0	13,3	88	1,0	0,0
	21	15,8	56,3	0,2	13,0	86	1,6	0,0
	22	15,7	61,0	0,0	12,9	87	4,0	0,0
	23	16,5	56,9	0,0	13,9	86	5,8	0,0
	24	16,5	58,2	0,0	13,9	90	7,1	0,0
	25	14,9	69,3	0,0	13,4	92	0,9	0,0
	26	16,2	54,4	0,0	*	*	5,8	0,0
	27	12,8	77,8	2,3	14,9	80	5,6	1,2
	28	15,0	68,6	0,4	14,1	90	0,8	0,0
	29	13,9	76,5	8,3	13,5	88	1,5	9,9
	30	15,1	71,2	18,8	12,6	88	0,3	24,8
	31	14,1	78,1	0,4	13,3	87	1,1	0,3
MEDIOS Y TOTALES		14,1	70,7	141,0	13,5	85	77,6	148,9

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.4

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT								
MES	DÍA	UNISALLE		ESTACIÓN VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
ABRIL	1	15,2	69,1	1,5	12,8	87	1,6	0,6
	2	13,9	74,3	0,3	13,7	90	2,1	0,0
	3	14,4	69,5	0,1	12,7	88	4,4	0,1
	4	12,4	79,3	4,5	12,3	86	3,6	0,8
	5	14,7	66,2	0,4	*	*	0,8	0,2
	6	15,4	69,0	0,0	13,3	88	3,1	0,0
	7	13,5	80,5	1,2	12,3	92	0,5	0,6
	8	14,9	62,9	0,0	12,6	87	5,1	0,0
	9	13,5	67,1	0,0	13,6	88	2,7	0,3
	10	16,3	59,5	0,7	14,7	84	3,1	0,0
	11	13,3	78,9	6,5	11,4	87	0,0	16,3
	12	13,7	75,5	0,2	12,8	92	0,3	0,0
	13	14,4	76,2	14,8	*	*	0,2	12,3
	14	11,7	79,9	0,0	12,3	85	1,0	0,0
	15	*	*	2,4	13,3	85	0,1	0,8
	16	*	*	0,1	13,4	77	3,4	0,0
	17	13,8	66,6	0,0	*	*	*	0,0
	18	14,6	69,4	0,4	13,1	85	*	0,1
	19	15,7	61,8	0,0	*	*	*	0,0
	20	14,8	68,9	0,0	12,8	92	*	0,0
	21	14,9	69,5	0,0	*	*	*	0,0
	22	15,2	67,4	17,8	12,9	86	1,9	4,1
	23	14,1	75,2	2,5	12,6	85	0,8	1,7
	24	13,8	79,0	0,1	12,6	88	0,0	0,5
	25	14,1	79,1	33,1	12,3	89	0,5	26,6
	26	14,8	77,6	3,1	12,2	*	0,3	5,9
	27	14,7	74,5	0,7	*	*	0,3	0,1
	28	15,5	70,8	0,0	12,6	92	2,3	0,0
	29	16,2	65,4	0,0	13,9	90	7,9	0,0
	30	14,6	72,7	0,4	13,8	86	5,4	0,0
MEDIOS Y TOTALES		14,4	72	90,8	12,9	87	51,4	71,0

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.5

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT									
MES	DIA	UNISALLE			VENADO				EDIFICIO HIMAT
		PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
MAYO	1	*	15,05	70,55	16,0	12,9	89	0,4	13,4
	2	*	14,50	69,25	0,3	13,3	*	0,0	0,0
	3	*	14,40	67,96	0,5	12,6	*	0,0	0,0
	4	*	12,97	88,26	34,7	*	*	*	25,3
	5	*	14,61	78,74	0,3	13,2	89	0,0	2,6
	6	*	14,66	71,65	0,0	12,9	89	3,8	0,0
	7	*	14,63	69,28	1,8	13,8	86	2,9	0,6
	8	*	13,81	75,07	8,9	13,3	91	0,0	6,3
	9	*	13,37	61,12	0,1	13,8	84	3,0	0,0
	10	*	12,94	69,34	0,0	13,0	*	2,8	0,0
	11	*	14,45	60,23	0,0	13,3	84	5,8	0,0
	12	*	14,24	65,31	0,0	12,9	90	4,2	0,0
	13	*	15,61	66,69	0,0	12,6	89	2,9	0,0
	14	*	14,87	64,91	0,0	*	*	4,8	0,0
	15	1,02	16,52	61,48	2,6	14,5	82	5,7	2,0
	16	0,51	14,86	72,66	0,3	13,8	85	2,5	0,0
	17	4,59	14,51	77,43	0,5	13,3	88	0,9	5,2
	18	0,51	14,54	72,19	5,5	14,5	90	*	0,4
	19	0,00	15,00	67,10	0,2	14,7	81	4,6	0,0
	20	16,44	14,24	77,90	19,5	14,5	*	0,4	18,1
	21	3,59	13,67	80,71	0,5	12,7	93	0,0	1,0
	22	19,62	13,34	85,35	19,0	13,4	87	0,9	22,2
	23	9,75	13,17	85,91	36,0	12,4	95	0,0	38,4
	24	60,20	12,46	87,91	40,4	12,0	92	0,0	50,5
	25	12,79	13,15	79,44	4,5	12,9	93	0,6	1,3
	26	4,09	13,17	82,73	4,3	*	*	0,0	4,5
	27	2,04	14,04	76,18	1,6	*	*	1,4	1,5
	28	0,51	13,29	75,32	0,3	12,8	90	0,6	0,3
	29	31,07	13,67	69,20	0,0	13,7	*	1,7	0,0
	30	1,53	13,43	74,90	2,5	13,2	90	0,9	2,2
	31	1,53	13,36	73,01	7,1	13,7	93	2,3	6,1
MEDIOS Y TOTALES		169,79	14,08	73,48	207,4	13,3	89	53,1	201,9

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.6

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT									
MES	DIA	UNISALLE			VENADO				EDIFICIO HIMAT
		PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
JUNIO	1	5,12	14,06	69,05	0,0	*	*	1,5	0,0
	2	2,55	14,29	72,30	3,2	13,5	83	2,6	2,3
	3	1,53	13,43	79,26	*	13,7	86	4,8	1,5
	4	0,00	14,11	68,12	1,8	*	*	2,5	0,1
	5	0,00	13,99	74,62	0,6	13,2	93	2,2	1,3
	6	1,02	14,16	72,82	2,5	13,6	85	2,3	0,5
	7	2,55	13,46	77,26	2,4	12,6	*	0,0	3,1
	8	0,51	13,58	71,84	1,2	13,4	*	1,0	1,0
	9	0,00	13,53	67,80	0,5	13,1	89	2,1	0,3
	10	16,95	12,81	81,74	18,0	13,7	85	0,6	21,1
	11	1,02	13,72	75,27	0,1	*	*	4,4	0,0
	12	0,00	14,73	68,15	0,0	*	*	7,4	0,0
	13	0,00	14,99	63,47	0,0	*	*	7,5	0,0
	14	0,00	14,70	66,25	0,0	14,1	83	2,0	0,0
	15	4,08	13,60	73,46	5,0	13,9	90	1,1	4,0
	16	0,51	13,81	70,87	4,5	14,5	86	1,6	4,5
	17	4,09	12,16	87,51	7,0	13,6	88	0,1	6,5
	18	5,61	13,91	74,66	1,2	13,2	90	5,6	0,3
	19	0,51	14,50	71,13	1,5	14,2	85	*	0,6
	20	0,00	15,37	60,86	2,1	13,9	82	5,9	1,7
	21	10,31	13,54	76,43	7,8	12,4	88	0,1	13,0
	22	1,02	13,60	75,74	1,1	13,1	89	1,2	1,3
	23	0,00	14,42	69,40	0,2	13,0	*	4,9	0,0
	24	0,00	13,91	70,39	16,4	13,1	87	0,1	18,8
	25	20,08	13,14	80,20	0,5	13,1	89	0,1	0,3
	26	1,03	14,38	76,21	2,6	13,4	85	2,8	0,6
	27	0,51	14,86	71,12	0,8	13,9	*	3,3	0,3
	28	2,56	13,24	75,67	4,5	12,3	85	0,6	1,9
	29	3,57	12,90	77,53	0,5	13,3	81	6,0	0,4
	30	1,02	13,65	73,83	3,0	13,9	84	0,0	0,4
MEDIOS Y TOTALES		86,15	13,89	73,10	89,0	13,4	86	74,3	85,8

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.7

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT									
MES	DIA	UNISALLE			VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
JULIO	1	0,51	13,60	74,67	*	13,8	89	3,6	1,3
	2	0,00	13,84	71,59	2,0	*	*	*	0,0
	3	0,00	13,95	70,24	0,3	13,3	90	5,1	0,0
	4	0,00	14,02	68,55	0,5	13,5	86	7,1	0,2
	5	0,51	13,49	77,87	0,4	13,5	89	1,4	1,6
	6	0,00	14,11	73,83	2,8	14,0	86	2,4	1,7
	7	2,56	13,83	74,29	0,9	13,9	81	0,7	0,4
	8	4,08	14,00	70,24	4,0	13,9	81	3,3	3,5
	9	1,53	13,15	73,24	2,5	15,8	80	5,3	1,2
	10	6,14	12,38	80,53	4,0	13,1	89	0,0	3,2
	11	0,00	12,86	71,62	0,5	*	*	3,0	0,2
	12	0,00	13,59	70,35	0,3	13,5	87	3,9	0,0
	13	0,51	13,59	76,09	8,3	13,8	87	2,7	10,5
	14	11,27	13,98	71,65	2,5	14,5	74	1,9	2,3
	15	0,00	13,97	67,75	*	14,3	81	5,0	0,0
	16	0,00	13,39	71,82	0,3	14,5	79	1,3	0,1
	17	9,77	12,42	81,22	10,1	12,5	76	0,4	10,9
	18	25,77	12,35	81,27	30,0	13,2	76	0,0	37,8
	19	4,60	13,10	72,54	*	12,3	86	6,7	0,0
	20	0,00	13,28	67,01	*	13,5	92	2,5	0,0
	21	1,53	12,52	69,22	2,0	14,0	79	2,4	0,8
	22	6,69	12,10	69,08	7,2	13,2	78	1,5	5,2
	23	0,00	13,34	65,16	0,3	14,3	81	6,8	0,0
	24	0,00	13,97	66,65	*	13,8	82	5,2	0,0
	25	0,00	13,87	69,07	0,1	13,7	86	5,0	0,3
	26	0,51	13,54	71,82	0,2	13,5	90	4,3	0,0
	27	0,00	13,84	67,88	0,5	13,6	83	6,4	0,1
	28	0,00	13,80	68,83	0,4	13,7	85	5,6	0,0
	29	1,02	14,03	70,50	1,0	14,2	86	3,9	0,5
	30	0,00	14,73	60,58	3,0	14,6	88	6,8	1,5
	31	*	14,80	64,00	0,4	14,3	82	3,5	0,0
MEDIOS Y TOTALES		77,00	13,53	71,26	84,5	13,8	84	107,7	83,3

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.8

DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UNISALLE CENTRO, VENADO DE ORO Y EDIFICIO HIMAT									
MES	DIA	UNISALLE			VENADO DE ORO				EDIFICIO HIMAT
		PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	BRILLO SOLAR (HORAS)	PRECIPITACION (mm)
AGOSTO	1	*	*	*	1,9	13,6	87	5,0	0,3
	2	*	*	*	0,4	13,4	84	3,0	0,0
	3	0,0	14,94	59,54	0,0	14,3	84	5,0	0,0
	4	0,0	14,32	59,02	0,0	13,9	68	8,8	0,0
	5	0,0	14,80	61,03	0,4	15,3	79	7,3	0,3
	6	3,6	13,96	67,54	4,5	12,9	85	2,2	3,2
	7	0,0	13,67	66,30	0,2	13,4	82	3,6	0,0
	8	0,0	13,10	65,48	0,0	13,1	87	2,2	0,0
	9	0,0	13,18	65,02	0,0	11,9	87	3,0	0,0
	10	0,5	14,05	65,32	18,5	13,1	81	5,3	19,3
	11	28,4	12,32	82,33	4,5	12,8	86	0,0	5,7
	12	0,0	14,04	71,21	0,3	16,1	67	6,6	0,0
	13	0,5	13,75	68,46	1,0	14,9	80	0,9	0,6
	14	0,0	14,52	68,15	0,3	14,0	83	3,6	0,5
	15	0,0	14,28	68,62	0,0	13,7	77	2,8	0,0
	16	0,0	14,17	70,64	0,0	13,2	80	*	0,0
	17	2,1	13,80	75,55	*	12,9	87	1,2	3,2
	18	3,6	13,27	82,85	4,9	*	*	*	1,7
	19	2,0	13,34	75,57	1,5	13,1	92	1,1	0,3
	20	0,0	13,27	70,85	0,4	12,6	84	4,1	0,3
	21	1,0	13,59	77,09	1,4	13,1	86	1,3	0,4
	22	7,7	13,50	77,68	13,2	13,1	90	0,3	13,1
	23	33,9	12,67	84,77	34,4	11,8	92	0,0	44,8
	24	15,9	13,06	81,90	8,2	*	*	0,9	6,7
	25	1,5	13,34	78,88	0,7	13,6	83	3,5	0,7
	26	0,0	13,56	69,08	0,3	13,1	88	1,1	0,0
	27	0,0	14,71	68,39	0,0	13,3	84	0,9	0,0
	28	0,0	14,48	72,10	0,0	12,9	86	0,5	0,0
	29	0,0	14,66	70,33	0,2	12,3	86	3,0	1,0
	30	0,0	15,00	64,54	0,3	13,5	85	6,8	0,0
	31	0,0	14,67	67,47	0,0	13,5	80	3,6	1,5
MEDIOS Y TOTALES		100,70	13,86	70,89	97,5	13,4	83,4	87,6	103,6

* Datos faltantes debido a fallas técnicas en la estación, o dato faltante por fallas del observador (estaciones IDEAM).

FUENTE: Leonardo López

ANEXO E.9 Precipitación de la Estación Venado de Oro

ESTACIÓN EL VENADO DE ORO													
ESTACIÓN:		EL VENADO DE ORO – VIVERO (Circunvalar)								SERIE:		1970-2004	
COORDENADAS:			0436N-7404W				ELEVACIÓN:		2725 m.s.n.m		TIPO:		CO
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE LA PRECIPITACION (mm)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	68,1	76,6	107,2	122,6	108,9	76,8	68,4	66,8	70,2	124,4	141,5	80,9	1112,4
ESTACIÓN:		EL VENADO DE ORO – VIVERO (Circunvalar)								SERIE:		2008	
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	35,4	107,5	141	90,4	207,4	89	84,5	97,5					

FUENTE: Base de datos IDEAM, actualización SIDHMA – FIAS. L. López.

ANEXO E.10 Precipitación de la Estación Edificio HIMAT

ESTACIÓN EDIFICIO HIMAT													
ESTACIÓN:		EDIFICIO HIMAT Ó SARAGA (Call 20 – Cra. 10)								SERIE:		1973-1986 Cll 20-Cra 10	
COORDENADAS:			0436N-7405W				ELEVACIÓN:		2640 m.s.n.m		TIPO:		PG
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE LA PRECIPITACION (mm)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	45,6	74,5	92,5	163,7	118,0	58,0	44,3	57,6	71,5	145,0	153,3	80,4	1104,3
ESTACIÓN:		EDIFICIO HIMAT – CORPAVI (Cle 16 Cra 5)								SERIE:		1986-2006 Corpavi	
COORDENADAS:			0436 N – 7404 W				ELEVACIÓN:		2685 m.s.n.m		TIPO:		PG
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE LA PRECIPITACION (mm)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	68,4	77	104,6	137,4	117,2	56,5	51,5	49,2	60,6	133	138,6	82,7	1076,7
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												SERIE 1973-1986 Cll 20 - Cr 10	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	8	11	13	17	17	18	18	17	16	17	16	12	180
NÚMERO DE DIAS CON PRECIPITACIÓN													SERIE 1986-2006 Corpavi
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL AÑO
TOTAL	9	11	15	18	21	19	21	20	14	18	17	12	195

FUENTE: Base de datos IDEAM, actualización SIDHMA – FIAS. L. López.

ANEXO E.11 Temperatura media – Estación Venado de Oro

ESTACIÓN EL VENADO DE ORO													
ESTACIÓN:		EL VENADO DE ORO – VIVERO (Circunvalar)								SERIE:		1970-2006	
COORDENADAS:			0436N-7404W				ELEVACIÓN:		2725 m.s.n.m		TIPO:		CO
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE TEMPERATURA MEDIA (ºC)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MEDIO	12,5	12,6	12,8	13,1	12,9	12,6	12,1	12,2	12,4	12,5	12,4	12,3	12,5

FUENTE: Base de datos IDEAM, actualización SIDHMA – FIAS. L. López.

ANEXO E.12 Humedad Relativa – Estación Venado de Oro

ESTACIÓN EL VENADO DE ORO													
ESTACIÓN:	EL VENADO DE ORO – VIVERO (Circunvalar)									SERIE:		1970-2006	
COORDENADAS:			0436N-7404W				ELEVACIÓN:		2725 m.s.n.m		TIPO:		CO
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE HUMEDAD RELATIVA (%)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MEDIO	77	78	79	81	82	81	81	80	79	81	83	80	80

FUENTE: Base de datos IDEAM, actualización SIDHMA – FIAS. L. López.

ANEXO E.13 Brillo Solar – Estación Venado de Oro

ESTACIÓN EL VENADO DE ORO													
ESTACIÓN:	EL VENADO DE ORO – VIVERO (Circunvalar)									SERIE:		1970-2006	
COORDENADAS:			0436N-7404W				ELEVACIÓN:		2725 m.s.n.m		TIPO:		CO
COMPORTAMIENTO MENSUAL MULTIANUAL DE BRILLO SOLAR (HORAS)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
TOTAL	116	100	89	72	77	87	101	102	92	79	71	99	90

FUENTE: Base de datos IDEAM, actualización SIDHMA – FIAS. L. López

ANEXO F. MATRIZ GENERAL DE MONITOREO DE LLUVIA ÁCIDA

ANEXO F.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	14-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	15-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	16-ene	1	68	18:00	5,6	15,3	3,5	*	*
	17-ene	Día parcialmente nublado, sin registrar precipitaciones							
	18-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	19-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	20-ene	No se registro precipitación y fue un día parcialmente nublado							
	21-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	22-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	23-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	24-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	25-ene	2	74	15:00	5,3	14	3,1	12	10
	25-ene	3	100	20:00	5,6	19	2,1	24	2,7
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Cielo parcialmente cubierto, mañana soleada y bajas temperaturas en la madrugada							
	28-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	29-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	30-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (sede Centro)	14-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	15-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	16-ene	1	19	18:00	6,5	17,8	*	*	*
	17-ene	Día parcialmente nublado, sin registrar precipitaciones							
	18-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	19-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	20-ene	No se registro precipitación y fue un día parcialmente nublado							
	21-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	22-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	23-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	24-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	25-ene	2	20	15:00	6,3	16,5	*	*	*
	25-ene	3	80	20:00	5,4	16	2	28	2
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Día parcialmente nublado, manaña soleada, sin registro de precipitaciones							
	28-ene	En la madrugada, fuertes heladas, día soleado sin precipitaciones, cielo parcialmente nublado							
	29-ene	En la madrugada, fuertes heladas, día soleado sin precipitaciones, cielo parcialmente nublado							
	30-ene	En la madrugada, fuertes heladas, día soleado sin precipitaciones, cielo parcialmente nublado							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.1.3

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	14-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	15-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	16-ene	Volumen insuficiente para efectuar mediciones de pH y temperatura							
	17-ene	Día parcialmente nublado, sin registrar precipitaciones							
	18-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	19-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	20-ene	No se registro precipitación y fue un día parcialmente nublado							
	21-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	22-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	23-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	24-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	25-ene	1	22	15:00	6	17,3	*	*	*
	25-ene	2	78	20:00	6,2	18	2,8	8	4
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Cielo parcialmente cubierto, mañana soleada y bajas temperaturas en la madrugada							
	28-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	29-ene								
	30-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.1.4

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	14-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	15-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	16-ene	1	5	18:00	5,5	18	*	*	*
	17-ene	Día parcialmente nublado, sin registrar precipitaciones							
	18-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	19-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	20-ene	No se registro precipitación y fue un día parcialmente nublado							
	21-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	22-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	23-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	24-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	25-ene	2	10	15:00	5,6	16,5	*	*	*
	25-ene	3	102	20:00	6,1	18	3,1	20	3
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Cielo parcialmente cubierto, mañana soleada y bajas temperaturas en la madrugada							
	28-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	29-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	30-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.1.5

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	14-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	15-ene	Cielo parcialmente cubierto y lloviznas en algunos sectores.							
	16-ene	1	10	18:00	5,6	18	*	*	*
	17-ene	Día parcialmente nublado, sin registrar precipitaciones							
	18-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	19-ene	No se registraron lluvias fue un día bastante soleado							
	20-ene	No se registro precipitación y fue un día parcialmente nublado							
	21-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	22-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	23-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	24-ene	Día soleado, con cielos parcialmente nublado, se registraron bajas temperaturas en la madrugada							
	25-ene	2	5	15:00	6,1	17	*	*	*
	25-ene	3	106	20:00	5,6	16	4	24	2
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Cielo parcialmente cubierto, mañana soleada y bajas temperaturas en la madrugada							
	28-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	29-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	30-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.1.6

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ENERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	16-ene	No se realizaron muestreos debido a periodo de vacaciones en el lugar							
	25-ene	No se realizaron muestreos debido a periodo de vacaciones en el lugar							
	25-ene	1	126	20:00	6	19	5	8	19
	26-ene	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto sin lluvias							
	27-ene	Cielo parcialmente cubierto, mañana soleada y bajas temperaturas en la madrugada							
	28-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	29-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	30-ene	Cielo parcialmente cubierto, y bajas temperaturas en la madrugada							
	31-ene	Cielo parcialmente cubierto, bajas temperaturas en la madrugada y lloviznas ligeras al finalizar la tarde							

	Eventos Diurnos		Eventos Nocturnos

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	4	21	Mañana	7,1	19	*	*	*
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	5	108	15:00	6,8	12	5,6	12	4
	17-feb	6	300	19:00	6,9	12	1,5	12	1
	18-feb	7	117	14:30	5,7	14	3,3	8	3
	18-feb	8	220	21:30	4,9	16	1,9	8	1
	19-feb	9	158	Noche	5	12	0,9	4	1
	20-feb	10	56	Noche/Madrug	5,7	14	3,7	6,8	8
	21-feb	11	148	14:30	5,9	17	*	6	1
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	12	18	17:50	6,4	16,8	*	*	6,90
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (sede Centro)	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	4	22	Mañana	7	20	*	*	*
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	5	47	15:00	7,3	12,6	7,9	*	9
	17-feb	6	300	19:00	6,8	11,7	1,9	8	1
	18-feb	7	73	14:30	5,9	13,8	4,1	16	8
	18-feb	8	158	21:30	4,3	13,6	1,5	4	1
	19-feb	9	255	Noche	5,1	12	1,6	8	1
	20-feb	10	75	Noche/Madrug	5,61	17	2,6	4	1
	21-feb	11	128	14:30	5,6	13	*	6	1
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	12	21	17:50	6,6	14,3	6	*	2,3
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.3

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo 20 de Julio	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	3	130	Mañana	6,9	17	*	*	*
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	4	149	15:00	6,6	21,1	4,1	8	3
	17-feb	5	440	19:00	6,1	17,5	1,3	8	1
	18-feb	6	41	14:30	6,1	14,4	3,2	*	4
	18-feb	7	150	21:30	4,5	15,2	1,8	4	1
	19-feb	8	213	Noche	4,2	13,4	1,3	8	1
	20-feb	La muestra fue alterada. se encontraron 310 ml y las condiciones atmosféricas no coinciden.							
	21-feb	9	146	14:30	6,2	11,3	*	6	2
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	10	35	17:50	6,9	14	5,3	*	6
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.4

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	4	21	Mañana	6,8	18	*	*	*
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	5	97	15:00	6,3	13,2	77,4	9	4,5
	17-feb	6	579	19:00	6,2	11,3	4,2	16	6,7
	18-feb	7	38	14:30	4,9	13,8	*	*	*
	18-feb	8	150	21:30	4,5	15,3	2	8	2
	19-feb	9	190	Noche	4,6	13,6	1,1	8	1
	20-feb	Debido al cambio del piso, la estación fue reubicada por los encargados de la obra. La muestra se perdió.							
	21-feb	10	148	14:30	4,6	13,4	*	2	1
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	11	27	17:50	7,3	21	4,4	*	12
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.5

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	4	20	Mañana	7,1	19	*	*	*
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	5	142	15:00	7,3	20	3,8	*	5
	17-feb	6	532	19:00	6,2	16,6	1,5	8	1
	18-feb	7	52	14:30	6,1	15,1	3,4	20	5
	18-feb	8	170	21:30	4,2	16,1	1,4	8	1
	19-feb	9	210	Noche	4,6	13,4	1,4	8	1
	20-feb	La muestra fue alterada por lo cual debió ser descartada. Datos no representativios							
	21-feb	11	195	14:30	5,5	16	*	4	1
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	12	34	17:50	7	20	3,9	*	6
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.2.6

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE FEBRERO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesía Silva	01-feb	Día soleado, con cielos totalmente despejados, no se registró ninguna precipitación							
	02-feb	Soleado en la mañana. Cielo parcialmente cubierto en la tarde y ausencia de lluvias							
	03-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	04-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	05-feb	Día soleado, con cielo despejado.							
	06-feb	Lloviznas en las primeras horas de la mañana. Cielo semicubierto sin lluvias el resto del día							
	07-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	08-feb	Día soleado, con cielo parcialmente nublado y sin precipitaciones							
	09-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-feb	Los domingos no abren la institución. La muestra se descartó por exceso en tiempo de recolección.							
	11-feb	Día con gran nubosidad, sin registro de precipitaciones							
	12-feb	Cielo cubierto, poco soleado, sin registro de precipitaciones.							
	13-feb	Cielo entre cubierto y parcialmente cubierto con algunas lloviznas alrededor de las 11:00 y de las 15:30.							
	14-feb	Mañana parcialmente cubierta y poco soleda. Tarde soleada y despejada.							
	15-feb	Mañana muy soleada, tarde parcialmente nublada, poco soleada sin registro de precipitaciones							
	16-feb	2	300	15:00	6,2	18	2,1	12	1
	17-feb		300	19:00	6,2	18	2,1	12	1
	18-feb	3	95	14:30	5,4	16	2,9	28	4
	18-feb	4	160	21:30	4,8	18	2	20	1
	19-feb	5	230	Noche	4,4	14,5	6,5	4	11
	20-feb	6	68	Noche/Madrug	5,9	17	2,5	14	2
	21-feb	7	148	14:30	4,6	13,4	*	6	1
	22-feb	Cielo parcialmente cubierto. Se registraron lloviznas a las 2:30p.m. y a las 6:00p.m.							
	23-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	24-feb	No se registraron precipitaciones, se presentó cielo parcialmente cubierto con algunas horas de sol.							
	25-feb	Día ligeramente cubierto y soleado. Sin registro de precipitaciones							
	26-feb	8	33	17:50	6,4	14,6	5	*	2
	27-feb	El día 27 de febrero fue un día poco soleado con cielo parcialmente cubierto							
	28-feb	Mañana soleada, en las horas de la noche se registraron lloviznas ligeras y sectorizadas							
	29-feb	El 29 de febrero fue un día bastante soleado con cielo parcialmente cubierto y sin registro de precipitaciones.							
	Eventos Diurnos			Eventos Nocturnos					

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	Cielo semicubierto, lluvias sectorizadas.							
	03-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-mar	13	45	15:15	5,2	15	3,1	12	5
	05-mar	14	20	14:10	5,8	14,4	3,6	*	7
	06-mar	15	23	Noch/Madrug	5,2	14,5	4	*	4
	07-mar	16	451	16:50	6,4	16	1,2	8	1
	07-Mar Contramuestra						0,86	8	1
	08-mar	17	600	15:00	6,4	12	1,7	6	2
	08-Mar Contramuestra						1,6	4	2
	09-mar	18	20	16:10	6,1	13,5	3,33	*	3
	10-mar	19	112	Tarde/madrug	5,5	18,6	1,7	8	2
	10-Mar Contramuestra						1,56	8	2
	11-mar	20	49	15:30	5,8	13	2,96	4	3
	12-mar	21	68	14:50	4,6	13,8	2,63	12	3
	12-Mar Contramuestra						2,76	*	3
	13-mar	Día cubierto y lloviznas sectorizadas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	14-mar	22	312	13:00	4,8	11,3	1,4	6	1
	14-Mar Contramuestra						1,53	6	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Casa Museo Quinta de Bolívar	15-mar	Cielo semicubierto y lloviznas sectorizadas e inapreciables							
	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	23	8	14:45	7,4	15,2	-	-	-
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	24	100	13:00	5,2	15,6	3,2	4	4
	29-mar	25	18	Tarde-Noche	5,1	21,6	-	-	-
	30-mar	26	285	Noche	5,1	10,6	1,2	5	1
	31-mar	27	5,5	Noche - Madrugada	5,9	13,9	-	-	-

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede centro)	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	13	32	14:15	7,6	18	8,26	*	18
	03-mar	Día parcialmente cubierto con bastantes horas de sol y sin precipitaciones.							
	04-mar	14	40	15:15	6,6	15	2	12	3
	05-mar	15	27	14:10	5,7	14,8	3,9	*	6
	06-mar	16	22	Noch/Madrug	5,7	11,8	2,2	*	4
	07-mar	17	315	16:50	5,2	12	1,16	20	1,6
	07-Mar Contramuestra						1,83	16	1
	08-mar	18	410	15:00	5,8	13	1,3	4	2
	08-Mar Contramuestra						1,5	6	2
	09-mar	19	<10	16:10	6,2	15	*	*	*
	10-mar	20	54	Tarde/madrug	5,9	14,2	1,5	4	1
	10-Mar Contramuestra						*	*	1
	11-mar	21	84	15:30	6,1	13	2,2	8	3
	11-Mar Contramuestra						2,6	*	3
	12-mar	22	119	14:50	4,4	13,3	3,3	10	4
	12-Mar Contramuestra						3	10	4
	13-mar	Día nublado y lloviznas leves en la tarde. No fueron suficientes para los respectivos análisis de laboratorio.							
	14-mar	23	294	13:00	4,9	11,6	2,3	10	3
	14-Mar Contramuestra						2,3	10	2

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Universidad de La Salle (Sede centro)	15-mar	24	186	Mañana	5,2	16,1	1,16	6	1
	15-Mar Contramuestra						1	8	1
	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	25	38	14:45	8,5	17,5	5,2	-	6
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	26	155	13:00	5,2	14,1	2,8	7	4
	29-mar	27	5,3	Tarde-Noche	4,7	18,9	-	-	-
	30-mar	28	316	Tarde-Noche	4,9	12,9	1,2	12	1
	31-mar	29	4,8	Noche - Madrugada	6,5	13,3	-	-	-

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.3.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	11	32	14:15	5,8	15,1	6,5	*	12,3
	03-mar	Día parcialmente cubierto con bastantes horas de sol y sin precipitaciones.							
	04-mar	12	82	15:15	5,4	16	4,6	12	8
	05-mar	13	40	14:10	6,2	17	3,1	*	3
	06-mar	14	40	Noch/Madrug	4,4	15,5	2,56	*	2
	07-mar	15	149	16:50	5,2	12,5	1,2	12	2
	07-Mar Contramuestra						1,56	12	1
	08-mar	16	639	15:00	5,2	12,5	1,9	16	2,66
	08-Mar Contramuestra						2	16	2,66
	09-mar	En este punto fue imposible realizar las lecturas respectivas, debido a que la cantidad de agua lluvia era insuficiente.							
	10-mar	17	49	Tarde/madrug	6,4	18	1,57	4	2
	11-mar	18	80	15:30	5,8	12,5	1,4	2	2
	12-mar	19	152	14:50	4,8	13,5	2,13	8	2
	12-Mar Contramuestra						2,17	8	2
	13-mar	Fue un día nublado se presentaron lloviznas leves en la tarde, pero que no fueron suficientes para los respectivos análisis de laboratorio.							
	14-mar	20	346	13:00	4,5	17	2,5	8	3
	14-Mar Contramuestra						2,3	6	3

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.3.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Casa Museo 20 de Julio	15-mar	21	57	Mañana	5,6	13,8	1,5	4	1
	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	22	62	15:00	6,6	18,6	5,66	24	8
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	23	183	14:15	4,8	13,8	2,6	8	3
	29-mar	24	4,3	Tarde-Noche	6	19,2	-	-	-
	30-mar	25	268	Noche	4,9	14,3	1,06	6	1
	31-mar	Dia parcialmente nublado, lloviznas leves sectorizadas en la noche							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.4.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	12	40	14:15	7,2	16,2	7,86	*	14
	03-mar	Día parcialmente cubierto con bastantes horas de sol y sin precipitaciones.							
	04-mar	13	61	15:15	6	20,5	4,2	12	8
	05-mar	14	38	14:10	6,4	19	3,9	*	5
	06-mar	15	28	Noch/Madrug	4,5	14,3	2,7	*	2
	07-mar	16	232	16:50	5,1	13,2	1,46	12	2
	07-Mar Contramuestra						0,56	12	2
	08-mar	17	233	15:00	4,9	14,1	1,13	12	1
	08-Mar Contramuestra						1,7	12	2
	09-mar	En este punto fue imposible realizar las lecturas respectivas, debido a que la cantidad de agua lluvia era insuficiente.							
	10-mar	18	45	Tarde/Madrug	6,5	18	1,66	4	2
	11-mar	19	57	15:30	6	13	1,3	4	1
	11-Mar Contramuestra						*	6	*
	12-mar	20	145	14:50	5,1	17	2,1	12	3
	12-Mar Contramuestra						2,2	12	2
	13-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para el análisis.							
	14-mar	21	468	13:00	4,7	16	2,5	8	2,3
	14-Mar Contramuestra						2,4	8	2,7

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.4.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Ministerio de Hacienda y Crédito Público	15-mar	22	66	Mañana	5,2	18,5	1,2	6	1
	15-Mar						1,56	*	1
	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	23	44	15:00	6,9	21,8	4,9	*	7
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	24	141	13:00	4,8	16,6	3,7	12	5
	29-mar	25	< 10	Tarde-Noche	4,2	23,4	-	-	-
	30-mar	26	238	Noche	4,6	24,8	1,3	8	1
	31-mar	Dia parcialmente nublado, lloviznas leves sectorizadas en la noche							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.5.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	13	38	14:15	5,8	14,6	5,8	*	12
	03-mar	Día parcialmente cubierto con bastantes horas de sol y sin precipitaciones.							
	04-mar	14	53	15:15	6	21	4,5	10	7
	05-mar	15	38	14:10	6,1	18	3,4	*	5
	06-mar	En este punto no se recolectó agua lluvia, el recipiente no contenía muestra.							
	07-mar	16	305	16:50	5,9	11,1	1,56	12	1,33
	07-Mar Contramuestra						1,56	12	1
	08-mar	17	500	15:00	4,9	12,7	0,73	24	1,33
	08-Mar Contramuestra						0,73	24	2,66
	09-mar	18	<13	16:10	6,1	14,8	*	*	4
	10-mar	19	49	Tarde/Madrug	6,4	16	1,5	6	2
	11-mar	20	86	15:30	5,8	12	1,4	2	1
	11-Mar Contramuestra						*	4	*
	12-mar	21	144	14:50	5,4	18	2,4	12	3
	12-Mar Contramuestra						2,4	12	3
	13-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	14-mar	22	478	13:00	4,7	17	2,9	2	3
	14-Mar Contramuestra						3,1	2	4
	15-mar	23	90	Mañana	5,1	15	1,5	6	1
	15-Mar Contramuestra						1,26	*	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.5.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Colegio Centro Sagrado Corazón	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	24	37	15:00	6,5	18,5	4	*	7
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	25	157	13:00	4,8	14,3	3,8	12	5
	29-mar	26	5,4	Tarde-Noche	4,7	22	-	-	-
	30-mar	27	281	Noche	4,8	20,2	1,23	6	1
	31-mar	Dia parcialmente nublado, lloviznas leves sectorizadas en la noche							

F

UENTE: Las autoras

ANEXO F.3.6.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesía Silva	01-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-mar	9	12	14:15	6,6	20,4	10,26	*	*
	03-mar	Día parcialmente cubierto con bastantes horas de sol y sin precipitaciones.							
	04-mar	10	52	15:15	5,5	15	5,2	56	3
	05-mar	11	33	14:10	6,1	16,2	3,1	*	5
	06-mar	12	29	Noch/Madrug	4,6	15,6	2,2	*	4
	07-mar	13	150	16:50	5,9	13,8	1	36	1
	07-Mar Contramuestra						0,56	16	1
	08-mar	14	729	15:00	5,8	14,4	2,1	6	0
	08-Mar Contramuestra						2,1	6	0
	10-mar	15	64	Tarde/Madrug	6	14,6	1,5	12	1
	10-Mar Contramuestra						1,6	*	1
	11-mar	16	163	15:30	5,7	13,2	1,8	8	2
	11-Mar Contramuestra						1,9	6	2
	12-mar	17	138	14:50	4,9	13,6	2,5	12	4
	12-Mar Contramuestra						2,7	12	4
	13-mar	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	14-mar	18	224	13:00	4,4	12,3	2,4	8	3
	14-Mar Contramuestra						2,1	8	3
	15-mar	19	66	Mañana	5,6	14,3	0,9	8	0
	15-Mar Contramuestra						1,1	*	0

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.3.6.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MARZO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Cont. Casa de Poesía Silva	16-mar	Cielo entre parcialmente cubierto y cubierto, sin lluvias.							
	17-mar	Día despejado y soleado.							
	18-mar	Día despejado y soleado.							
	19-mar	Día ligeramente cubierto y soleado							
	20-mar	Día despejado y soleado.							
	21-mar	Día despejado y soleado.							
	22-mar	Día despejado y soleado.							
	23-mar	Día despejado y soleado.							
	24-mar	Día despejado y soleado.							
	25-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	26-mar	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	27-mar	20	39	14:45	7.8	17,4	4,4	-	7
	28-mar	Día cubierto y lloviznas en la tarde. Insuficientes para análisis							
	29-mar	21	348	Tarde-Noche	5	13,8	2,5	10	2
	31-mar	22	4,5	Noche - Madrugada	6	14,5	-	-	-
	Eventos Diurnos			Eventos Nocturnos					

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-abr	28	15,4	16:00	6,9	13,2	-	-	-
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	29	63	13:00	5	19	2,9	10	6
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	30	93	16:00	4,8	16	2,53	8	3
	11-abr Contramuestra						2,4	16	3
	12-abr	Dìa parcialmente nublado, lluvias sectorizadas en las horas de la tarde							
	13-abr	31	277	14:00	5,4	16	1,5	8	1
	13-abr Contramuestra						1,53	8	2
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	32	371	16:30	5,9	12	3,3	12	3
	23-abr	33	40	Tarde	7,5	15	3,1	-	1
	24-abr	34	23	14:15	6,8	13,6	1,9	-	2
	25-abr	35	592	Noche	6,1	16,6	1,46	4	1
	25-abr Contramuestra						1,43	4	1
	26-abr	36	45	17:00	7,2	20,6	1,3	*	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede Centro)	01-abr	30	8,2	16:00	8,1	16,1	-	-	-
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	31	8	13:00	5,4	15,6	-	-	-
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	32	143	16:00	5	12,90	2,73	12	4
	11-abr Contramuestra						2,93	8	4
	12-abr	Dìa parcialmente nublado, lluvias sectorizadas en las horas de la tarde							
	13-abr	33	178	14:00	5,4	16	1,7	8	1
	13-abr Contramuestra						1,7	8	1
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede Centro)	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	34	70	16:30	9.3	20	3,3	*	4,5
	23-abr	35	35	Tarde	7,8	19,5	3	-	4
	24-abr	36	17	14:15	7,1	15,9	-	-	3
	25-abr	37	453	Noche	6	16,8	1,9	4	2
	25-abr Contramuestra						1,9	4	2
	26-abr	38	107	17:00	6,6	21,3	1,4	8	1
	26-abr Contramuestra						1,26	4	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.3.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	26	23	13:00	5,2	14,5	6,3	*	13
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	27	277	16:00	7,7	14,2	3,8	*	5
	11-abr Contramuestra						4	*	5
	12-abr	28	60	14:30	6,2	17,1	4,8	40	10
	13-abr	29	163	14:00	4,8	13	1,76	12	2
	13-abr Contramuestra						1,53	12	1,66
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.3.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	30	76	16:30	7,6	18,2	2,63	*	3
	23-abr	31	24	Tarde	7,2	17,5	2,4	*	2
	24-abr	Día parcialmente cubierto, lluvias sectorizadas en las horas de la tarde.							
	25-abr	32	497	Noche	6,1	14,3	1,2	40	1
	25-abr Contramuestra						1,2	32	1
	26-abr	33	230	17:00	5,7	18,9	1,43	4	1
	26-abr Contramuestra						1,43	4	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.4.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	27	38	13:00	5,7	18,7	6,6	*	16
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	28	200	16:00	5,3	12,9	3,63	16	6
	11-abr Contramuestra						4,13	12	6
	12-abr	29	80	14:30	5,4	18,6	1,4	8	3
	13-abr	30	130	14:00	4,7	15,2	1,2	12	2
	13-abr Contramuestra						1,23	12	1,66
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.4.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	31	10	16:30	7,4	18,6	*	*	*
	23-abr	32	17	Tarde	7,4	17,9	2,06	*	*
	24-abr	Día parcialmente cubierto, lluvias sectorizadas en las horas de la tarde.							
	25-abr	33	482	Noche	5,6	18,5	2,86	4	1
	25-abr Contramuestra						2,83	4	1
	26-abr	34	168	17:00	5,7	23	1,5	4	1
	26-abr Contramuestra						1,63	4	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.5.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	28	34	13:00	5,4	17,9	6	*	11
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	29	252,5	16:00	5	12,6	2,77	8	4
	11-abr Contramuestra						2,7	12	4
	12-abr	30	69	14:30	5,8	18,8	2	16	2
	13-abr	31	187	14:00	4,7	11,9	1,63	12	1
	13-abr Contramuestra						1,63	12	1
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.5.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	32	31	16:30	7,8	17,5	3,33	*	5
	23-abr	33	26	Tarde	6,5	17,5	2,44	*	4,66
	24-abr	34	12	14:15	6,2	20,5	1,9	*	*
	25-abr	35	4,89	Noche	5,4	17	1,6	4	3
	25-abr Contramuestra						1,43	4	3
	26-abr	36	175	17:00	5,7	18,1	1,23	8	1
	26-abr Contramuestra						1,2	8	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.6.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	01-abr	23	10	16:00	7,2	15,4	-	-	-
	02-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana y tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	03-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	04-abr	24	5	13:00	5,3	16,7	-	-	-
	05-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la mañana. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	06-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	08-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde y noche. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	09-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-abr	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	11-abr	25	171	16:00	5,2	13,4	3,1	4	4
	11-abr Contramuestra						3,03	8	4
	12-abr	26	291	14:00	5,4	15,8	2,06	12	2
	12-abr Contramuestra						1,9	8	2
	14-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.4.6.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE ABRIL									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	15-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	16-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	17-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	18-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	19-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	20-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	21-abr	Día soleado, acompañado de lloviznas leves. Cantidades insuficientes para la recolección							
	22-abr	27	163	16:30	7	16,4	3,2	*	3
	23-abr	28	34	Tarde	7,1	16	2,6	-	3
	24-abr	29	15	14:15	6,6	15,9	-	-	1
	25-abr	30	444	Noche	6,2	17	2	8	1
	25-abr Contramuestra						1,83	8	1
	26-abr	31	141	17:00	6,7	16,8	1,7	16	1
	26-abr Contramuestra						1,6	8	1
	27-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	28-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	29-abr	Día ligeramente cubierto y soleado							
	30-abr	Día semicubierto y lloviznas en horas de la tarde. Cantidades insuficientes para la recolección.							
	Eventos Diurnos			Eventos Nocturnos					

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-may	37	251	18:00	7,6	18,4	1,6	*	1
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	38	592	Lloviznas durante todo el día	5,6	17,5	0,77	8	0
	04-may Contramuestra						0,9	8	0,33
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	Dìa parcialmente cubierto, lloviznas leves en la noche, que fueron insuficientes para los analisis							
	08-may	39	47	Transcurso del dìa	6,9	15	1,2	8	1,1
	08-may	40	91	Noche	7,1	15,6	0,56	*	0
	08-may Contramuestra						0,5	*	0
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	41	22	Noche	8	20,5	1,6	-	1
	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	42	70	Noche	8,2	21,1	1,3	*	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	20-may	43	283	Noche	7,8	16,8	0,6	*	0
	20-may Contramuestra						0,6	*	0
	21-may	44	13	18:00	7,7	16,9	1,3	*	*
	22-may	45	218	Tarde-Noche	4,8	12,5	1,4	4	1
	22-may Contramuestra						1,6	8	1
	23-may	46	33	13:00	4,7	15,2	2,9	-	3
	23-may	47	580	Noche-Madrugada	5	13,2	1,4	4	1
	23-may Contramuestra						1,8	4	1
	24-may	48	619	Tarde - Noche	5,1	13,2	1,3	4	1
	24-may Contramuestra						1,1	4	1
	25-may	49	<10	Noche	6,3	15,2	-	-	-
	26-may	50	71	13:00	5,3	16,3	2,63	2	2
	26-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas en la noche, insuficientes para el análisis							
	27-may	51	18	Noche	6,6	17,9	1,3	*	*
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	52	49	Noche	7,2	18,4	1,5	*	2
	31-may	53	110	Noche	6,1	16	1	2	1
	31-may Contramuestra						1,5	2	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede Centro)	01-may	39	306	18:00	6,4	12,5	1,47	12	1
	01-may Contramuestra						1,67	8	1
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	40	405	Lloviznas durante todo el día	5,6	19	1,1	12	1
	04-may Contramuestra						0,93	12	1
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	41	14	Noche	5,5	15,5	1,6	*	*
	08-may	42	25	Transcurso del dìa	7,5	19,3	1,3	*	1
	08-may	43	98	Noche	6,9	13	0,9	16	1
	08-may Contramuestra						1	12	1
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	El muestreador fue removido del sitio por personas ajenas al proyecto, hubo pèrdida de la muestra							
	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	44	78	Noche	7,8	18,9	1,2	*	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	20-may	45	325	Noche	6,6	11,7	0,8	8	1
	20-may Contramuestra						1,1	8	1
	21-may	Día totalmente cubierto. Lloviznas sectorizadas al mediodía y en la noche, pero insuficientes para la recolección.							
	22-may	46	453	Tarde-Noche	4,9	13,7	1,3	8	1
	22-may Contramuestra						1,1	8	1
	23-may	47	62	13:00	4,6	15,6	3,3	12	2
	23-may	48	410	Noche-Madrugada	5	12,6	1,7	8	1
	23-may Contramuestra						1,5	8	1
	24-may	49	587	Tarde-Noche	5,5	17,9	1,7	8	1
	24-may Contramuestra						1,4	8	1
	25-may	50	<10	Noche	6,5	11,8	-	-	-
	26-may	51	38	13:00	5,2	16,1	1,4	*	1
	26-may	52	<10	Noche	4,8	17,5	*	*	*
	27-may	53	24	Noche	6,6	19,8	1,1	*	2
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	54	30	Noche	7,6	13,3	1,57	*	2
	31-may	55	92	Noche	6,5	12	1,50	2	1
	31-may Contramuestra						0,97	2	1

FUENTE: Las autoras

ANEXOF.5.3.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-may	34	185	18:00	6,8	17	1,4	8	1
	01-may Contramuestra						1,33	8	1
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	35	292	Lloviznas durante todo el día	5,6	19	1,3	6	1
	04-may Contramuestra						1,6	6	1
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	36	12	Noche	4,6	15,9	1,6	*	*
	08-may	37	20	Transcurso del dìa	6,9	15	0,9	*	1
	08-may	38	109	Noche	5,5	14,1	1,1	16	1
	08-may Contramuestra						1,1	16	1
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	39	28	Noche	7,3	16,8	3,5	-	1,2
	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	40	70	Noche	7,2	15,6	1,1	*	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.3.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	20-may	41	318	Noche	8,2	15,6	1	*	0
	20-may Contramuestra				8,2	15,6	0,66	*	0
	21-may	42	14	18:00	7,3	18,2	3,36	*	*
	22-may	43	483	Tarde-Noche	5,1	14,4	2,7	8	1
	22-may contramuestra						2,2	8	1
	23-may	44	56	13:00	4,6	16,3	2,8	8	2
	23-may	45	360	Noche-Madrugada	5	13,9	1,4	4	1
	23-may Contramuestra						1,43	4	1
	24-may	46	578	Tarde-Noche	5	11,6	1,3	4	1
	24-may Contramuestra						1,4	4	1
	25-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	26-may	47	52	13:00	5,3	15,4	1,3	2	2
	26-may	48	43	Noche	5,2	17,4	1,97	*	2
	27-may	49	31	Noche	7,1	18,2	1,67	*	2
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	50	29	Noche	6,6	13,9	2,2	*	1
	31-may	51	88	Noche	6,3	14,4	1,43	2	1
	31-may Contramuestra						1,23	2	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.4.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-may	35	309	18:00	6,8	13,5	0,86	4	0
	01-may Contramuestra						1,1	4	0,66
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	36	218	Lloviznas durante todo el día	5,6	24	1,53	8	0
	04-may Contramuestra						1,37	6	1
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	37	15	Noche	7,3	21,1	1,5	*	*
	08-may	38	18	Transcurso del dìa	6,9	17	0,8	*	*
	08-may	39	80	Noche	6,9	17	0,9	8	0
	08-may Contramuestra						0,7	8	0
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	40	20	Noche	7,8	17,5	2,6	-	1,1
	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	41	79	Noche	6,7	19,5	1	8	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.4.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	42	37	15:10	7,7	17	2,3	*	3
	20-may	43	258	Noche	6,7	18,6	0,93	8	0,33
	20-may Contramuestra						0,93	8	0
	21-may	44	7	18:00	7,4	24,9	*	*	*
	22-may	45	429	Tarde-Noche	5,6	17	2,43	10	1
	22-may Contramuestra						2,6	16	1
	23-may	46	23	13:00	5,5	21	2,86	*	3
	23-may	47	345	Noche-Madrugada	5,1	16,1	1,1	4	1
	23-may Contramuestra						1	8	1
	24-may	48	592	Tarde-Noche	5	12	1,1	4	1
	24-may Contramuestra						1	4	1
	25-may	49	<10	Noche	6,6	17,3	-	-	-
	26-may	50	65	13:00	5,2	16,1	2,5	4	2
	26-may	51	33	Noche	5,5	16,5	1,7	*	2
	27-may	52	6	Noche	7,3	23	*	*	*
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	53	25	Noche	7	22	1,87	*	2
	31-may	54	89	Noche	6,5	15,4	2,57	4	1
	31-may Contramuestra						1,4	4	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.5.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-may	37	302	18:00	6,2	12,5	1,1	4	1
	01-may Contramuestra						1,16	4	1
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	38	285	Lloviznas durante todo el día	5,5	21	1,47	4	1
	04-may Contramuestra						1,23	6	1
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	39	24	Noche	7,6	18,9	1,9	*	1
	08-may	40	24	Transcurso del dìa	7	17,4	0,77	*	1
	08-may	41	93	Noche	7	17,4	0,9	*	0
	08-may Contramuestra						0,87	*	0,33
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	42	28	Noche	7,7	17,6	2,4	-	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.5.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	43	80	Noche	6,8	15,3	0,7	8	1
	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	44	18	15:10	7,7	18,6	2,63	*	*
	20-may	45	275	Noche	6,6	17	0,96	4	0
	20-may Contramuestra						1	4	0
	21-may	Día totalmente cubierto. Lloviznas sectorizadas al mediodía y en la noche, pero insuficientes para la recolección.							
	22-may	46	504	Tarde-Noche	5,5	14,6	1,43	12	1
	22-may Contramuestra						1,47	12	1
	23-may	47	12	13:00	5,5	18	2,93	*	*
	23-may	48	290	Noche-Madrugada	5	13,4	1,3	4	1
	23-may Contramuestra						1,2	4	1
	24-may	49	592	Tarde-Noche	5,2	10,7	1,2	2	1
	24-may Contramuestra						1,2	3	1
	25-may	50	<10	Noche	6,6	17,7	-	-	-
	26-may	51	63	13:00	5,1	14,9	1,86	6	4
	26-may	52	35	Noche	5,6	16,6	1,63	*	2
	27-may	53	9	Noche	7,6	24	*	*	*
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	54	30	Noche	7,1	22,4	2,1	*	2
	31-may	55	96	Noche	6,8	13,9	1,43	4	1
	31-may Contramuestra						1,73	4	1

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.6.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	01-may	32	278	18:00	5,8	15,3	0,9	6	1
	02-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	03-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves en la noche.							
	04-may	33	448	Lloviznas durante todo el día	5,2	15	0,97	6	1
	04-may Contramuestra						1,43	4	1
	05-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	06-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	07-may	Dìa parcialmente cubierto, lloviznas leves en la noche, que fueron insuficientes para los analisis							
	08-may	34	42,5	Transcurso del dìa	7	15,9	1	*	1,1
	08-may	35	97	Noche	6,7	16,8	0,83	16	0
	08-may Contramuestra						0,9	16	0
	09-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	10-may	Día despejado y tiempo seco							
	11-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	12-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	13-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	14-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	15-may	36	36	Noche	8,1	19,5	1	-	1
	16-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	17-may	37	68	Noche	7,2	16,4	1,1	*	1
	18-may	Día parcialmente cubierto y tiempo seco.							
	19-may	Día parcialmente cubierto. Lloviznas leves al mediodía.							
	20-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.5.6.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE MAYO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
	20-may	38	308	Noche	6,4	14,4	0,8	6	0
	20-may Contramuestra						0,8	6	0
	21-may	Día totalmente cubierto. Lloviznas sectorizadas al mediodía y en la noche, pero insuficientes para la recolección.							
	22-may	39	451	Tarde-Noche	4,9	13,5	1,3	8	1
	22-may Contramuestra						1,3	10	1
	23-may	40	35	13:00	4,6	15,3	0,9	-	2
	23-may	41	210	Noche-Madrugada	5	17,1	1,5	4	1
	23-may Contramuestra						1,33	4	1
	24-may	42	777	Tarde-Noche	5,1	16,2	1,1	4	1
	24-may Contramuestra						1,3	4	1
	25-may	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	26-may	43	48	13:00	5,2	15,6	2,5	4	1
	26-may	44	<10	Noche	5,2	17,7	*	*	*
	27-may	45	26	Noche	6,7	17,6	1,4	*	1
	28-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	29-may	Día semicubierto, tiempo seco							
	30-may	46	37	Noche	7,2	19,5	1,7	*	2
	31-may	47	128	Noche	8,1	14,5	0,97	*	1
	31-may Contramuestra						1,67	*	1
	Eventos Diurnos			Eventos Nocturnos					

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	54	55	Noche	7,9	13	1,27	*	1
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	55	72	Mañana	7,9	18	2,47	*	1
	08-jun	56	19	Mañana/Medio dìa	7,5	19	2,23	*	*
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	57	330	Noche	6,5	15,8	0,93	8	1
	10-jun Contramuestra						1,33	8	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	58	75	Noche	7,3	15,2	1,17	*	1
	16-jun	59	111	Noche	6,6	15,5	0,67	4	1
	16-jun Contramuestra						1,17	4	1
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	18-jun	60	75	Madrugada	6,3	15,4	1,1	6	0
	18-jun Contramuestra						0,9	*	0

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	19-jun	61	9	Noche	7,3	15,3	*	*	*
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	62	26	Madrugada	7,9	18,6	1,43	*	2
	21-jun	63	143	16:30	6,7	14,2	1,23	4	1
	21-jun contramuestra						1,4	4	1
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	64	251	Madrugada	6,6	12,4	1,13	6	11
	25-jun Contramuestra						1,13	6	11
	26-jun	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	65	31	7:15	7,2	13,9	*	*	2
	29-jun	66	49	7:40	7,5	16,3	*	*	0
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede Centro)	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	56	41	Noche	7,5	12,9	1,17	*	1
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	57	26	Mañana	7,2	21	3,13	*	3
	08-jun	Lloviznas sectorizadas en la mañana y medio dia, con mayor incidencia en los cerros orientales, cerca a la estación Casa museo Quinta de Bolivar.							
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	58	293	Noche	6,4	17,7	1,2	4	1
	10-jun Contramuestra						1,23	4	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	59	59	Noche	8,3	20,4	1,47	*	0,33
	16-jun	60	90	Noche	6,8	23,6	0,9	4	0
	16-jun Contramuestra						1,8	4	0
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle (Sede Centro)	18-jun	61	73	Madrugada	5,8	16,9	0,9	4	0
	18-jun contramuestra						0,9		0
	19-jun	62	6	Noche	6,8	18,3	*	*	*
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	63	28	Madrugada	7,3	16,8	1,5	*	2
	21-jun	64	111	16:30	6,9	13,1	0,77	4	0,33
	21-jun Contramuestra						1,13	4	0
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	65	285,5	Madrugada	5,9	13,9	1,2	4	6
	25-jun Contramuestra						1,1	4	6
	26-jun	66	15	Noche	7,2	16,6	*	*	*
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	67	34	7:15	7	14	*	*	1
	29-jun	68	30	7:40	7,3	16,2	*	*	1
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.3.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	52	55	Noche	6,9	15,4	1,47	2	2
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	53	41	Mañana	7,6	19,7	2,7	*	*
	08-jun	Lloviznas sectorizadas en la mañana y medio dia, con mayor incidencia en los cerros orientales, cerca a la estación Casa museo Quinta de Bolivar.							
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	54	321	Noche	5,5	16	1,13	6	1
	10-jun Contramuestra						1,13	6	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	55	63	Noche	7,9	16,4	1,5	*	1
	16-jun	56	78	Noche	7,5	23,6	0,6	*	1
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.3.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	18-jun	57	74	Madrugada	7	22	1,2	*	1
	19-jun	58	29	Noche	7,8	18,5	2,1	*	1
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	59	29	Madrugada	7,2	16,8	1,93	*	2
	21-jun	60	173	16:30	6,6	14,1	0,63	4	1,67
	21-jun Contramuestra						1,00	4	1
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	61	288	Madrugada	6,9	17,6	0,9	4	3
	25-jun Contramuestra						0,97	4	3
	26-jun	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	62	29	7:15	7,3	15,7	*	*	1
	29-jun	63	29	7:40	7,5	20	*	*	1
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.4.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	55	60	Noche	7,2	15	1,73	*	1
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	56	48	Mañana	7,7	21	3,13	*	4
	08-jun	Lloviznas sectorizadas en la mañana y medio dia, con mayor incidencia en los cerros orientales, cerca a la estación Casa museo Quinta de Bolivar.							
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	57	277	Noche	4,1	25,7	1,23	4	1
	10-jun Contramuestra						1,2	4	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	58	70	Noche	8,5	17,9	1,5	*	1
	16-jun	59	72	Noche	7,9	21,8	2,63	*	0
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.4.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	18-jun	60	64	Madrugada	7,7	21	2,7	*	0
	19-jun	61	63	Noche	7,8	17,6	1,16	*	2
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	62	25	Madrugada	7,3	18,1	2,93	*	1
	21-jun	63	139	16:30	6,4	15,3	1,37	4	1
	21-jun Contramuestra						1,13	4	0,67
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	64	293	Madrugada	6,7	21,4	0,5	4	4
	25-jun Contramuestra						0,33	4	4
	26-jun	65	30	Noche	7,6	16,8	1,77	*	39
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	66	34	7:15	7,5	14,9	*	*	1
	29-jun	67	30	7:40	7,3	19,3	*	*	2
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.5.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	56	60	Noche	7,5	12,8	1,47	*	1
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	57	62	Mañana	7,7	21	2,77	*	2
	08-jun	Lloviznas sectorizadas en la mañana y medio dia, con mayor incidencia en los cerros orientales, cerca a la estación Casa museo Quinta de Bolivar.							
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	58	278	Noche	5,6	23,3	1,13	6	1
	10-jun Contramuestra						1,10	4	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	59	75	Noche	8,1	16,1	1,1	*	1
	16-jun	60	80	Noche	7,8	20,5	1,4	*	0
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.5.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	18-jun	61	66	Madrugada	7,6	17,7	0,6	*	2
	19-jun	62	27	Noche	7,1	13,5	2,16	*	7
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	63	30	Madrugada	7,4	17,1	1,57		3
	21-jun	64	92	16:30	6,7	13,5	1,53	4	1
	21-jun Contramuestra						Se regó la muestra	4	1
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	65	278	Madrugada	6,7	19,5	0,43	4	3
	25-jun Contramuestra						1,17	4	3
	26-jun	66	68	Noche	7,4	15,9	2,6	*	25
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	67	49	7:15	7,7	15,3	*	*	1
	29-jun	68	49	7:40	7,5	18,2	*	*	1
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.6.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	01-jun	Dia soleado, tiempo seco							
	02-jun	Muestra compuesta del 31 de mayo.							
	03-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	04-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	05-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	06-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	07-jun	48	51	Mañana	7,8	21	2,8	*	3
	08-jun	Lloviznas sectorizadas en la mañana y medio dia, con mayor incidencia en los cerros orientales, cerca a la estación Casa museo Quinta de Bolivar.							
	09-jun	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones.							
	10-jun	49	328	Noche	7,3	18,1	1,03	4	0,67
	10-jun contramuestra						1,13	4	1
	11-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	12-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	13-jun	Dia parcialmente despejado, soleado y sin registro de precipitaciones							
	14-jun	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-jun	50	60	Noche	7,3	18,3	1,27	*	1
	16-jun	51	92	Noche	6,3	15,6	0,8	4	1
	16-jun Contramuestra						1,27	4	1
	17-jun	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.6.6.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JUNIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesia Silva	18-jun	52	76	Madrugada	6,1	16,4	0,8	6	0
	18-jun Contramuestra						0,9		0
	19-jun	53	8	Noche	7,1	16,1	*	*	*
	20-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	21-jun	54	30	Madrugada	7,6	21,7	1,53	*	1
	21-jun	55	181,5	16:30	6,1	20,7	1,3	4	0,53
	21-jun Contramuestra						1,2	2	0,63
	22-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	23-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	24-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	25-jun	56	285	Madrugada	6,2	13,3	0,8	4	0
	25-jun Contramuestra						1	4	0
	26-jun	57	17	Noche	7,2	20,7	*	*	*
	27-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	28-jun	58	81	7:15	7,5	17,7	*	*	1
	29-jun								
	30-jun	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	Eventos Diurnos			Eventos Nocturnos					

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.1.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-jul	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	02-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	03-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	04-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	05-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	06-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	07-jul	67	55	Madrugada	7,8	15,2	2,03	*	5
	08-jul	68	48	Noche	7,6	17	1,10	*	1
	09-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-jul	69	29	Madrugada	7,2	15	1,53	*	0
	10-jul	70	49	10:00	7,1	13,4	0,8		2,67
	10-Jul Contramuestra						1,6		2
	11-jul	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	12-jul	Dìa semi despejado y soleado, se registraron lloviznas leves y efimeras							
	13-jul	71	132	Noche	6,9	13,5	1,77	4	1
	13-jul Contramuestra						1.9	4	2
	14-jul	72	41	Noche	7,1	14,8	1,6	*	1
	15-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	16-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.1.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	17-jul	73	20	14:00	6,5	16,8	5,4	-	10
	17-jul	74	158	Noche	5,8	10,8	1,4	4	0,5
	17-jul Contramuestra						1,43	4	0,5
	18-jul	75	150	15:00	5,3	12,6	2,53	4	2
	18-jul Contramuestra						2,23	4	2
	18-jul	76	218	17:30	5,4	13,8	1,47	4	0
	18-jul Contramuestra						1,1	4	0
	19-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	20-jul	Día parcialmente nublado, lloviznas en la madrugada.							
	21-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	22-jul	77	106	12:15	7.3	11.8	1.6	*	1
	22-jul Contramuestra						1.35	*	1
	23-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	24-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	25-jul	Día semi-despejado, lloviznas en la noche, pero insuficientes para la recolección							
	26-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	27-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	28-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde							
	29-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	30-jul	78	43	Noche	7,8	20,7	1,27	*	2
	30-Jul Contramuestra						1,03	*	2
	31-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde y en la noche, pero insuficientes para su posterior análisis							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.2.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle	01-jul	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	02-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	03-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	04-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	05-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	06-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	07-jul	69	31	Madrugada	6,7	12,8	2,5	*	1
	08-jul	70	42	Noche	8,1	15,8	1,33	*	0
	09-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-jul	71	73	Madrugada	6,6	15	1,33	4	0
	10-jul	72	82	10:00	7,7	14,1	0,8		1
	10-Jul Contramuestra						1,27		1
	11-jul	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	12-jul	Dìa semi despejado y soleado, se registraron lloviznas leves y efimeras							
	13-jul	73	152	Noche	6.2	17.8	1,1	4	1
	13-jul Contramuestra						1,1	4	1
	14-jul	74	31	Noche	7,7	18	1,83	*	1
	15-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	16-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.2.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle	17-jul	75	13	14:00	5,7	17,4	2,80	*	*
	17-jul	76	148	Noche	5,7	10,5	1,4	4	1
	17-jul Contramuestra						1,43	4	1
	18-jul	77	245	15:00	5,3	11,1	2,33	4	2
	18-jul Contramuestra						1,57	4	2
	18-jul	78	232	17:30	5,2	9,2	1,23	4	0
	18-jul Contramuestra						1,37	4	1
	19-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	20-jul	Día parcialmente nublado, lloviznas en la madrugada.							
	21-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	22-jul	79	125	12:15	6,4	12,6	1,4	4	0
	22-jul Contramuestra						1,2	4	0
	23-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	24-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	25-jul	Día semi-despejado, lloviznas en la noche, pero insuficientes para la recolección							
	26-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	27-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	28-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde							
	29-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	30-jul	80	60	Noche	7	21	1,6	*	1
	30-Jul Contramuestra						1,77	*	1
	31-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde y en la noche, pero insuficientes para su posterior análisis							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.3.1

ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-jul	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	02-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	03-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	04-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	05-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	06-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	07-jul	64	33	Madrugada	6,9	17	2,43	*	7
	08-jul	65	48	Noche	7	15,6	1,10	*	1
	08-jul Contramuestra						1,10	*	1
	09-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-jul	66	52	Madrugada	6,9	12,5	1,60	4	1
	10-jul	67	40	10:00	6,3	18,2	2,00	*	1
	10-jul Contramuestra						1,67	*	1
	11-jul	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	12-jul	Dìa semi despejado y soleado, se registraron lloviznas leves y efimeras							
	13-jul	68	148	Noche	7,4	19	1,8	*	1
	13-jul Contramuestra						1,73	*	1
	14-jul	69	35	Noche	6,9	20	0,96	*	1
	15-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	16-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.3.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	17-jul	Lluvias sectorizadas en horas de la tarde							
	17-jul	70	148	Noche	6,3	18	1,5	12	1
	17-jul Contramuestra						1,83	12	1
	18-jul	71	318	15:00	5,3	12,4	2,03	4	1
	18-jul Contramuestra						2,1	4	1
	18-jul	72	135	17:30	5.2	12,5	1,4	4	1
	18-jul Contramuestra						1,3	4	1
	19-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	20-jul	Día parcialmente nublado, lloviznas en la madrugada.							
	21-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	22-jul	73	90	12:15	7,6	15,8	1,46	*	1
	23-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	24-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	25-jul	Día semi-despejado, lloviznas en la noche, pero insuficientes para la recolección							
	26-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	27-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	28-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde							
	29-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	30-jul	74	28	Noche	7,9	24	*	*	4,5
	30-jul Contramuestra								5,5
	31-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde y en la noche, pero insuficientes para su posterior análisis							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.4.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-jul	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	02-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	03-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	04-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	05-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	06-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	07-jul	68	32	Madrugada	7	16,3	3,77	*	6
	08-jul	69	35	Noche	7,2	22,9	1,2	*	1
	09-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-jul	70	85	Madrugada	6,3	14	1,60	2	1
	10-jul	71	26	10:00	5,7	17,6	0,87	*	0
	11-jul	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	12-jul	Dìa semi despejado y soleado, se registraron lloviznas leves y efimeras							
	13-jul	72	119	Noche	7,4	21,8	1,36	*	2
	13-jul Contramuestra						1,6	*	1
	14-jul	73	31	Noche	7,4	21	1,2	*	1
	15-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	16-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.4.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	17-jul	Lluvias sectorizadas en horas de la tarde							
	17-jul	74	122	Noche	6	21	1,06	8	1
	17-jul Contramuestra						1,26	8	1
	18-jul	75	338	15:00	5,8	12,7	2,43	4	1
	18-jul Contramuestra						1,80	4	1
	18-jul	76	181	17:30	5,7	16,3	1,33	4	1
	18-jul Contramuestra						1,27	4	1
	19-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	20-jul	Día parcialmente nublado, lloviznas en la madrugada.							
	21-jul	Día parcialmente nublado, sin registro de precipitaciones							
	22-jul	77	92	12:15	7,6	18	1,46	*	1
	23-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	24-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	25-jul	Día semi-despejado, lloviznas en la noche, pero insuficientes para la recolección							
	26-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	27-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	28-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde							
	29-jul	Día semi-despejado, tiempo seco							
	30-jul	78	19	Noche	7,7	20,3	*	*	5
	31-jul	Día semi-despejado, lloviznas leves en la tarde y en la noche, pero insuficientes para su posterior análisis							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.7.5.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE JULIO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-jul	Dìa parcialmente cubierto, lluvias leves y sectorizadas, insuficientes para el análisis							
	02-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	03-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	04-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	05-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	06-jul	Día despejado, tiempo seco y soleado							
	07-jul	69	40	Madrugada	7	15,4	3,07	*	6
	08-jul	70	45	Noche	7,1	23,2	1,27	*	1
	08-jul Contramuestra						1,47	*	1
	09-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	10-jul	71	90	Madrugada	6,9	13,8	1,4	2	1
	10-jul Contramuestra						1,37	2	1
	10-jul	72	35	10:00	5,9	16,3	0,87	*	1
	11-jul	Cielo parcialmente cubierto, tiempo seco							
	12-jul	Dìa semi despejado y soleado, se registraron lloviznas leves y efimeras							
	13-jul	73	135	Noche	8	18	1,36	*	1
	13-jul Contramuestra						1,53	*	1
	14-jul	74	34	Noche	7,4	24	1,2	*	1
	15-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							
	16-jul	Día parcialmente cubierto, sin registro de precipitaciones							

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.1

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa museo Quinta de Bolívar	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	79	58	13:30	7,9	15	1,66	*	1
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	80	256	Noche	7,2	11,1	2,3	*	2
	10-ago Contramuestra						2	*	2
	11-ago	81	85	Tarde	7,5	14,2	**	*	2
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	Lluvia sectorizada, muestra insuficiente, para su posterior análisis							
	18-ago	82	53	13:00	7,9	19	2,80	*	7

** Este parámetro no se realizó, debido a la escacez del reactivo utilizado para dicho procedimiento

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.2

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Universidad de La Salle	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	81	50	13:30	7	14,8	2,36	*	1
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	82	302	Noche	7,1	13,7	2,5	*	2
	10-ago Contramuestra						2,55	*	2
	11-ago	83	29	Tarde	6,7	14,1	**	*	2
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	84	30	12:30	7,3	15,2	4,23	*	6,66
	18-ago	85	24	13:00	6,3	20,5	3,76	*	5,66

** Este parámetro no se realizó, debido a la escacez del reactivo utilizado para dicho procedimiento

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.3

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa Museo 20 de Julio	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	75	52	13:30	8	22,6	4,63	*	7
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	76	399	Noche	8,3	19,7	2,43	*	2
	10-ago Contramuestra						2,23	*	2
	11-ago	77	34	Tarde	7,8	20	2,8	*	2,66
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	78	34	12:30	8,1	15,4	4,66	*	8,66
	18-ago	79	51	13:00	6,6	23	3,63	8	5

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.4

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	79	43	13:30	7,9	14,1	2,23	*	2
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	80	300	Noche	7,3	22,4	2,5	*	2
	10-ago Contramuestra						1,8	*	2
	11-ago	81	31	Tarde	7,9	21	3,3	*	4
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	82	29	12:30	7,9	17,9	4,6	*	13
	18-ago	83	81	13:00	6,4	24	2,73	4	3

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.5

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Colegio Centro Sagrado Corazón	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	80	45	13:30	7,9	13,2	2,6	*	3
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	81	298	Noche	7	19,8	2,33	*	1
	10-ago Contramuestra						2,30	*	1
	11-ago	82	38	Tarde	8	16,7	3,83	*	21
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	83	35	12:30	7,6	16,7	4,2	*	8
	18-ago	84	39	13:00	6,8	23,1	2,73	*	3

FUENTE: Las autoras

ANEXO F.8.6

REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL MES DE AGOSTO									
ESTACION	DÍA	No MUESTRA	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HORA APROX LLUVIA	pH (Unid)	T(°C)	NITRATOS (mg/L)	ACIDEZ TOTAL (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
Casa de Poesía Silva	01-ago	Día semi-despejado y soleado, lloviznas insuficientes en la noche							
	02-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	03-ago	Día semi-cubierto, tiempo seco							
	04-ago	Día semi-despejado y soleado, tiempo seco							
	05-ago	Día semi-despejado, lloviznas leves al medio día							
	06-ago	72	53	13:30	7,7	16	3,76	*	5
	07-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	08-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	09-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	10-ago	73	444	Noche	5,8	15,3	2,7	4	1
	10-ago Contramuestra						2.17	4	2
	11-ago	74	39	Tarde	6,9	16,3	**	*	2
	12-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde							
	13-ago	Día parcialmente cubierto, lloviznas en la tarde y en la noche							
	14-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	15-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	16-ago	Día parcialmente cubierto, tiempo seco							
	17-ago	75	89	12:30	7,6	16,1	4,6	*	5
	17-ago Contramusetra						3,83	*	5
	18-ago	76	50	13:00	6,8	23	3,1	6	4,7

** Este parámetro no se realizó, debido a la escacez del reactivo utilizado para dicho procedimiento

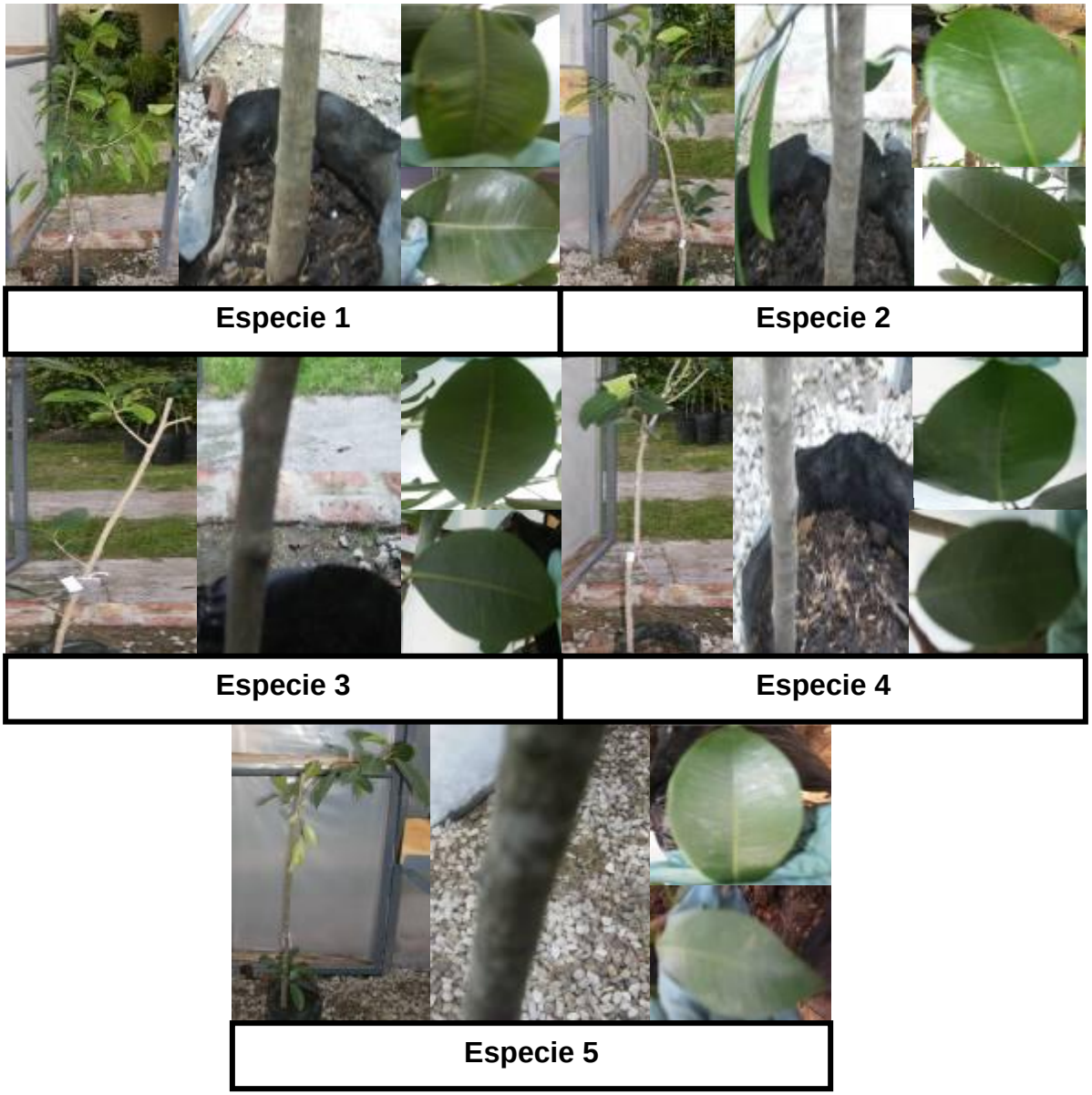
	Eventos Diurnos

	Eventos Nocturnos

FUENTE: Las autoras

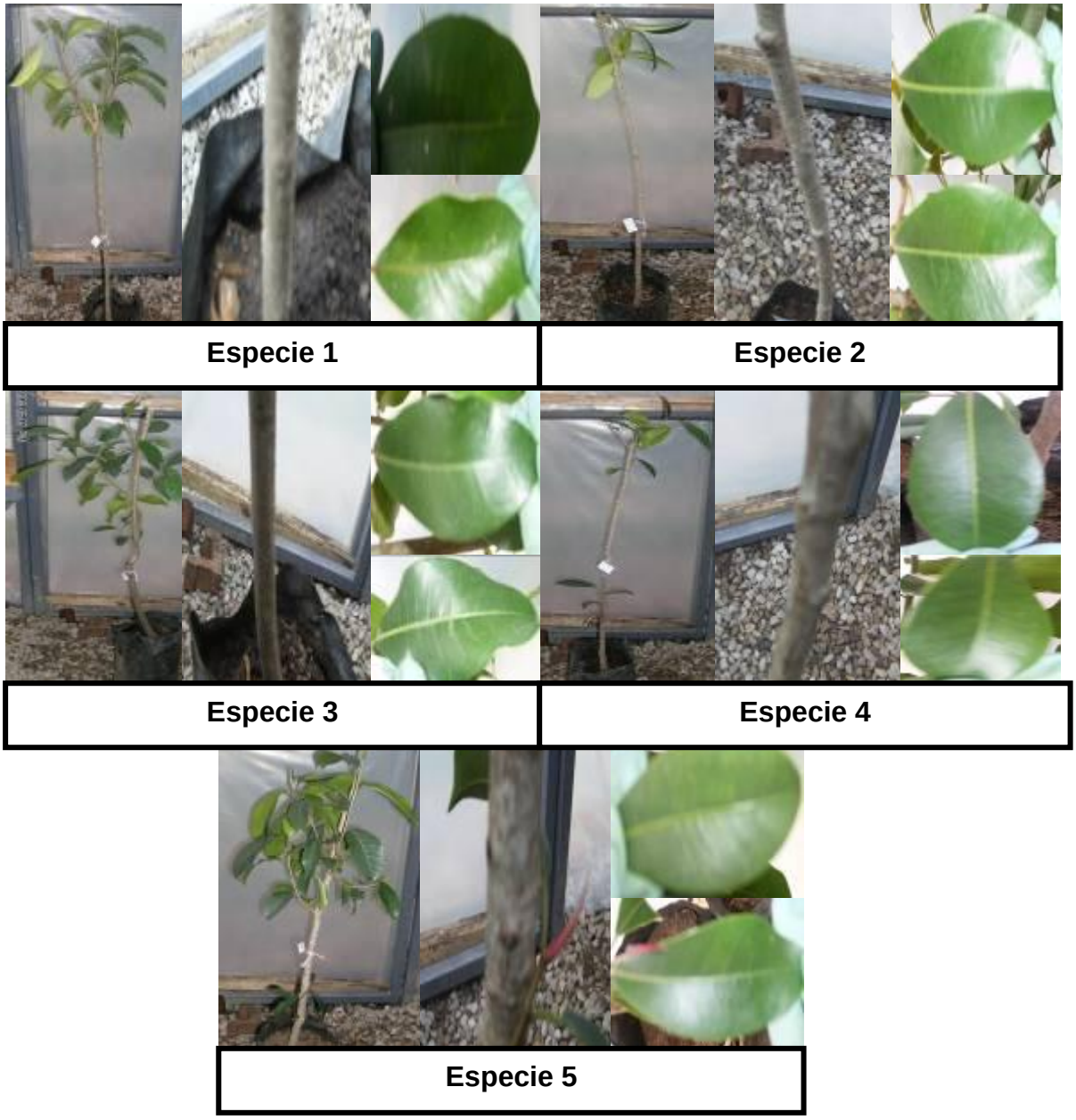
ANEXO G. Registro Fotográfico, Condiciones de Invernadero

Fig 1. Tratamiento 1, Condiciones iniciales Caucho Sabanero



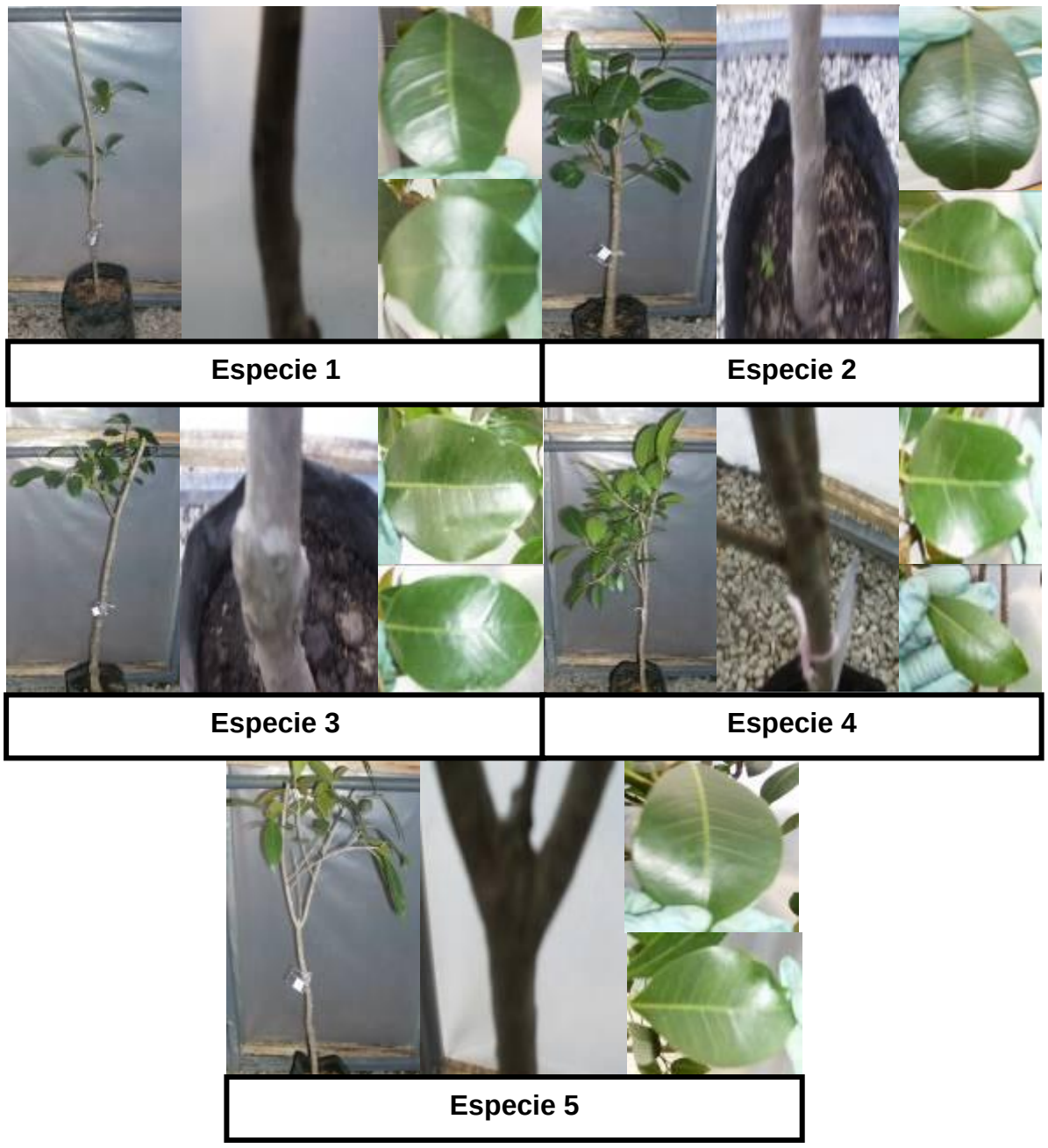
FUENTE: Las Autoras

Fig 2. Tratamiento 2, Condiciones iniciales Caucho Sabanero



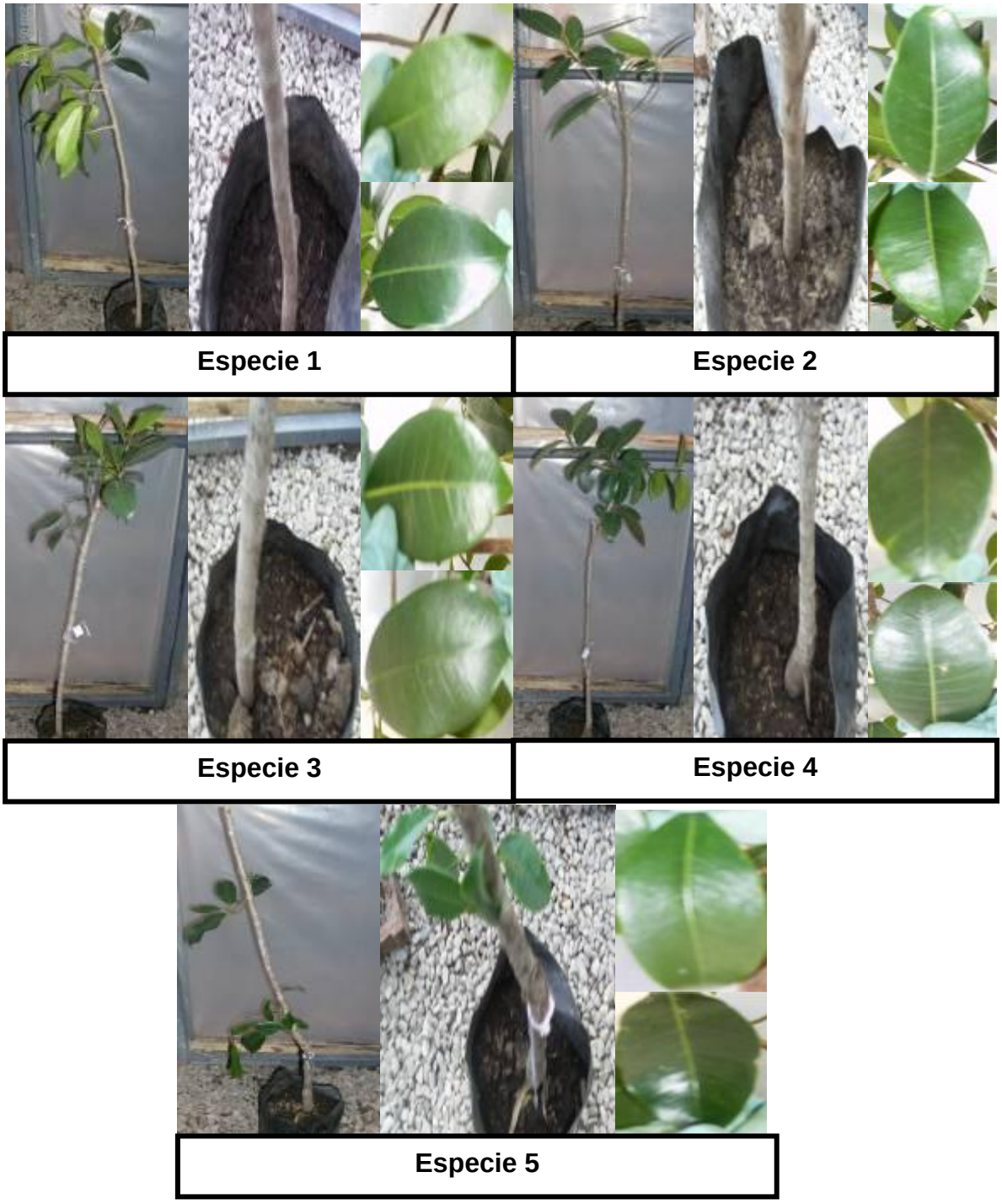
FUENTE: Las Autoras

Fig 3. Tratamiento 3, Condiciones iniciales Caucho Sabanero



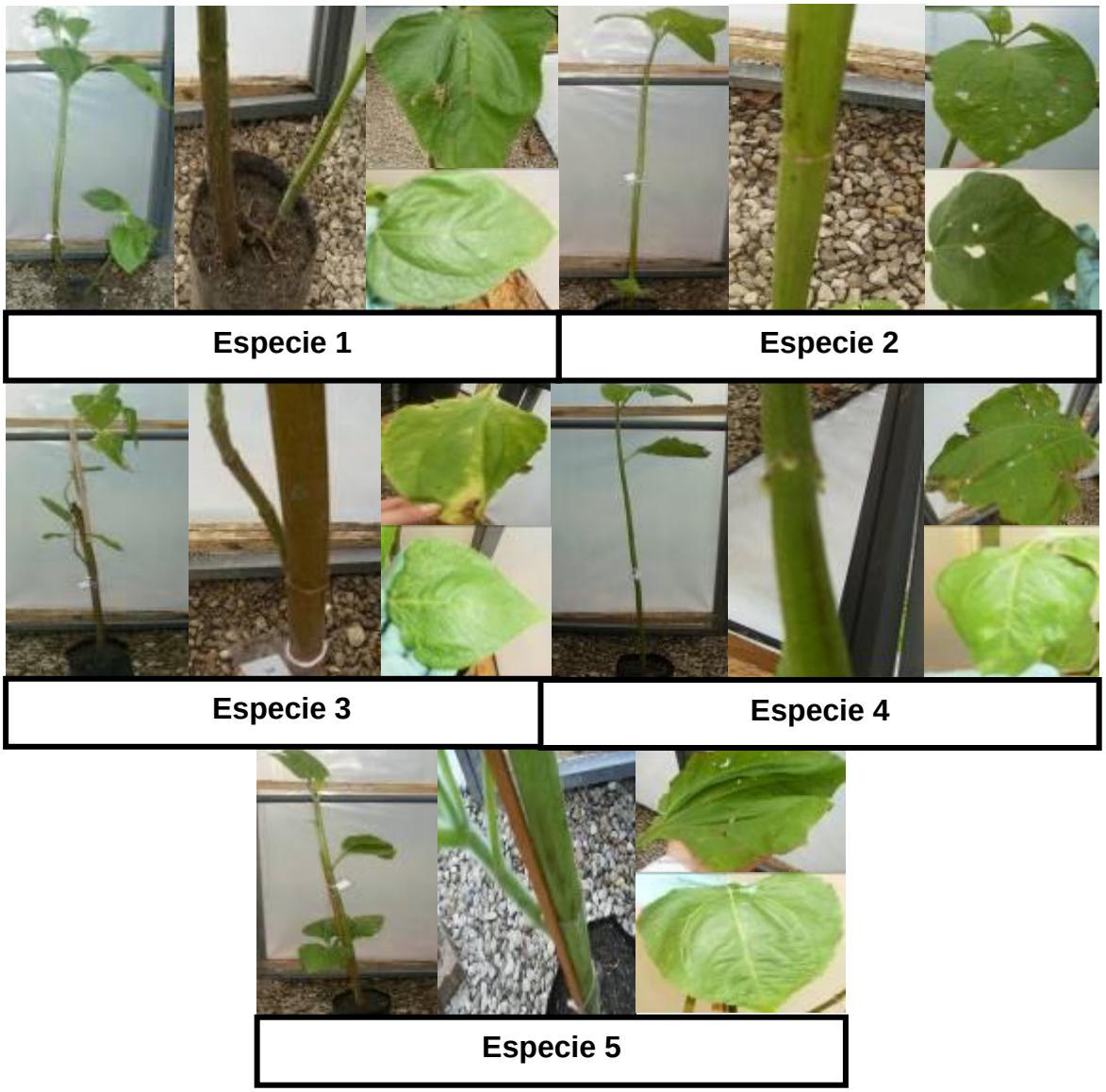
FUENTE: Las Autoras

Fig 4. Tratamiento 4, Condiciones iniciales Caucho Sabanero



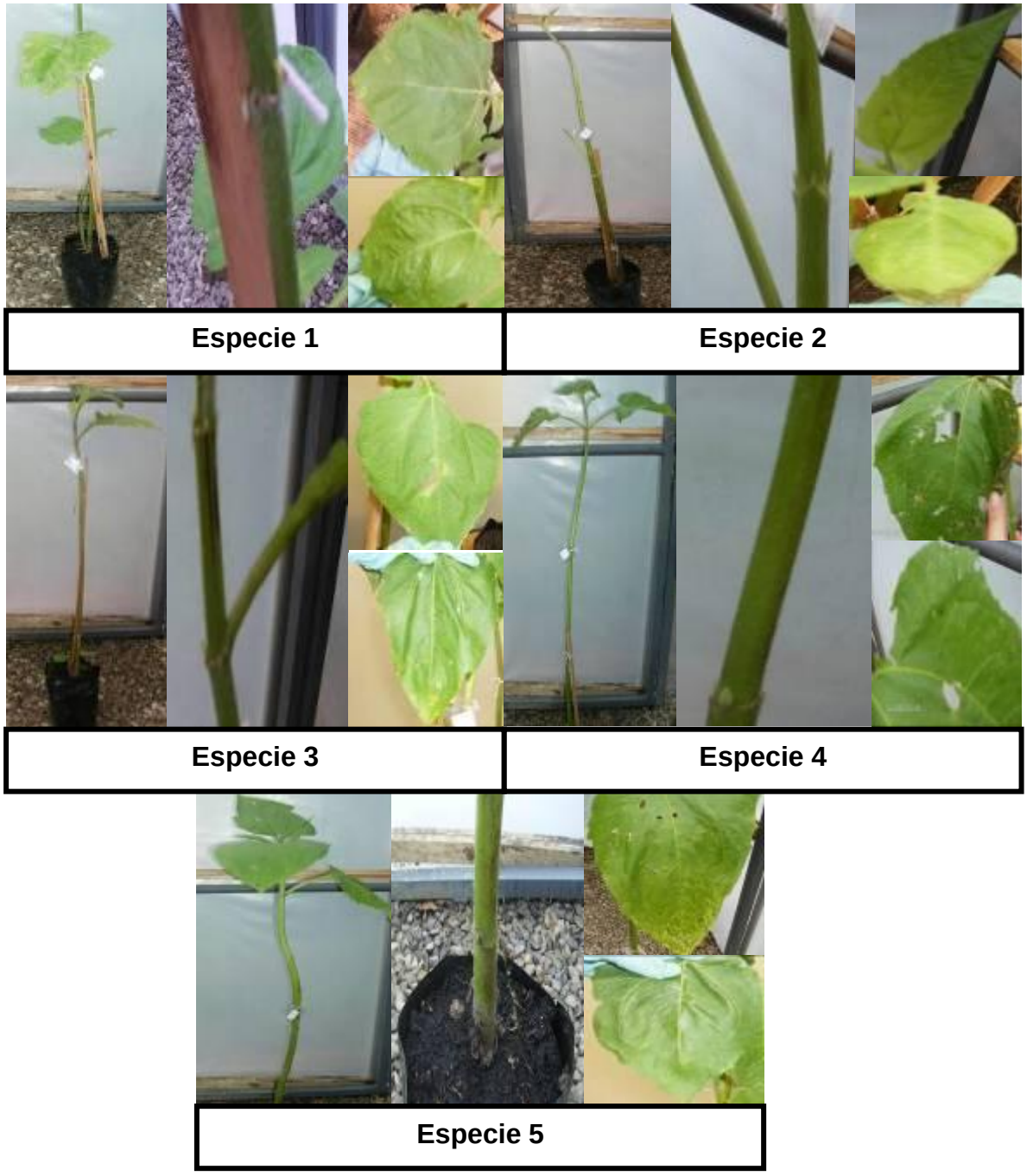
FUENTE: Las Autoras

Fig 5. Tratamiento 1, Condiciones iniciales, Arboloco



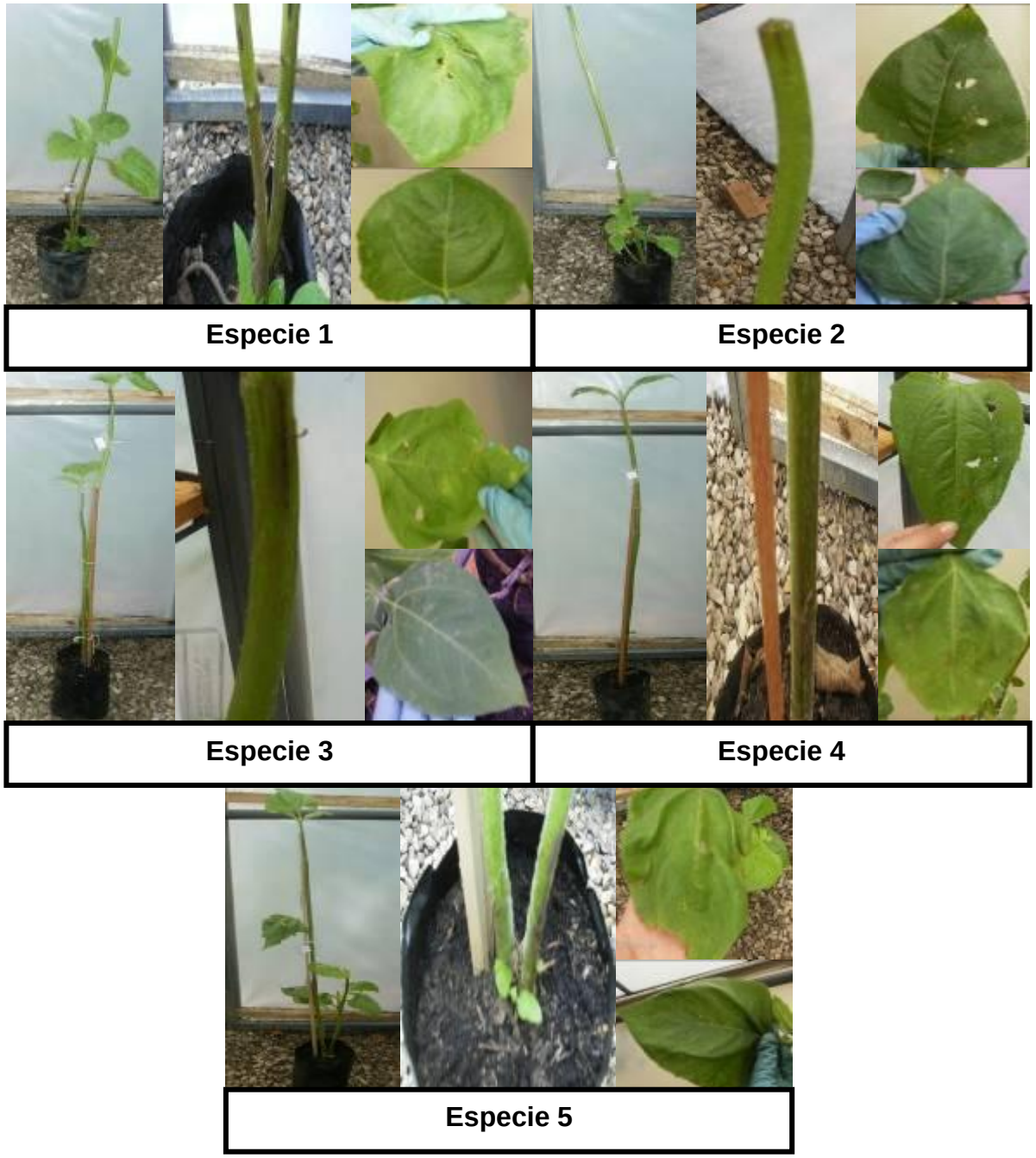
FUENTE: Las Autoras

Fig 6. Tratamiento 2, condiciones iniciales, Arboloco



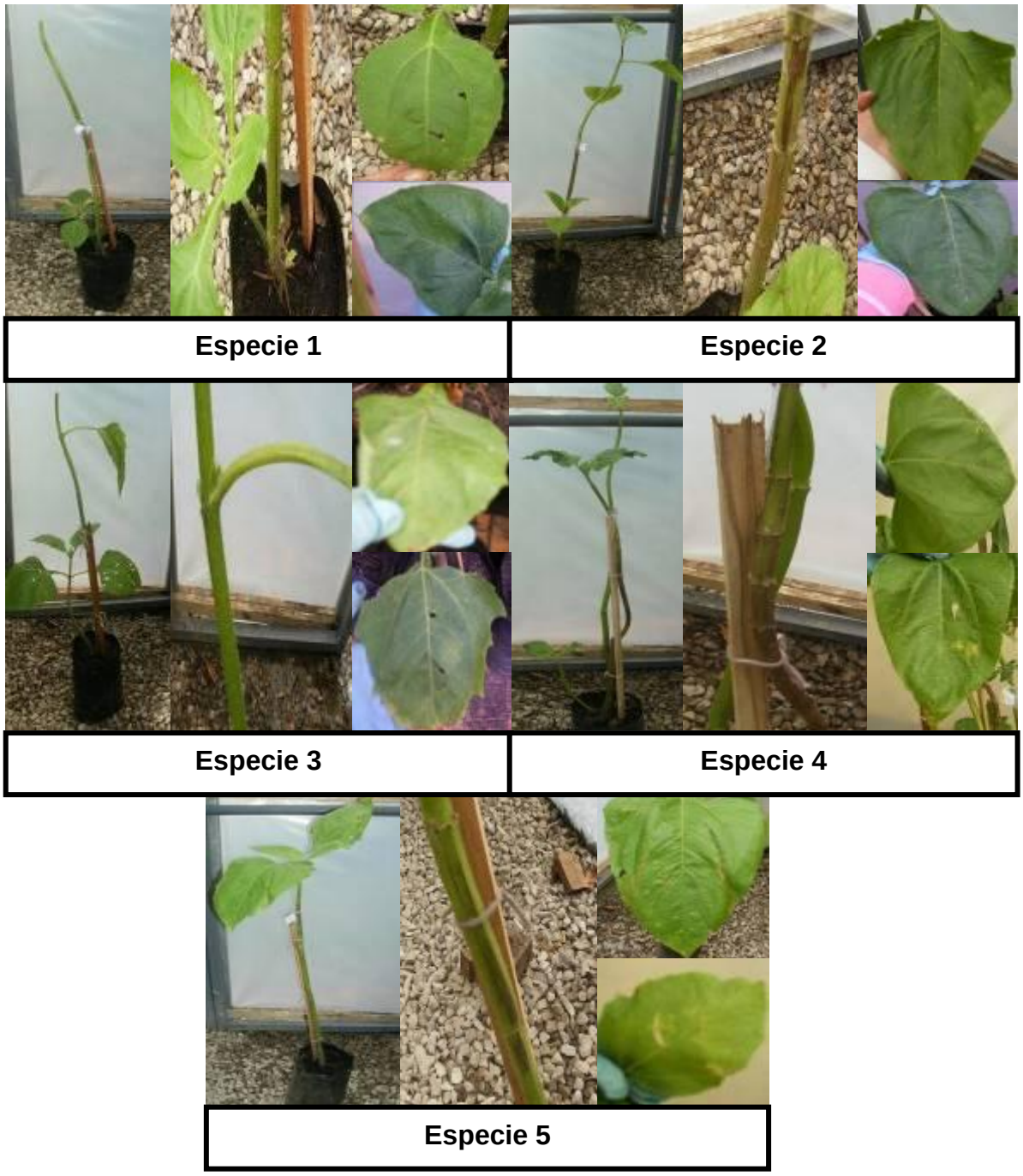
FUENTE: Las Autoras

Fig 7. Tratamiento 3 condiciones iniciales, Arboloco



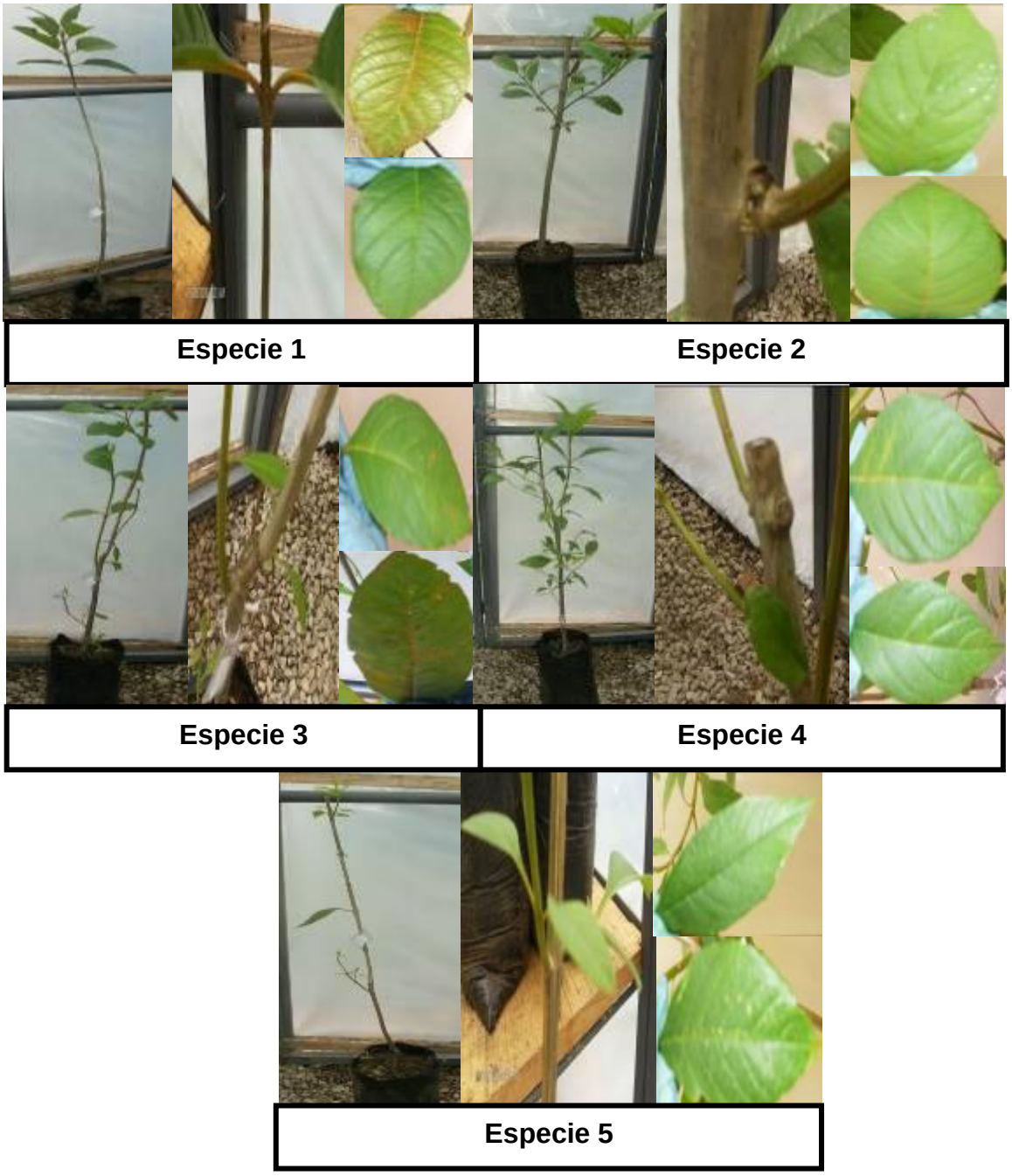
FUENTE: Las Autoras

Fig 8. Tratamiento 4 condiciones iniciales, Arboloco



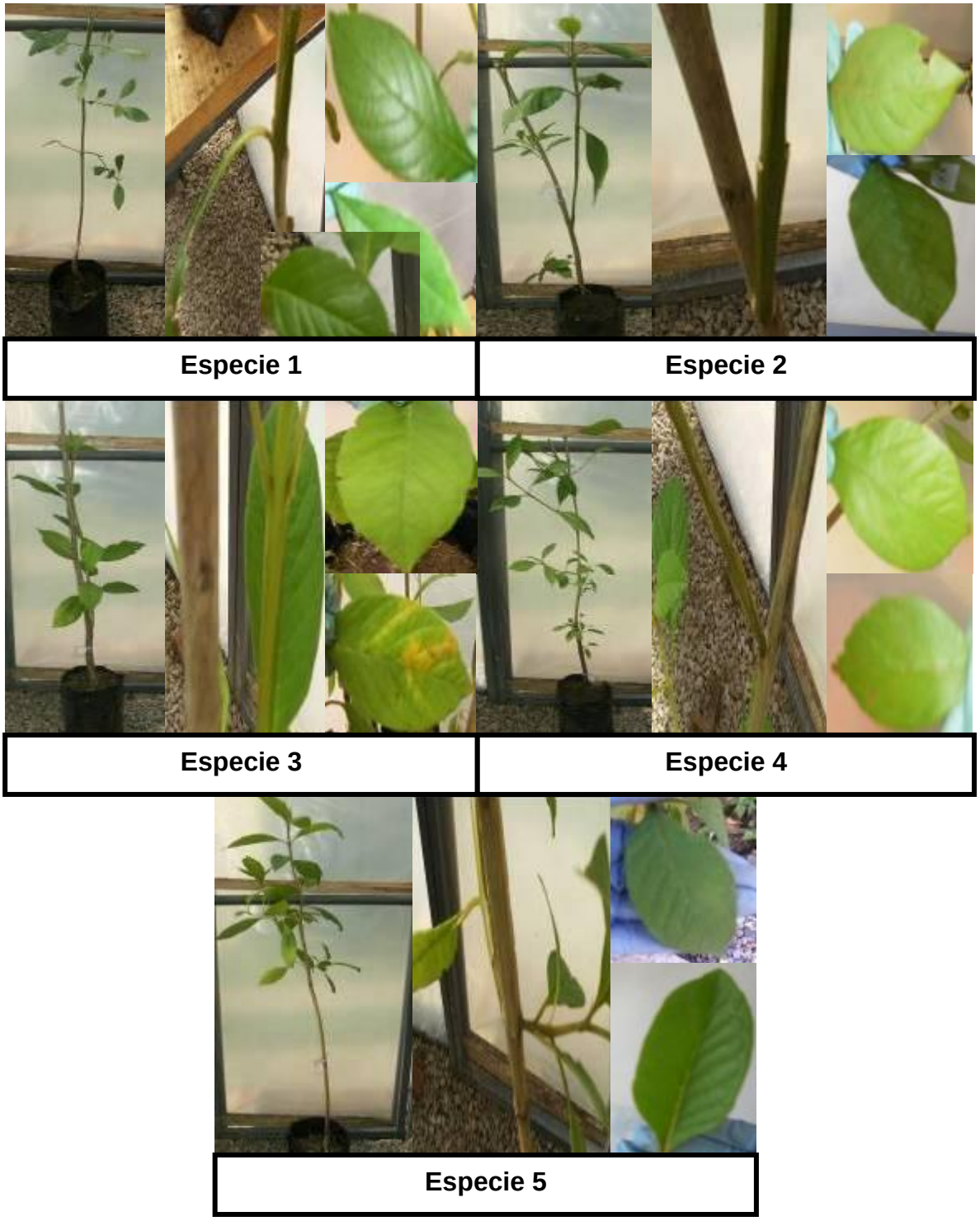
FUENTE: Las Autoras

Fig 9. Tratamiento 1, Condiciones iniciales Cajeto



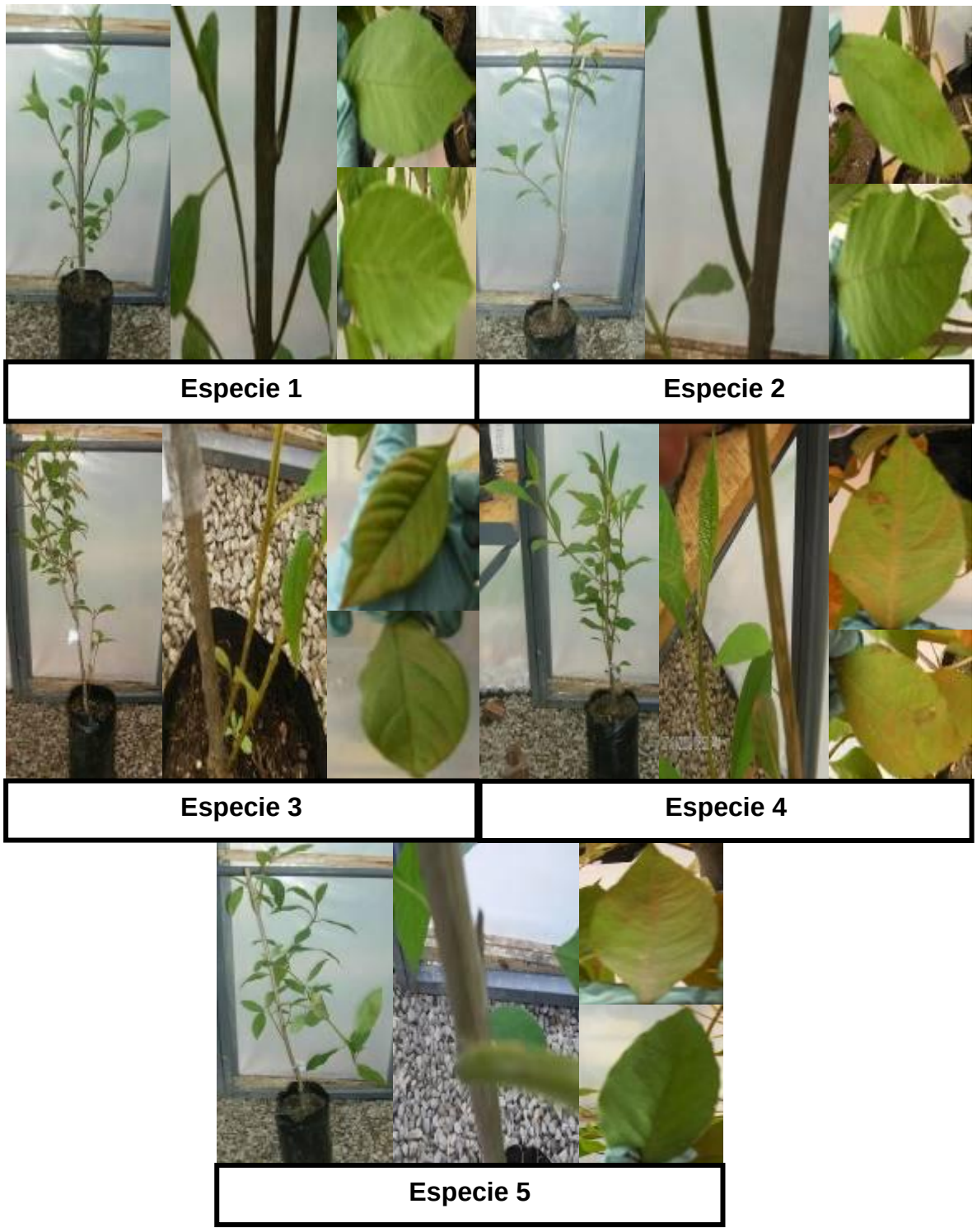
FUENTE: Las Autoras

Fig 10. Tratamiento 2, Condiciones iniciales Cajeto



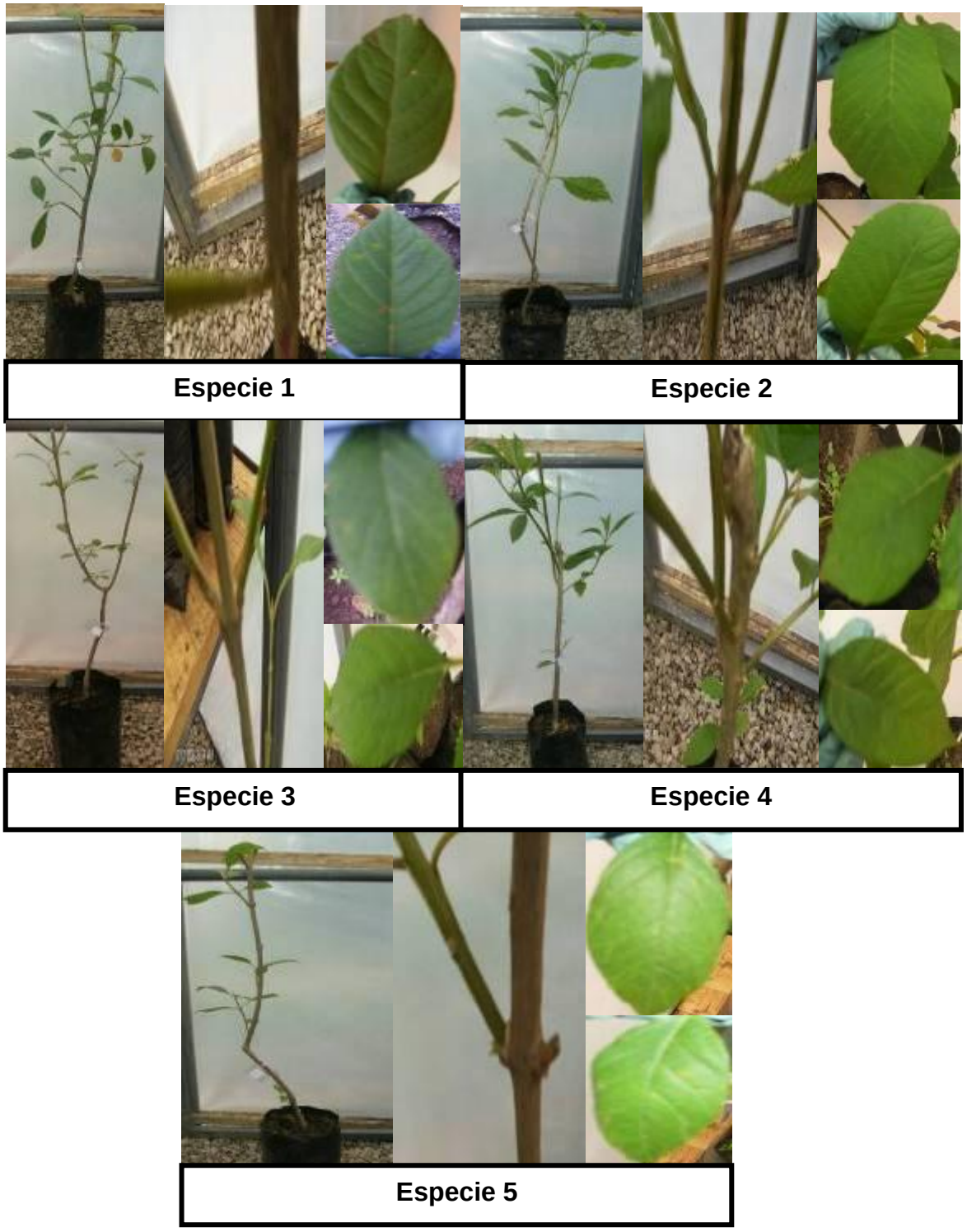
FUENTE: Las Autoras

Fig 11. Tratamiento 3, Condiciones iníciales Cajeto



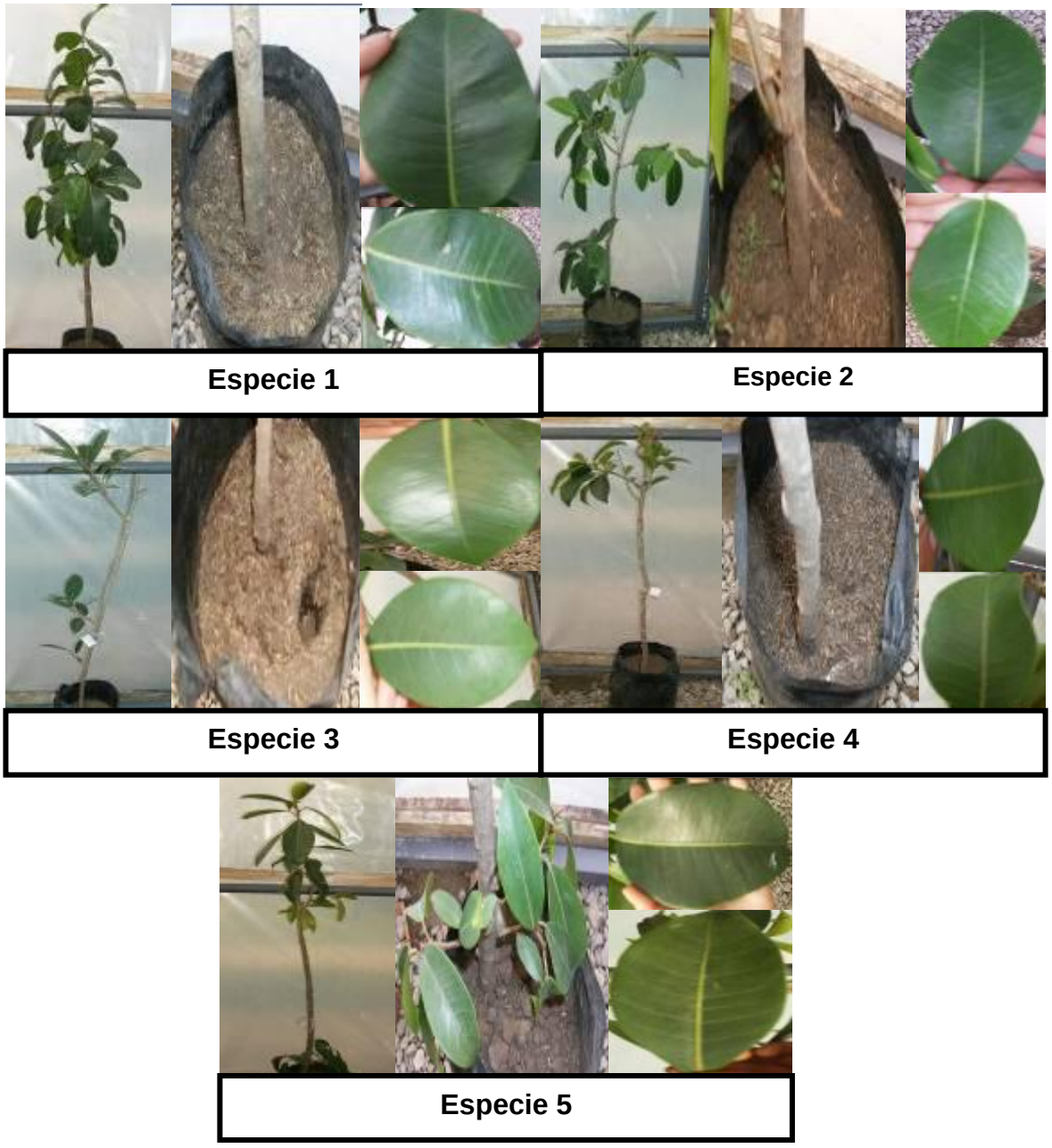
FUENTE: Las Autoras

Fig 12. Tratamiento 4, Condiciones iníciales Cajeto



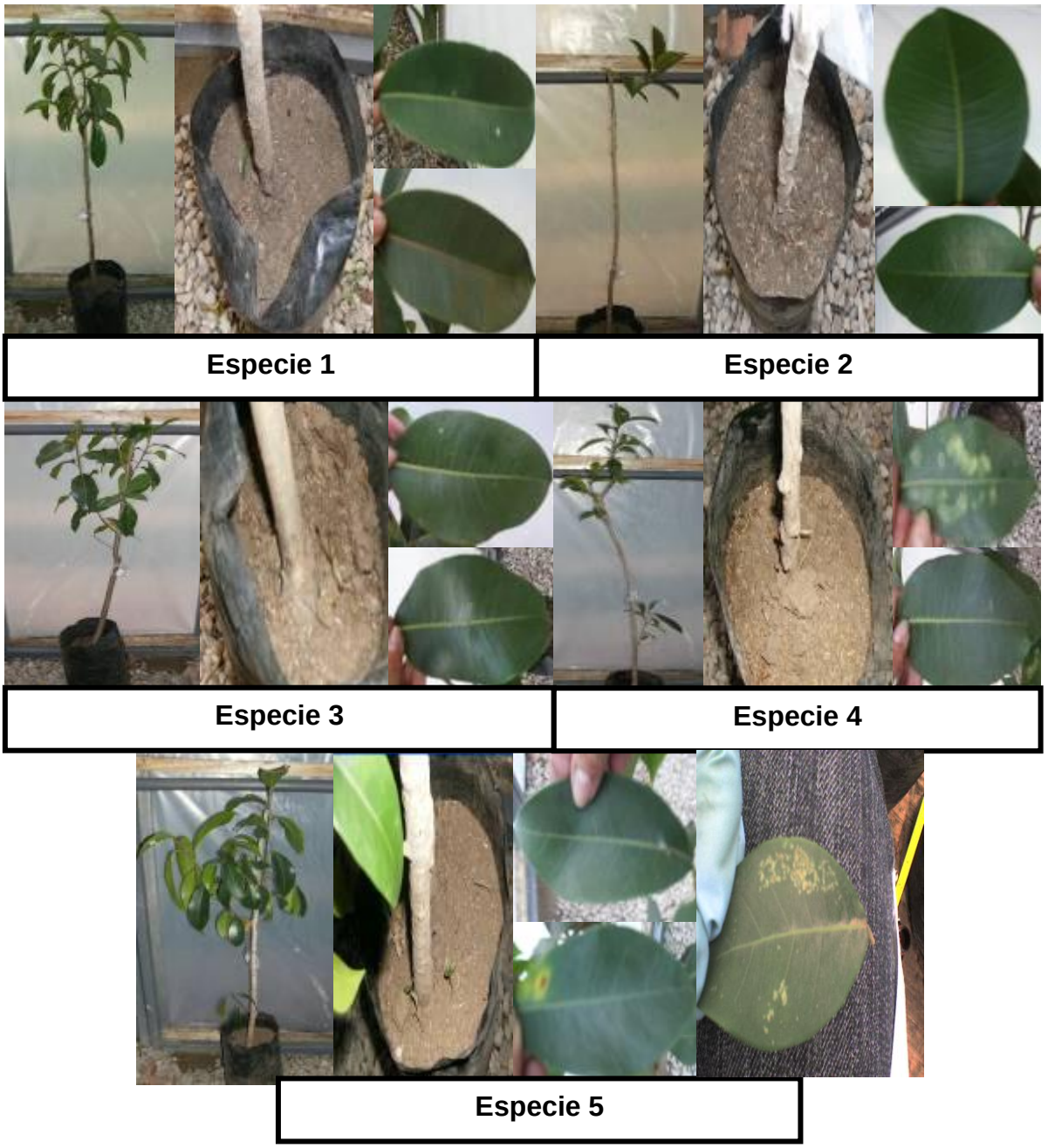
FUENTE: Las Autoras

Fig 13. Tratamiento1, Condiciones finales Caucho Sabanero



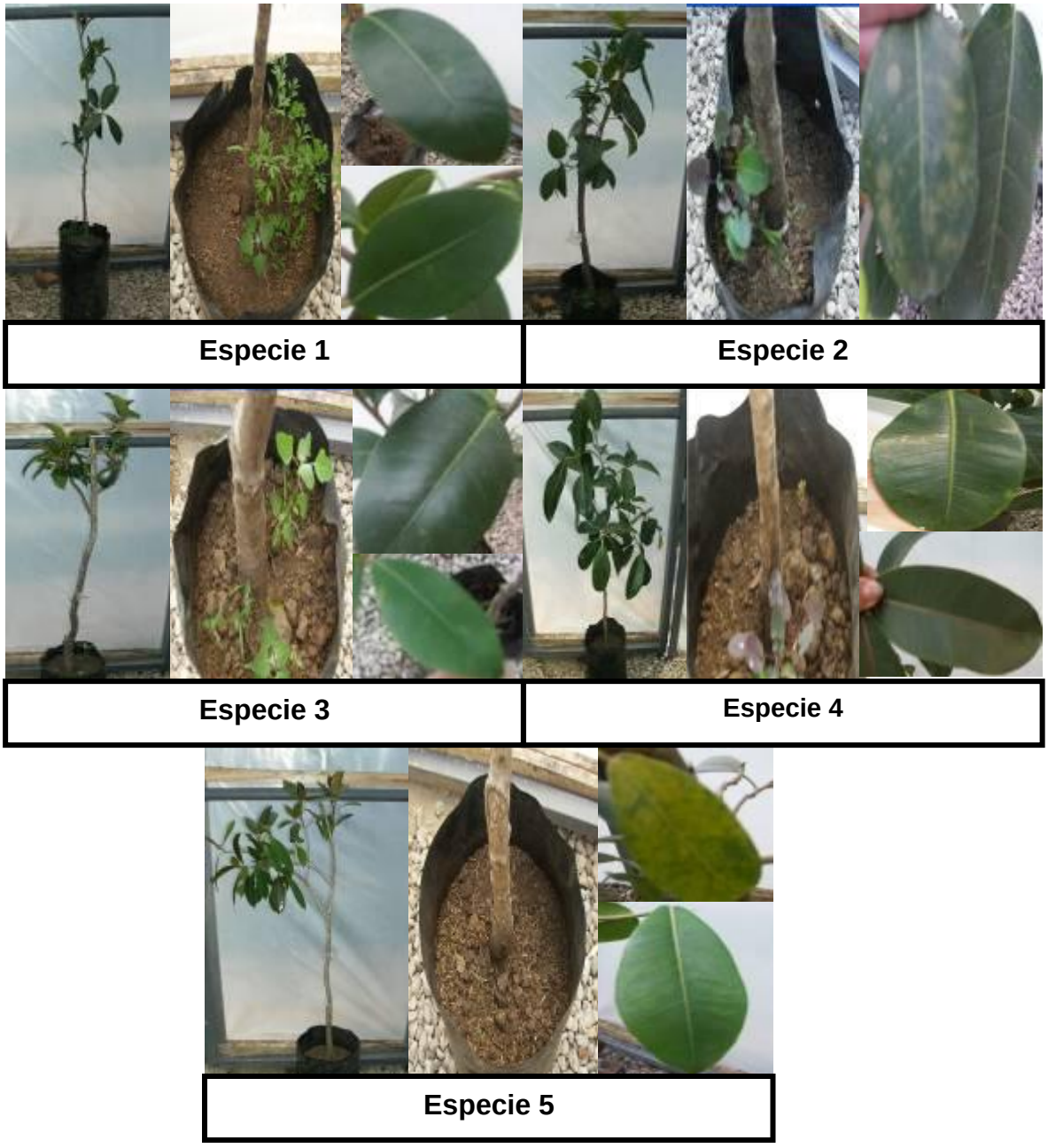
FUENTE: Las Autoras

Fig 14. Tratamiento 2, Condiciones finales Caucho Sabanero



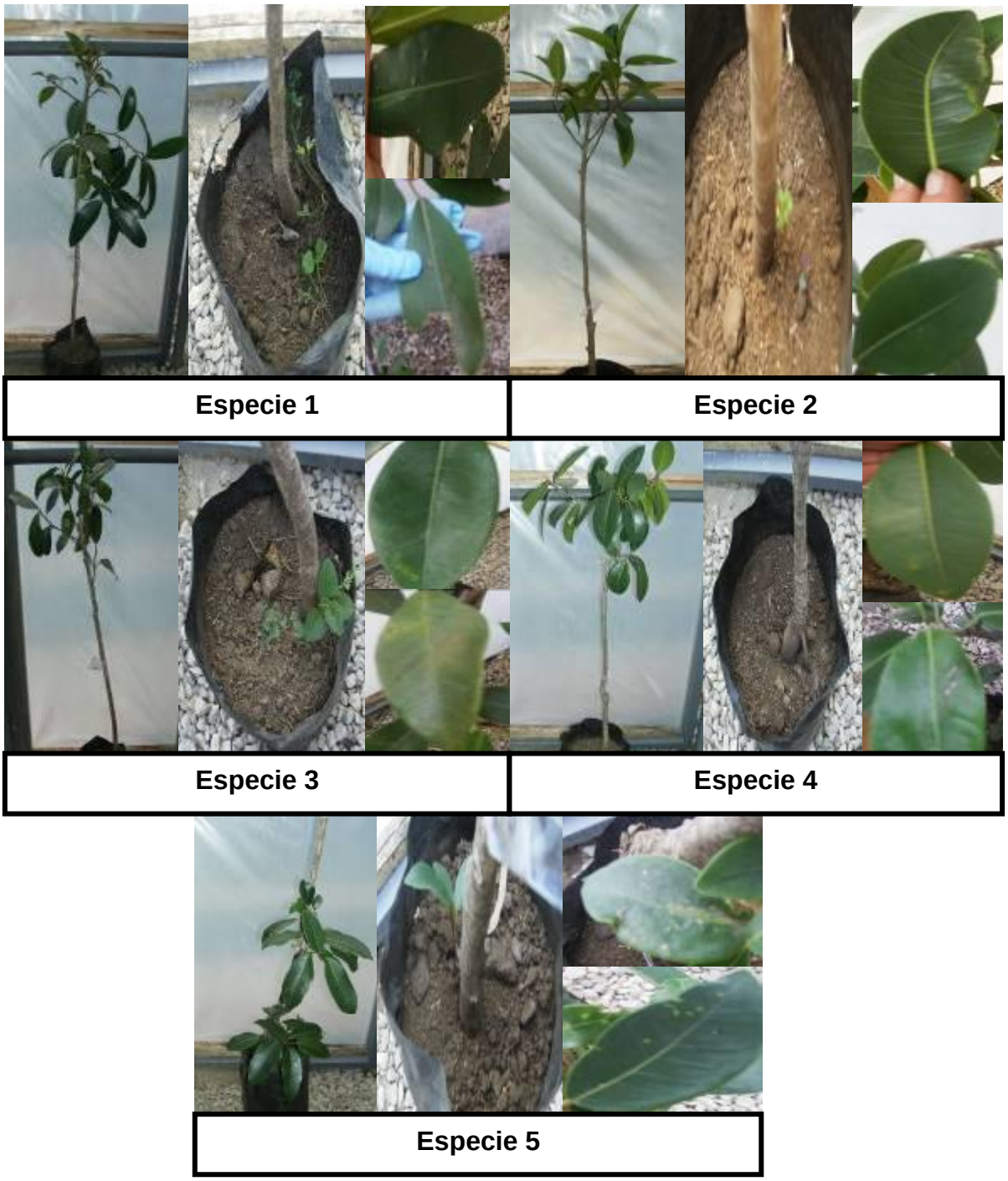
FUENTE: Las Autoras

Fig 15. Tratamiento 3, Condiciones finales Caucho Sabanero



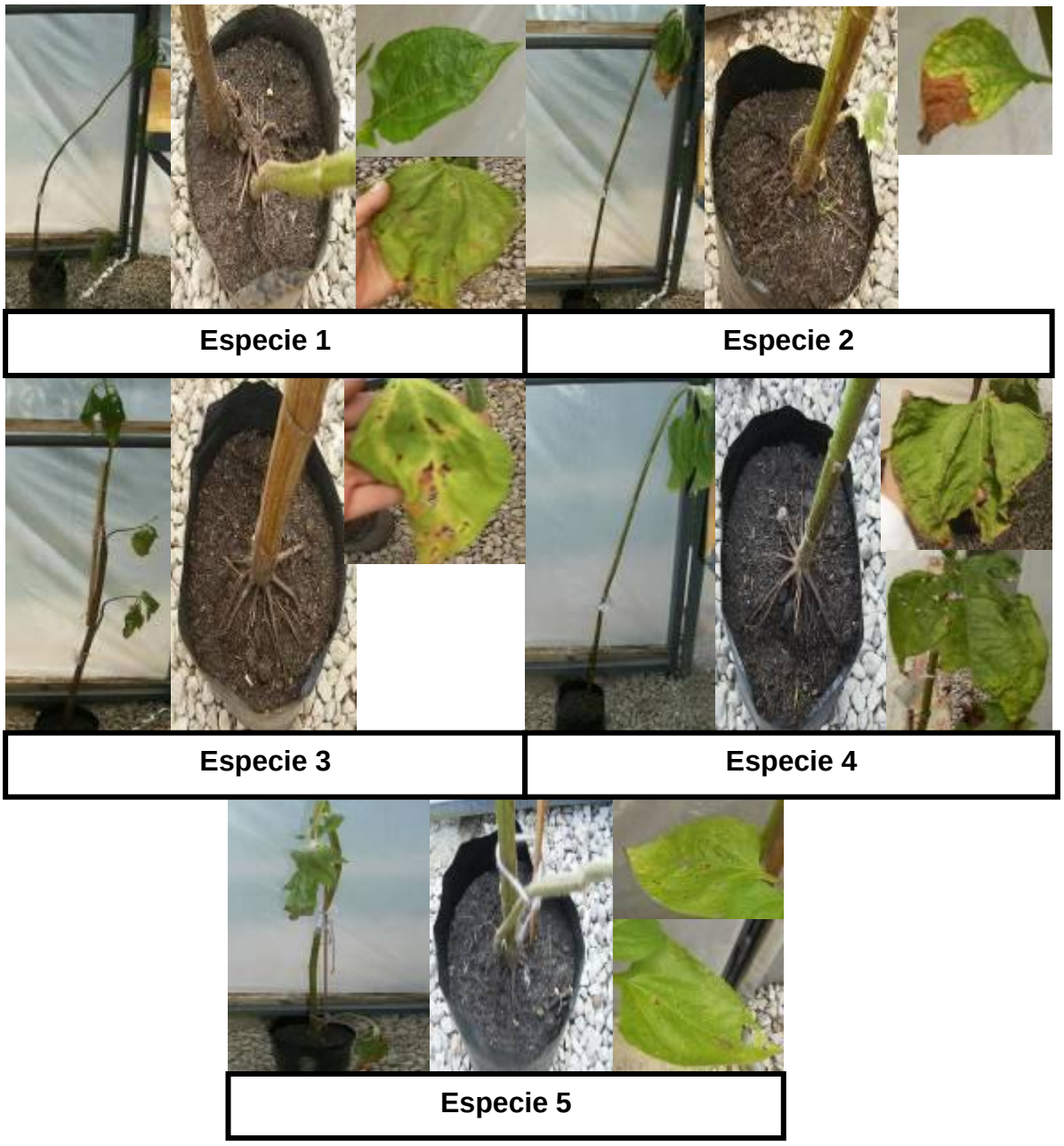
FUENTE: Las Autoras

Fig 16. Tratamiento 4, Condiciones finales Caucho Sabanero



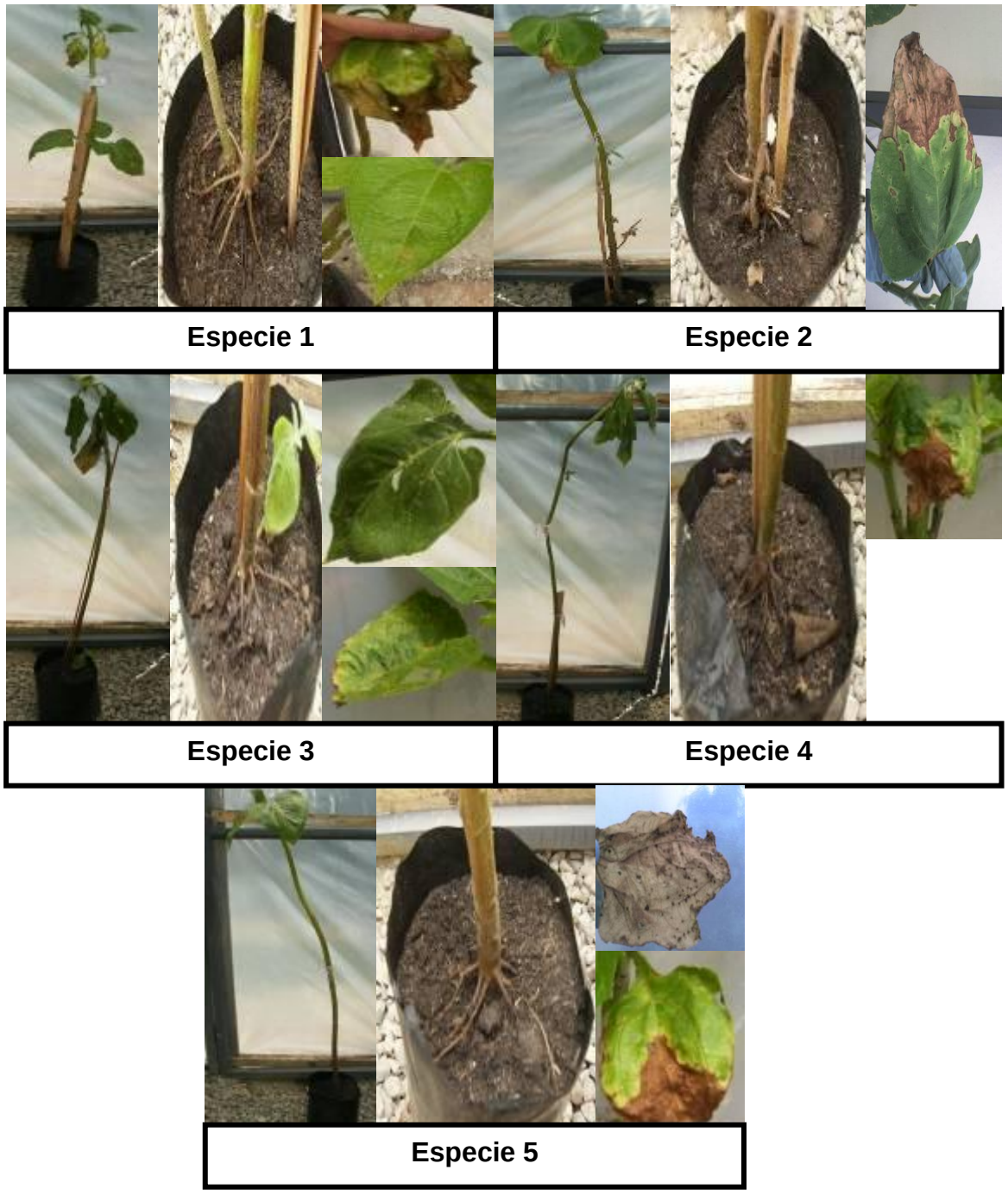
FUENTE: Las Autoras

Fig 17. Tratamiento 1, Condiciones finales Arboloco



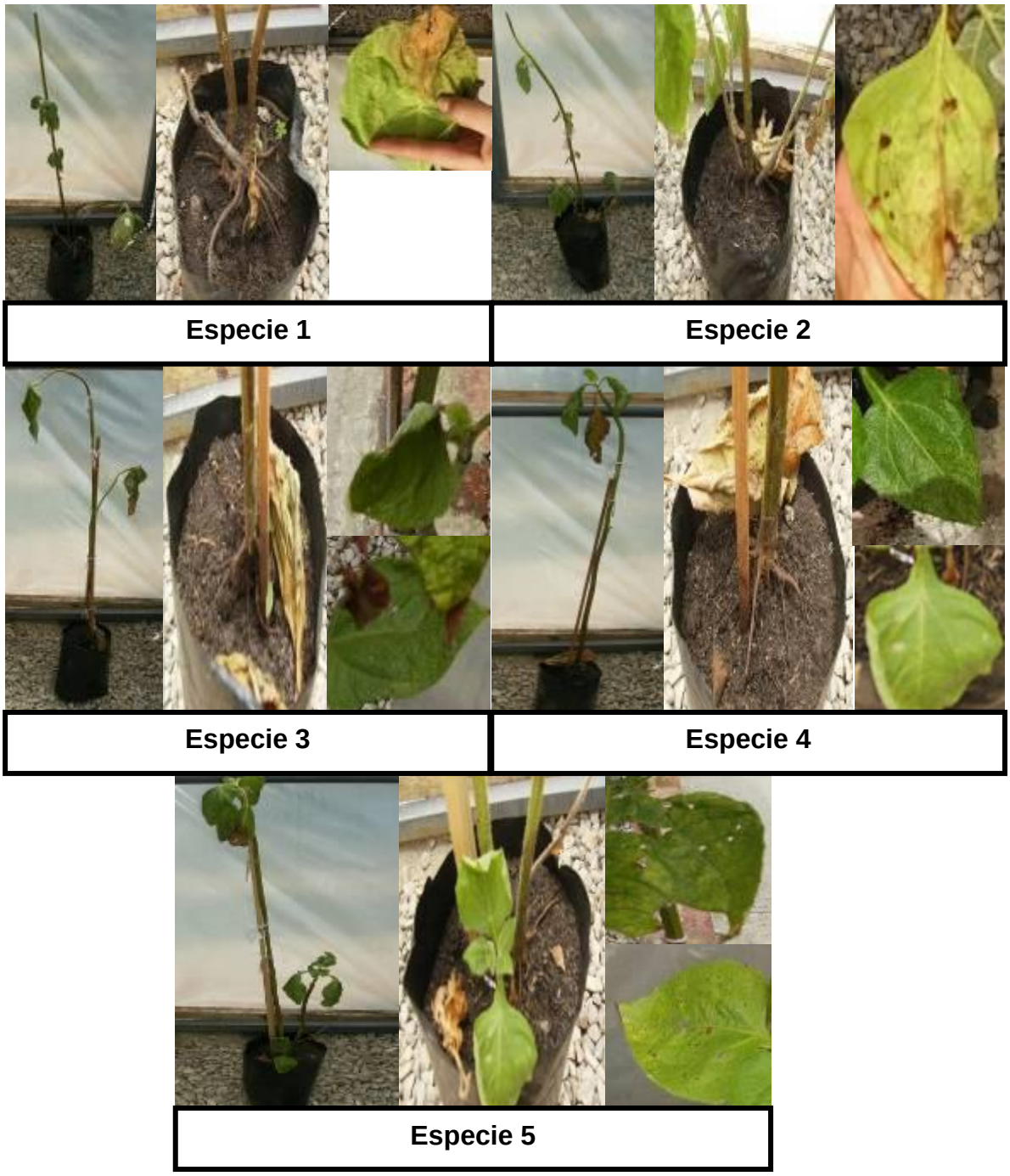
FUENTE: Las Autoras

Fig 18. Tratamiento 2, Condiciones finales Arboloco



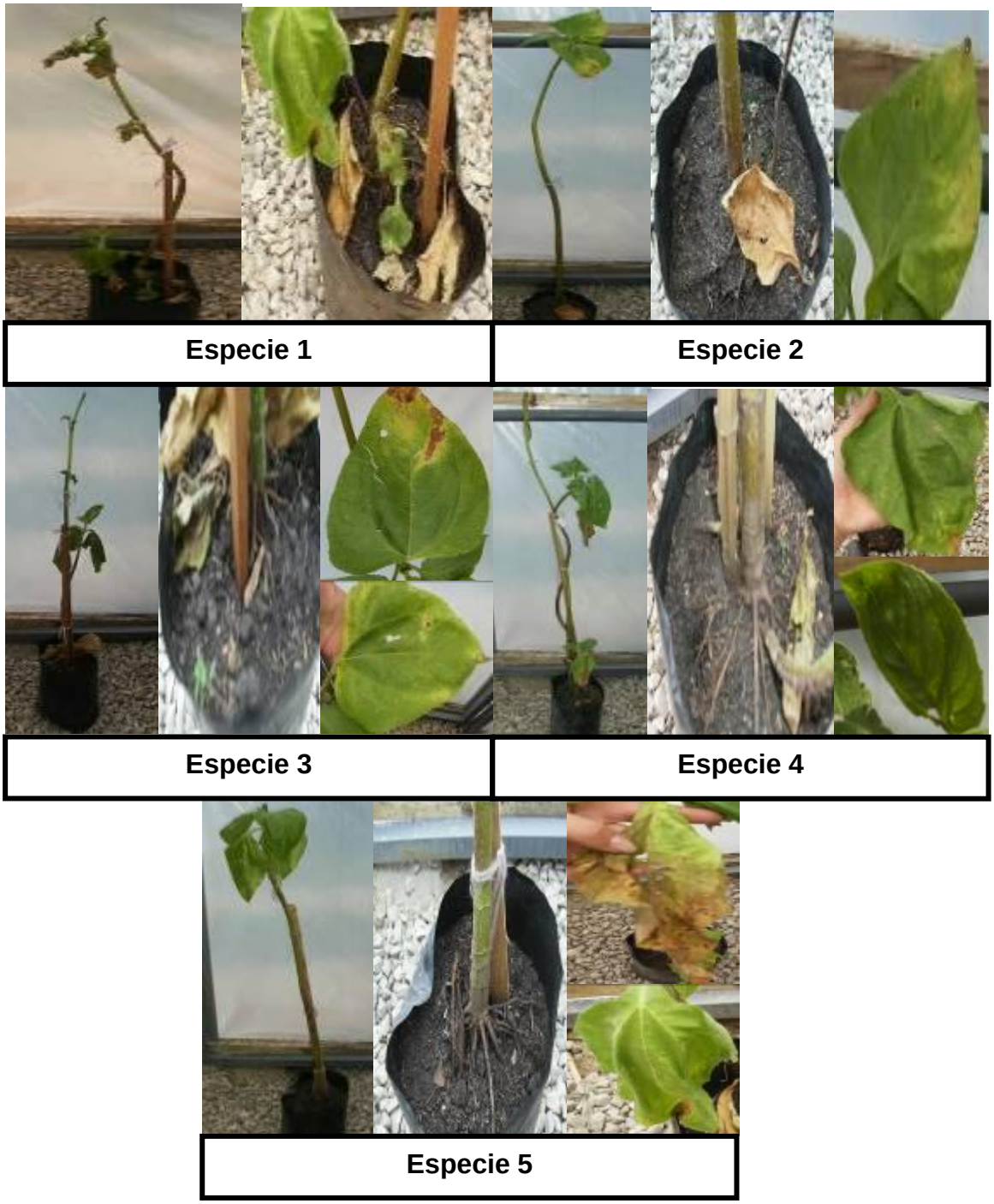
FUENTE: Las Autoras

Fig 19. Tratamiento 3, Condiciones finales Arboloco



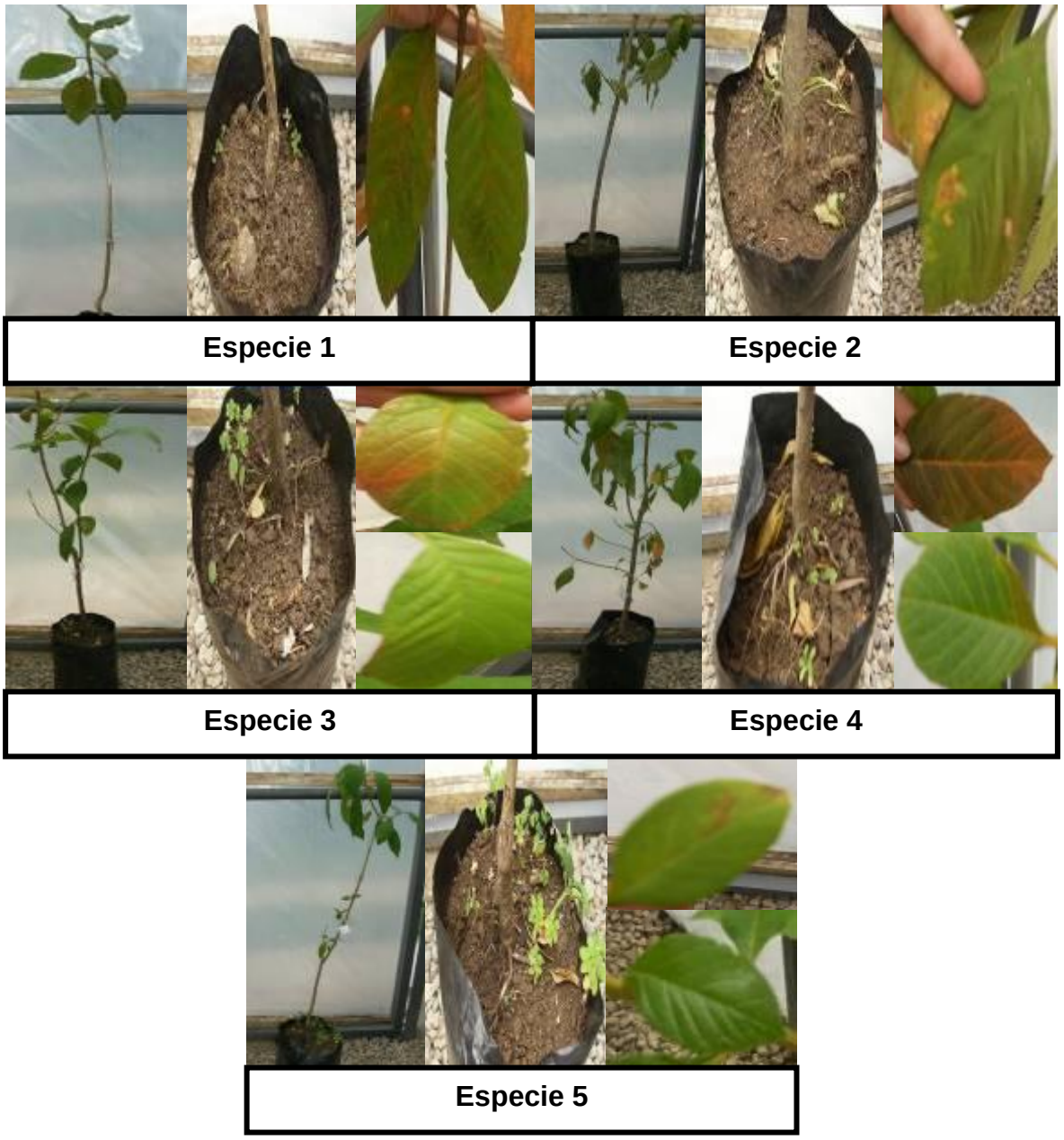
FUENTE: Las Autoras

Fig 20. Tratamiento 4, Condiciones finales Arboloco



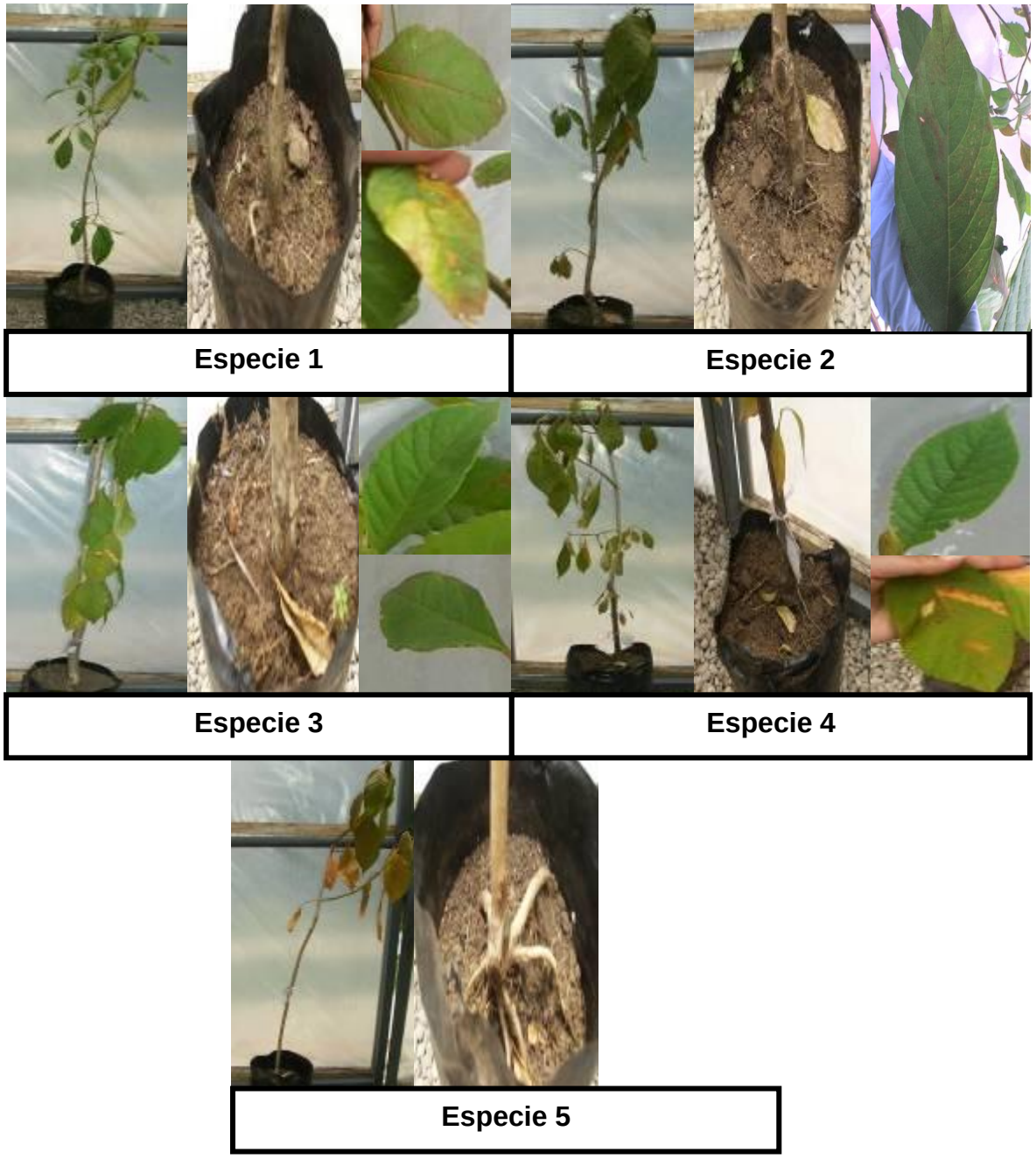
FUENTE: Las Autoras

Fig 21. Tratamiento 1 condiciones finales, Cajeto



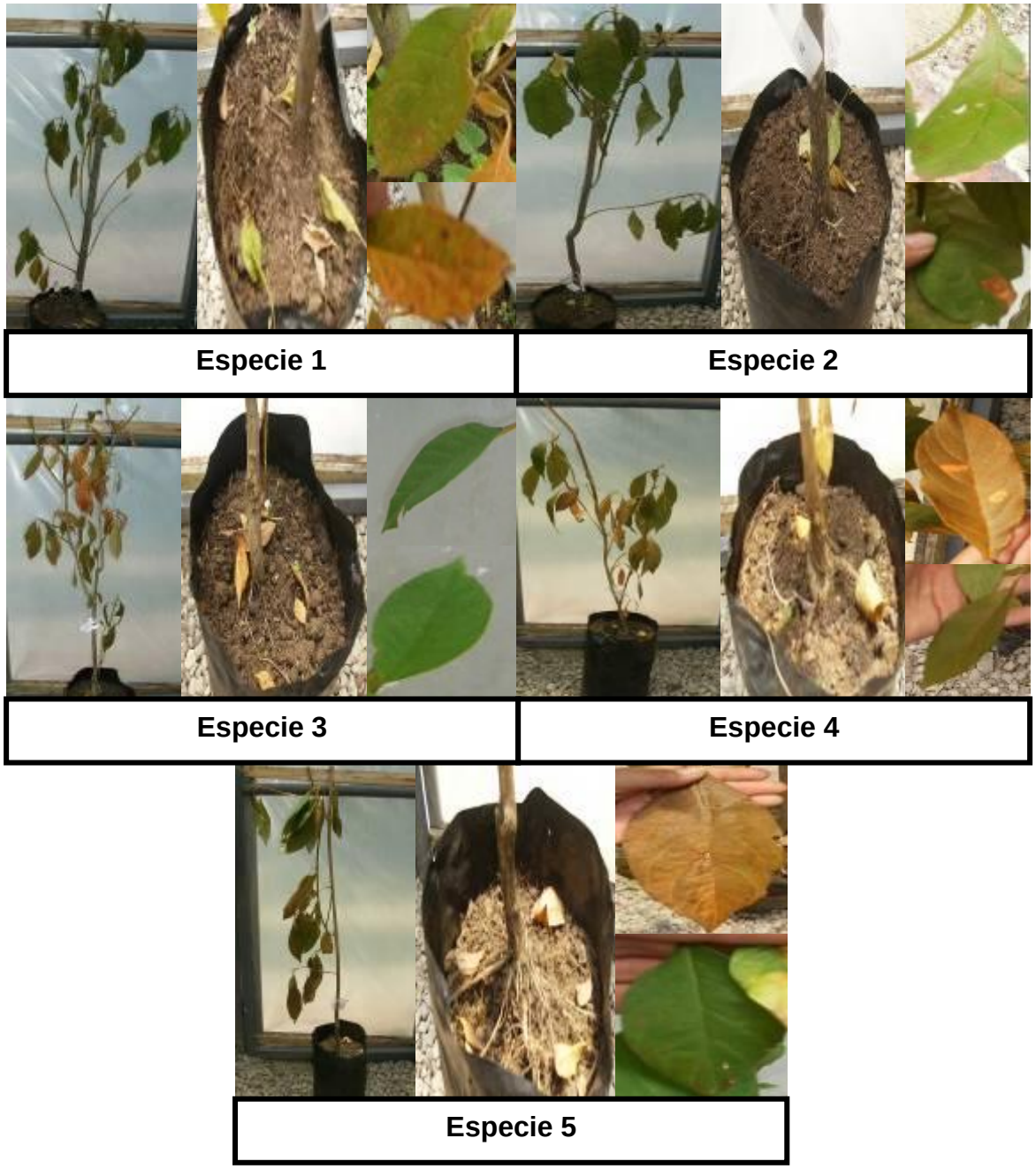
FUENTE: Las Autoras

Fig 22. Tratamiento 2 condiciones finales, cajeto



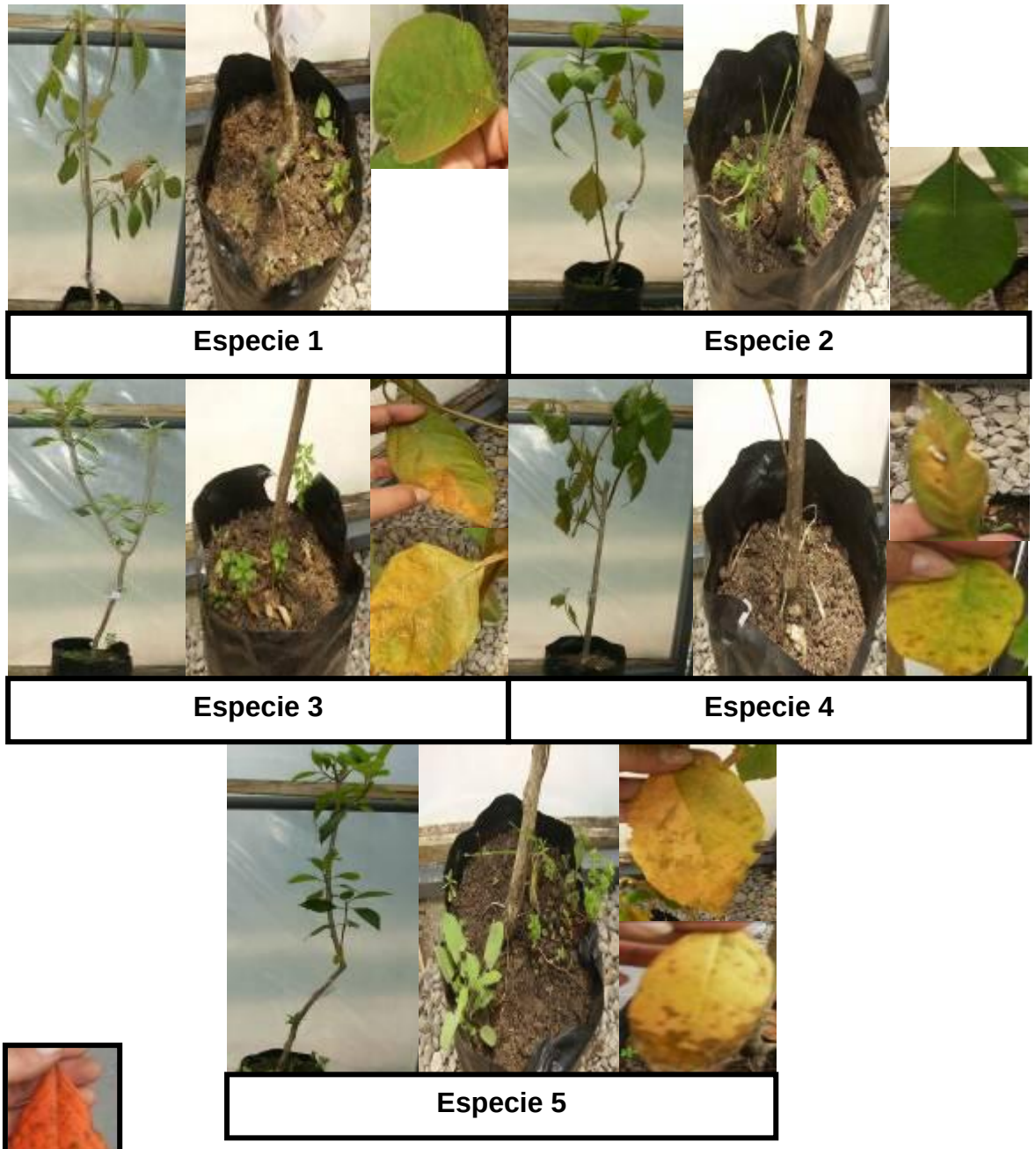
FUENTE: Las Autoras

Fig 23. Tratamiento 3 condiciones finales, cajeto



FUENTE: Las Autoras

Fig 24. Tratamiento 4 condiciones finales ,cajeto



Esta fotografía no hace parte de las hojas seleccionadas, pero es un registro que evidencia los efectos de la aplicación de ácido sulfúrico y ácido nítrico.

FUENTE: Las Autoras

ANEXO H. Matriz y comportamiento de los macroreferentes vegetales a condiciones de invernadero

Tabla 1. Matriz de resultados Caucho Sabanero, Condiciones iniciales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	79	57	6,8	130	3,84	3,8	7,2	7,1	14,0
	2	65	70	6,7	112	4,28	4,0	9,1	7,4	13,2
	3	25	81,5	3,8	112,5	3,80	5,7	13,9	4,3	10,9
	4	9	75	4,5	112	4,38	6,5	12,5	2,8	5,8
	5	40	81	6,0	135	5,00	4,2	10,7	2,7	6,5
TRATAMIENTO 2	1	36	62,5	6,6	112,5	3,57	4,5	12,9	3,0	6,6
	2	11	79,5	4,5	112	4,13	4,4	11,2	5,7	12,6
	3	43	82	6,8	113,5	4,88	3,9	10,4	7,0	15,0
	4	17	74,5	5,4	122	3,56	3,7	9,7	2,7	6,8
	5	53	72,5	6,9	110	4,18	2,9	8,0	4,6	9,1
TRATAMIENTO 3	1	17	78	4,1	111	4,71	2,2	6,0	4,5	10,5
	2	34	70	9,8	110	4,18	4,7	8,7	8,5	14,2
	3	36	83	10,0	114,5	4,18	4,5	8,2	4,9	8,4
	4	63	42,5	6,8	108	4,75	3,0	7,5	5,0	10,0
	5	33	51,5	6,4	110	4,14	5,3	12,1	3,2	8,6
TRATAMIENTO 4	1	24	79	5,6	110	3,70	5,5	14,5	4,6	11,1
	2	15	80	6,0	124	4,34	5,5	14,0	3,9	8,6
	3	40	68	5,5	100	3,50	5,5	12,6	4,2	7,9
	4	34	67	7,3	109	3,65	4.5	11,6	6,5	13,5
	5	18	78	8,0	109	3,96	3,0	7,5	3,9	9,5

FUENTE: Las Autoras

Tabla 2. Matriz de resultados Arboloco, condiciones iniciales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	13	85	7,5	124	8,15	7,5	10,5	6,2	10,0
	2	7	110	6,5	135	6,95	14,0	17,0	7,0	10,0
	3	11	66	6,5	127	6,63	5,0	8,5	11,0	18,5
	4	4	96,5	5,5	121	5,91	16,2	20,0	13,0	18,8
	5	9	90	8,5	120	6,84	8,2	12,5	9,5	13,5
TRATAMIENTO 2	1	12	79	3,8	100	6,18	12,5	15,7	5,8	9,7
	2	18	94	4,5	117	7,54	3,5	5,5	15,0	20,0
	3	7	83	4,5	110	6,3	12,5	19,0	7,0	12,0
	4	5	101	5	126	6,88	11,1	15,0	14,0	18,0
	5	4	100	6	120	6,82	19,0	26,5	12,0	16,0
TRATAMIENTO 3	1	21	79	5	99	7,07	9,5	13,5	4,0	7,0
	2	27	80	4	103	6,74	7,0	11,0	11,0	14,8
	3	8	98	4	122	6,77	8,0	11,0	11,0	17,5
	4	4	102	6	124	7,25	7,5	13,5	6,5	11,0
	5	14	88	4	111	6,4	9,7	11,5	4,6	6,0
TRATAMIENTO 4	1	19	81	4,5	100	7,36	4,7	6,0	6,0	7,0
	2	9	88	4,5	112	7,48	7,5	12,0	11,0	14,5
	3	13	79	4,5	100	6,92	7,0	12,0	8,5	12,0
	4	9	96,5	6,5	121	7,03	8,0	11,5	9,0	12,0
	5	6	79,5	7,5	103,5	6,8	14,0	18,0	4,3	7,0

FUENTE: Las Autoras

Tabla 3. Matriz de resultados Cajeto, condiciones iniciales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	30	58	6	114	8,2	16,5	7,9	15,8	5,00
	2	37	80,5	5,8	126	4,4	10,1	4,5	10,5	4,95
	3	17	92,5	8,1	126	5,0	12,0	5,0	12,5	5,25
	4	46	70,5	5	114,5	5,1	15,0	5,1	12,1	5,11
	5	31	75	4,1	136,5	4,5	11,0	3,5	10,1	5,05
TRATAMIENTO 2	1	8	93,5	4	138	3,2	8,8	2,5	8,1	5,07
	2	26	82,5	6,8	116,5	10,2	21,5	3,7	8,5	5,29
	3	22	80	5	115	6,7	16,1	7,0	15,0	5,48
	4	54	63,5	4,8	124,5	4,6	9,8	2,4	7,3	5,32
	5	16	80,5	5	152,3	5,2	14,9	5,9	15,6	5,28
TRATAMIENTO 3	1	44	58,2	7	114,5	5,1	12,5	3,9	10,7	5,27
	2	28	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	14,7	5,35
	3	98	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	9,6	5,13
	4	53	80	6	112	5,8	16,0	6,5	17,0	5,23
	5	33	81	5,2	111,5	4,4	11,7	5,1	12,4	4,77
TRATAMIENTO 4	1	29	77	5	111	5,0	10,3	3,2	6,5	5,30
	2	22	70	3,5	120	8,0	16,0	8,3	16,2	5,39
	3	33	80	4,5	120	2,4	5,0	3,3	6,9	5,18
	4	30	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,2	5,20
	5	22	79	4,9	114,5	3,9	9,4	3,3	8,4	5,28

FUENTE: Las Autoras

Tabla 4. Matriz de resultados de la primera observación, Caucho Sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	81	57	6,8	130	4,3	3,8	7,5	7,1	14,1
	2	67	70,5	6,7	114	5,3	4,1	9,2	7,4	13,7
	3	24	81,5	3,8	117	4,3	5,7	14,3	4,3	10,9
	4	9	75	4,5	112	4,7	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	40	81	6,0	137	4,7	4,2	11,0	2,8	6,5
TRATAMIENTO 2	1	36	62,5	6,6	116	5	4,5	13,1	3,0	6,6
	2	11	81,5	4,5	113	5,6	4,4	11,2	5,8	12,6
	3	43	83	6,8	115	6	3,9	10,4	7,0	15,0
	4	18	74,5	5,4	124	5,2	3,9	9,8	2,7	6,9
	5	53	73,5	6,9	111	4,5	2,9	8,1	4,6	9,1
TRATAMIENTO 3	1	18	79,5	4,1	112	4,8	2,2	6,0	4,5	10,8
	2	38	70	9,8	119	5	4,7	8,7	8,5	14,4
	3	41	83	10,0	115	5,1	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	61	43	6,8	122	5,2	3,2	7,9	5,0	10,6
	5	32	51,5	6,4	114	4,6	5,3	12,2	3,2	8,8
TRATAMIENTO 4	1	26	79,5	5,6	110	4,5	5,5	14,7	4,6	11,5
	2	16	81	6,0	128	5,3	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	38	68	5,5	114	5,2	5,5	12,7	4,2	7,9
	4	34	67	7,3	111	7	4,5	11,6	6,5	13,5
	5	21	79	8,0	109	5,2	3,1	7,5	3,9	9,5

FUENTE: Las Autoras

Tabla 5. Matriz de resultados de la segunda observación, Caucho Sabanero.

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	73	59,5	6,8	130	4,34	3,8	7,5	7,1	14,1
	2	67	70,5	6,7	115	4,51	4,1	9,2	7,4	13,7
	3	23	82	3,8	119	3,83	5,7	14,3	4,3	10,9
	4	11	75	4,5	113	4,19	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	43	81	6,0	140	4,69	4,2	11,0	2,8	6,5
TRATAMIENTO 2	1	42	62,5	6,6	116	4,03	4,5	13,1	3,0	6,6
	2	8	81,5	4,5	113	4,64	4,4	11,2	5,8	12,6
	3	42	84	6,8	115	4,89	3,9	10,4	7,0	15,0
	4	18	75	5,4	128	3,88	3,9	9,8	2,7	6,9
	5	52	73,5	6,9	111	4,33	2,9	8,1	4,6	9,1
TRATAMIENTO 3	1	22	79,5	4,1	112	4,63	2,2	6,0	4,5	10,8
	2	41	70	9,8	119	4,70	4,7	8,7	8,5	14,4
	3	40	84	10,0	115	4,38	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	62	43	6,8	122	4,59	3,2	7,9	5,0	10,6
	5	31	51,5	6,4	114	4,40	5,3	12,2	3,2	8,8
TRATAMIENTO 4	1	25	79,5	5,6	112	4,42	5,5	14,7	4,6	11,5
	2	18	81	6,0	130	4,39	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	38	69	5,5	118	4,94	5,5	12,7	4,2	7,9
	4	34	68	7,3	111	4,63	4,5	11,6	6,5	13,5
	5	27	79	8,0	109	4,25	3,1	7,5	3,9	9,5

FUENTE: Las Autoras

Tabla 6. Matriz de resultados de la tercera observación, Caucho Sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	69	59,5	6,8	130	4,56	3,8	7,5	7,1	14,1
	2	64	70,5	6,7	115	4,22	4,1	9,2	7,4	13,7
	3	24	82	3,8	119	3,88	5,7	14,3	4,3	10,9
	4	11	75	4,5	113	4,18	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	45	81	6,0	140	4,49	4,2	11,0	2,8	6,5
TRATAMIENTO 2	1	42	62,5	6,6	116	4,09	4,5	13,1	3,0	6,6
	2	8	81,5	4,5	113	4,33	4,4	11,2	5,8	12,6
	3	42	84	6,8	115	4,86	3,9	10,4	7,0	15,0
	4	19	75	5,4	128	3,84	3,9	9,8	2,7	6,9
	5	55	73,5	6,9	111	4,28	2,9	8,1	4,6	9,1
TRATAMIENTO 3	1	23	79,5	4,1	112	4,60	2,2	6,0	4,5	10,8
	2	44	70	9,8	119	5,04	4,7	8,7	8,5	14,4
	3	46	84	10,0	115	4,52	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	62	43	6,8	122	5,06	3,2	7,9	5,0	10,6
	5	31	51,5	6,4	114	3,93	5,3	12,2	3,2	8,8
TRATAMIENTO 4	1	30	79,5	5,6	112	4,11	5,5	14,7	4,6	11,5
	2	21	81	6,0	130	4,07	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	38	69	5,5	118	3,84	5,5	12,7	4,2	7,9
	4	34	68	7,3	111	4,71	4,5	11,6	6,5	13,5
	5	26	79	8,0	109	4,73	3,1	7,5	3,9	9,5

FUENTE: Las Autoras

Tabla 7. Matriz de resultados de la cuarta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	70	59,5	6,8	130	4,60	3,8	7,5	7,1	14,1
	2	64	70,5	6,7	115	4,13	4,1	9,2	7,4	13,7
	3	23	82	3,8	119	4,04	5,7	14,3	4,3	11,0
	4	14	75	4,5	113	4,16	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	47	81	6,0	140	4,55	4,2	11,0	2,85	6,6
TRATAMIENTO 2	1	47	62,5	6,6	116	4,05	4,5	13,1	3,0	6,7
	2	9	81,5	4,5	113	4,11	4,45	11,2	5,8	12,8
	3	44	84	6,8	115	4,45	3,9	10,5	7,1	15,0
	4	24	75	5,4	128	3,82	3,9	9,8	2,8	6,9
	5	52	73,5	6,9	111	4,59	3,0	8,2	4,6	9,2
TRATAMIENTO 3	1	25	79,5	4,1	112	4,56	2,7	6,6	4,5	10,8
	2	52	70	9,8	119	5,08	4,7	8,7	8,5	14,4
	3	48	84	10,0	115	4,51	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	60	43	6,8	122	5,30	3,2	7,9	5,0	10,6
	5	33	51,5	6,4	114	4,46	5,3	12,2	3,2	8,8
TRATAMIENTO 4	1	31	79,5	5,6	112	4,29	5,7	14,7	4,6	11,5
	2	21	81	6,0	130	4,12	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	37	69	5,5	118	3,87	5,5	12,8	4,3	7,9
	4	33	68	7,3	111	5,19	4,5	11,6	6,5	13,5
	5	30	79	8,0	109	4,52	3,1	7,5	3,9	9,6

FUENTE: Las Autoras

Tabla 8. Matriz de resultados de la quinta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	68	59,5	6,8	130	4,39	3,9	7,5	7,2	14,1
	2	61	70,5	6,7	115	3,98	4,1	9,2	7,4	13,7
	3	24	82	3,8	119	4,06	5,7	14,3	4,3	11,0
	4	15	75	4,5	113	4,32	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	45	81	6,0	140	5,04	4,2	11,0	2,85	6,6
TRATAMIENTO 2	1	57	63	6,6	116	4,24	4,5	13,1	3,1	6,7
	2	9	81,5	4,5	113	4,36	4,45	11,2	5,8	12,8
	3	40	84	6,8	115	4,79	3,9	10,5	7,1	15,0
	4	30	75	5,4	128	3,83	3,9	9,8	2,8	6,9
	5	55	73,5	6,9	111	4,61	3,0	8,2	4,6	9,2
TRATAMIENTO 3	1	26	79,5	4,1	112	4,48	2,7	6,6	4,5	10,8
	2	54	70	9,8	119	5,13	4,7	8,7	8,5	14,5
	3	59	84	10,0	115	3,81	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	62	43	6,8	122	5,15	3,2	8,0	5,1	10,6
	5	32	51,5	6,4	114	4,67	5,3	12,2	3,2	8,8
TRATAMIENTO 4	1	31	79,5	5,6	112	4,16	5,7	14,7	4,6	11,5
	2	21	81	6,0	130	4,26	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	37	69	5,5	118	3,99	5,5	12,8	4,3	7,9
	4	34	68	7,3	111	4,41	4,5	11,7	6,5	13,5
	5	34	79	8,0	109	4,75	3,1	7,6	4,0	9,6

FUENTE: Las Autoras

Tabla 9. Matriz de resultados de la sexta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	67	59,5	6,8	140	4,37	3,9	7,5	7,2	14,1
	2	60	70,5	6,7	115	4,10	4,6	9,3	7,4	13,8
	3	24	82	3,8	126	4,23	5,7	14,3	4,3	11,0
	4	20	75	4,5	113	4,41	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	47	81	6,0	140	5,16	4,2	11,0	2,85	6,6
TRATAMIENTO 2	1	56	63	6,6	116	4,31	4,5	13,1	3,1	6,7
	2	10	81,5	4,5	113	4,66	4,45	11,2	5,8	12,8
	3	43	84	6,8	115	4,97	3,9	10,5	7,1	15,0
	4	38	75	5,4	128	3,89	3,9	9,8	2,8	6,9
	5	53	73,5	6,9	111	4,71	3,0	8,2	4,6	9,2
TRATAMIENTO 3	1	26	79,5	4,1	112	4,56	2,8	6,6	4,5	10,8
	2	54	70	9,8	119	5,24	4,8	8,7	8,5	14,5
	3	60	84	10,0	115	3,94	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	62	43	6,8	122	5,37	3,2	8,0	5,1	10,6
	5	41	51,5	6,4	114	4,76	5,3	12,2	3,3	8,8
TRATAMIENTO 4	1	41	79,5	5,6	112	4,30	5,7	14,8	4,6	11,5
	2	20	81	6,0	130	4,36	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	37	69	5,5	118	4,08	5,5	12,8	4,3	7,9
	4	34	68	7,3	111	4,52	4,5	11,7	6,5	13,5
	5	34	79	8,0	109	5,01	3,1	7,6	4,0	9,6

FUENTE: Las Autoras

Tabla 10. Matriz de resultados de la primera observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	14	86	7,5	124	8,90	7,5	10,5	6,2	10,0
	2	7	110	6,5	138	8,00	14,0	19,5	7,5	11,0
	3	12	66	6,5	129	7,90	5,6	10,6	12,7	20,5
	4	5	96,5	5,5	125	7,90	16,7	21,6	14,0	19,6
	5	11	92	8,5	125	8,30	9,6	14,5	9,5	13,5
TRATAMIENTO 2	1	19	80	3,8	101	8,20	12,5	15,7	5,8	9,7
	2	19	98	4,5	122	8,10	4,0	7,0	16,0	21,0
	3	7	88	4,5	113	7,40	13,3	20,0	8,0	12,5
	4	6	102	5	129	7,50	11,5	15,5	14,0	18,0
	5	4	103	6	126,5	8,00	19,8	27,0	12,0	17,0
TRATAMIENTO 3	1	20	79	5	99	7,60	9,5	14,8	5,5	8,7
	2	28	80	4	103	8,50	7,9	13,2	11,0	16,0
	3	9	98	4	122	7,90	8,0	11,5	11,0	17,5
	4	4	104	6	124	8,20	9,5	15,5	8,3	13,0
	5	17	88	4	114	8,60	11,0	13,5	5,8	8,0
TRATAMIENTO 4	1	24	81	4,5	104	8,20	5,1	8,5	6,5	8,8
	2	9	88	4,5	115	8,30	7,8	13,5	11,1	16,6
	3	16	79	4,5	100	7,70	10,1	15,0	12,3	16,7
	4	9	97	6,5	121	8,00	9,0	13,5	11,0	13,0
	5	6	80	7,5	107	7,70	14,6	19,5	5,0	10,0

FUENTE: Las Autoras

Tabla 11. Matriz de resultados de la segunda observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	21	86	7,5	124	7,87	7,5	10,5	6,2	10,0
	2	9	110	6,5	138	6,86	14,0	19,5	7,5	11,0
	3	15	66	6,5	129	7,21	5,6	10,6	12,7	20,5
	4	6	96,5	5,5	125	6,44	16,7	21,6	14,0	19,6
	5	15	92	8,5	125	7,33	9,6	14,5	9,5	13,5
TRATAMIENTO 2	1	25	80	3,8	101	6,43	12,5	15,7	5,8	9,7
	2	30	98	4,5	122	7,79	4,0	7,0	16,0	21,0
	3	11	88	4,5	113	6,88	13,3	20,0	8,0	12,5
	4	11	102	5	129	7,22	11,5	15,5	14,0	18,0
	5	5	103	6	126,5	6,84	19,8	27,0	12,0	17,0
TRATAMIENTO 3	1	28	79	5	99	7,19	9,5	14,8	5,5	8,7
	2	37	80	4	103	6,99	7,9	13,2	11,0	16,0
	3	12	98	4	122	6,94	8,0	11,5	11,0	17,5
	4	13	104	6	124	7,19	9,5	15,5	8,3	13,0
	5	25	88	4	114	6,26	11,0	13,5	5,8	8,0
TRATAMIENTO 4	1	31	81	4,5	104	6,87	5,1	8,5	6,5	8,8
	2	10	88	4,5	115	7,44	7,8	13,5	11,1	16,6
	3	23	79	4,5	100	7,20	10,1	15,0	12,3	16,7
	4	14	97	6,5	121	7,09	9,0	13,5	11,0	13,0
	5	8	80	7,5	107	6,58	14,6	19,5	5,0	10,0

FUENTE: Las Autoras

Tabla 12. Matriz de resultados de la tercera observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	8	86	7,5	124	7,58	8,0	10,5	6,2	11,0
	2	6	110	6,5	138	5,91	14,5	19,5	7,5	11,0
	3	12	66	6,5	129	6,41	5,7	11,0	12,7	20,5
	4	5	96,5	5,5	125	5,98	16,7	22,4	14,0	19,6
	5	13	92	8,5	125	6,02	9,6	15,5	9,5	14,5
TRATAMIENTO 2	1	19	80	3,8	101	6,18	12,5	15,7	5,8	9,7
	2	21	98	4,5	122	6,29	4,0	7,0	16,0	21,0
	3	8	88	4,5	113	5,78	13,3	20,7	8,7	13,6
	4	5	102	5	129	5,66	11,5	15,5		
	5	5	103	6	126,5	5,98	20,0	27,0	12,3	17,6
TRATAMIENTO 3	1	22	79	5	99	6,56	9,8	14,8	6,1	10,0
	2	27	80	4	103	6,19	7,9	13,5	11,1	16,0
	3	8	98	4	122	6,27	8,0	11,6	11,1	17,7
	4	6	104	6	124	6,00	10,1	15,9	8,5	15,2
	5	18	88	4	114	5,89	11,0	14,0	6,1	8,2
TRATAMIENTO 4	1	24	81	4,5	104	6,43	5,1	9,0	6,6	9,2
	2	8	88	4,5	115	6,44	7,8	14,4	11,5	16,9
	3	15	79	4,5	100	6,03	11,1	16,0	12,9	17,7
	4	9	97	6,5	121	6,34	10,0	13,9	12,0	14,0
	5	6	80	7,5	107	5,94	14,6	20,0	5,1	11,0

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 13. Matriz de resultados de la cuarta observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	12	86	7,5	124	7,81	8,0	11,5	6,2	11,5
	2	6	110	6,5	138	6,95	14,5	19,5		
	3	11	66	6,5	129	7,50	6,0	11,0		
	4	4	96,5	5,5	125	6,53	17,3	22,4	14,0	20,0
	5	13	92	8,5	125	6,81	9,6	16,0	9,5	14,5
TRATAMIENTO 2	1	17	80	3,8	101	6,71	13,2	15,7	5,8	9,9
	2	21	98	4,5	122	8,10	4,0	7,0	16,4	21,1
	3	6	88	4,5	113	6,80	13,3	21,3	8,7	14,5
	4	4	102	5	129	7,30	12,0	16,0		
	5	5	103	6	126,5	7,24			12,3	17,6
TRATAMIENTO 3	1	19	79	5	99	7,55	9,9	15,0	6,1	10,3
	2	30	80	4	103	7,42	8,0	13,5	11,1	16,0
	3	10	98	4	122	7,72	8,0	11,6	11,1	18,0
	4	6	104	6	124	7,79	10,2	15,9	8,7	15,2
	5	16	88	4	114	6,23	11,0	14,0	6,1	8,2
TRATAMIENTO 4	1	21	81	4,5	104	7,46	5,5	9,0	6,6	9,2
	2	8	88	4,5	115	7,98	7,8	14,4	11,6	16,9
	3	16	79	4,5	100	7,38	11,2	16,0	12,9	17,7
	4	9	97	6,5	121	7,43	10,0	13,9	12,0	14,0
	5	4	80	7,5	107	7,13	14,8	20,0	5,1	11,0

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 14. Matriz de resultados de la quinta observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	13	86	7,5	124	7,77	8,1	12,0	6,5	11,5
	2	4	110	6,5	138	6,99	14,5	19,5		
	3	10	66	6,5	129	7,51	6,0	11,0		
	4	4	96,5	5,5	125	6,77	17,3	22,4	14,0	20,0
	5	12	92	8,5	125	7,64	9,8	16,0	9,8	14,5
TRATAMIENTO 2	1	12	80	3,8	101	7,20	13,2	15,7	5,8	9,9
	2	18	98	4,5	122	7,99	4,1	7,0	16,4	21,1
	3	8	88	4,5	113	7,26	13,3	21,3	8,7	14,5
	4	6	102	5	129	7,91	12,0	16,0		
	5	3	103	6	126,5	7,62			12,4	17,6
TRATAMIENTO 3	1	6	79	5	99	7,64	9,9	15,0	6,4	10,3
	2	28	80	4	103	7,66	8,0	13,5		
	3	10	98	4	122	7,63	8,0	11,6	11,1	18,0
	4	6	104	6	124	7,96	11,6	15,9	9,0	15,2
	5	15	88	4	114	6,99	11,0	14,0	6,2	9,0
TRATAMIENTO 4	1	26	81	4,5	104	7,62	5,6	9,0	6,6	9,2
	2	9	88	4,5	115	7,91	7,8	14,4	11,9	16,9
	3	13	79	4,5	100	7,47	13,0	17,0	13,2	19,0
	4	9	97	6,5	121	7,43	10,0	13,9	12,0	14,0
	5	4	80	7,5	107	7,14	14,8	20,0	5,1	11,0

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 15. Matriz de resultados de la sexta observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	11	86	7,5	124	7,89	8,2	12,3	6,5	11,5
	2	5	110	6,5	138	6,62	14,5	19,5		
	3	10	66	6,5	129	6,79	6,0	11,0		
	4	4	96,5	5,5	125	6,71	18,2	23,0	15,3	21,3
	5	12	92	8,5	125	6,73	9,8	16,0	9,0	14,5
TRATAMIENTO 2	1	15	80	3,8	101	6,75	13,2	15,7	6,2	10,0
	2	16	98	4,5	122	6,82	4,1	7,0	16,4	21,1
	3	7	88	4,5	113	6,88	13,3	21,3	8,7	14,5
	4	7	102	5	129	6,77	13,0	17,0		
	5	3	103	6	126,5	6,73			13,5	18,0
TRATAMIENTO 3	1	18	79	5	99	6,86	9,9	15,0	7,5	12,0
	2	28	80	4	103	6,98	8,0	13,5		
	3	8	98	4	122	6,87	8,0	11,6	11,1	18,0
	4	6	104	6	124	6,59	12,5	17,5	9,0	15,2
	5	13	88	4	114	6,77	11,0	14,0	6,2	9,0
TRATAMIENTO 4	1	24	81	4,5	104	6,74	5,6	9,0	6,6	9,2
	2	9	88	4,5	115	6,73	7,8	14,4	11,9	16,9
	3	14	79	4,5	100	6,78	15,0	19,0	15,5	20,5
	4	11	97	6,5	121	6,70	10,0	13,9	12,0	14,0
	5	4	80	7,5	107	6,61	15,3	20,5	5,1	11,0

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

** Hubo una disminución del tamaño de esas hojas por desfragmentación parcial de las mismas. Las hojas de estos individuos presentaron gran deterioro.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 16. Matriz de resultados de la primera observación , Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	12	58	6	114	8,2	16,5	7,9	15,8	5,09
	2	35	80,5	5,8	126	4,4	10,1	4,5	10,5	5,50
	3	37	92,5	8,1	126	5,0	12,0	5,0	12,5	5,71
	4	75	70,5	5	114,5	5,1	15,0	5,1	12,1	5,82
	5	33	75	4,1	136,5	4,5	11,0	3,5	10,1	5,86
TRATAMIENTO 2	1	67	93,5	4	138	3,2	8,8	2,5	8,1	5,83
	2	56	82,5	6,8	116,5	10,2	21,5	3,7	8,5	6,20
	3	26	80	5	115	6,7	16,1	7,0	15,0	6,13
	4	59	63,5	4,8	124,5	4,6	9,8	2,4	7,3	6,50
	5	38	80,5	5	152,3	5,2	14,9	5,9	15,6	6,02
TRATAMIENTO 3	1	82	58,2	7	114,5	5,1	12,5	3,9	10,7	6,14
	2	44	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	14,7	6,10
	3	133	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	9,6	6,02
	4	80	80	6	112	5,8	16,0	6,5	17,0	5,72
	5	44	81	5,2	111,5	4,4	11,7	5,1	12,4	5,71
TRATAMIENTO 4	1	70	77	5	111	5,0	10,3	3,2	6,5	5,88
	2	33	70	3,5	120	8,0	16,0	8,3	16,2	5,91
	3	72	80	4,5	120	2,4	5,0	3,3	6,9	5,89
	4	53	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,2	5,61
	5	67	79	4,9	114,5	3,9	9,4	3,3	8,4	5,71

FUENTE: Las Autoras

Tabla 17. Matriz de resultados de la segunda observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	12	58	6	114	8,2	16,5	7,9	15,8	5,81
	2	33	80,5	5,8	126	4,4	10,1	4,5	10,5	5,32
	3	36	92,5	8,1	126	5,0	12,0	5,0	12,5	5,41
	4	75	70,5	5	114,5	5,1	15,0	5,1	12,1	5,37
	5	38	75	4,1	136,5	4,5	11,0	3,5	10,1	5,50
TRATAMIENTO 2	1	77	93,5	4	138	3,2	8,8	2,5	8,1	4,82
	2	62	82,5	6,8	116,5	10,2	21,5	3,7	8,5	5,07
	3	34	80	5	115	6,7	16,1	7,0	15,0	5,11
	4	61	63,5	4,8	124,5	4,6	9,8	2,4	7,3	5,05
	5	41	80,5	5	152,3	5,2	14,9	5,9	15,6	5,52
TRATAMIENTO 3	1	85	58,2	7	114,5	5,1	12,5	3,9	10,7	5,72
	2	46	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	14,7	5,64
	3	130	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	9,6	5,39
	4	79	80	6	112	5,8	16,0	6,5	17,0	4,95
	5	44	81	5,2	111,5	4,4	11,7	5,1	12,4	5,34
TRATAMIENTO 4	1	69	77	5	111	5,0	10,3	3,2	6,5	5,57
	2	33	70	3,5	120	8,0	16,0	8,3	16,2	5,44
	3	73	80	4,5	120	2,4	5,0	3,3	6,9	5,28
	4	53	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,2	5,30
	5	69	79	4,9	114,5	3,9	9,4	3,3	8,4	5,16

FUENTE: Las Autoras

Tabla 18. Matriz de resultados de la tercera observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	8	58	6	114	8,3	16,5	8,0	15,8	5,07
	2	26	80,5	5,8	126	4,4	10,1	4,5	10,8	5,39
	3	25	92,5	8,1	126	5,1	12,0	5,0	13,1	5,43
	4	61	70,5	5	114,5	5,1	15,0	5,1	12,1	5,03
	5	27	75	4,1	136,5	4,9	11,2	3,9	10,1	5,41
TRATAMIENTO 2	1	40	93,5	4	138	3,3	8,8	2,5	8,1	5,76
	2	40	82,5	6,8	116,5	10,2	22,2	3,7	8,5	5,31
	3	21	80	5	115	6,7	16,1	7,0	15,0	5,37
	4	48	63,5	4,8	124,5	4,6	9,8	2,4	7,3	5,42
	5	29	80,5	5	152,3	5,4	14,9	5,9	15,6	5,43
TRATAMIENTO 3	1	54	58,2	7	114,5	5,1	12,7	3,9	10,7	5,36
	2	30	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	14,7	5,46
	3	96	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	9,6	4,98
	4	46	80	6	112	5,8	16,0	6,5	17,0	5,60
	5	32	81	5,2	111,5	4,4	11,7	5,2	12,4	5,22
TRATAMIENTO 4	1	34	77	5	111	5,1	10,3	3,9	6,5	5,96
	2	27	70	3,5	120	8,7	17,5	8,3	16,2	5,59
	3	47	80	4,5	120	2,5	5,1	3,4	6,9	5,30
	4	31	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,5	5,20
	5	45	79	4,9	114,5	3,9	10,0	3,9	8,8	5,36

FUENTE: Las Autoras

Tabla 19. Matriz de resultados de la cuarta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	8	58	6	114	8,4	16,5	8,1	16,0	5,59
	2	25	80,5	5,8	126	4,4	10,6	4,5	10,9	5,61
	3	25	92,5	8,1	126	5,1	12,0	5,0	13,5	5,68
	4	66	70,5	5	114,5	5,1	15,3	5,1	12,5	5,47
	5	26	75	4,1	136,5	4,9	11,7	3,9	10,5	6,56
TRATAMIENTO 2	1	40	93,5	4	138	3,3	8,8	2,6	8,5	6,42
	2	34	82,5	6,8	116,5			3,7	8,7	6,52
	3	25	80	5	115	6,7	16,1	7,1	15,0	6,46
	4	45	63,5	4,8	124,5	4,6	9,9	2,4	7,3	6,18
	5	28	80,5	5	152,3	5,4	14,9	5,9	16,0	6,40
TRATAMIENTO 3	1	52	58,2	7	114,5	5,1	13,0	3,9	10,7	6,58
	2	34	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	15,5	6,39
	3	98	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	10,0	6,52
	4	43	80	6	112	5,9	16,0	6,5	17,0	6,29
	5	31	81	5,2	111,5	4,5	11,7	5,2	12,4	6,20
TRATAMIENTO 4	1	23	77	5	111	5,2	10,5	3,9	6,5	6,46
	2	27	70	3,5	120			8,3	16,2	6,55
	3	51	80	4,5	120	2,5	5,1	3,5	7,0	6,53
	4	29	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,5	6,39
	5	53	79	4,9	114,5	3,9	10,0	3,9	8,8	6,54

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 20. Matriz de resultados de la quinta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	8	58	6	114	8,4	16,9	8,1	16,0	6,01
	2	25	80,5	5,8	126	4,4	10,6	4,5	10,9	6,19
	3	24	92,5	8,1	126	5,3	12,0	5,0	13,5	6,00
	4	65	70,5	5	114,5	5,1	15,3	5,1	12,5	5,98
	5	25	75	4,1	136,5	4,9	11,7	3,9	10,5	5,59
TRATAMIENTO 2	1	40	93,5	4	138	3,3	8,8	2,6	8,5	5,61
	2	30	82,5	6,8	116,5			3,7	8,7	5,58
	3	23	80	5	115	6,8	16,5	7,1	15,6	5,53
	4	43	63,5	4,8	124,5	4,6	9,9	2,4	7,3	6,00
	5	26	80,5	5	152,3	5,4	14,9	5,9	16,0	5,37
TRATAMIENTO 3	1	54	58,2	7	114,5	5,1	13,0	3,9	10,7	5,85
	2	34	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	15,5	5,83
	3	98	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	10,0	5,49
	4	40	80	6	112	5,9	16,0	6,5	17,0	5,84
	5	30	81	5,2	111,5	4,5	11,7	5,2	12,4	5,83
TRATAMIENTO 4	1	31	77	5	111	5,2	10,5	3,9	6,5	5,86
	2	25	70	3,5	120			8,3	16,2	5,70
	3	52	80	4,5	120	2,5	5,1	3,5	7,0	5,83
	4	29	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,5	5,54
	5	53	79	4,9	114,5	3,9	10,0	3,9	8,8	6,42

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 21. Matriz de resultados de la sexta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	8	58	6	140	8,6	16,9	8,1	16,0	5,74
	2	22	80,5	5,8	126	4,4	10,6	4,5	10,9	5,79
	3	24	92,5	8,1	126	5,3	12,0	5,0	13,5	6,09
	4	62	70,5	5	114,5	5,1	15,3	5,1	12,5	6,00
	5	26	75	4,1	136,5	4,9	11,7	3,9	10,5	6,20
TRATAMIENTO 2	1	40	93,5	4	138	3,3	8,8	2,6	8,5	5,70
	2	35	82,5	6,8	116,5			3,7	8,7	5,79
	3	21	80	5	115	6,8	16,5	7,1	15,6	5,69
	4	43	63,5	4,8	124,5	4,6	9,9	2,4	7,3	6,17
	5	23	80,5	5	152,3	5,4	14,9	5,9	16,0	5,47
TRATAMIENTO 3	1	46	58,2	7	114,5	5,1	13,0	3,9	10,7	6,07
	2	27	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	15,5	5,93
	3	97	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	10,0	5,58
	4	38	80	6	112	5,9	16,0	6,5	17,0	5,88
	5	30	81	5,2	111,5	4,5	11,7	5,2	12,4	5,70
TRATAMIENTO 4	1	29	77	5	111	5,2	10,5			6,06
	2	25	70	3,5	120			8,3	16,2	5,89
	3	52	80	4,5	120	2,5	5,1	3,5	7,0	6,08
	4	28	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,5	5,84
	5	50	79	4,9	114,5	3,9	10,0	3,9	8,8	6,54

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 22. Matriz de resultados Caucho sabanero, condiciones finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	68	59,5	8,5	140	4,5	3,9	7,5	7,2	14,1
	2	63	74,9	7,2	115	4,3	4,6	9,3	7,4	13,8
	3	25	82	5,6	126	4,3	5,7	14,3	4,3	11,0
	4	49	75	5,6	113	4,5	6,5	13,3	2,9	5,8
	5	50	81	6,7	140	5,2	4,2	11,0	2,85	6,6
TRATAMIENTO 2	1	50	63	6,7	116	4,4	4,5	13,1	3,1	6,7
	2	10	81,5	5,6	113	4,6	4,45	11,2	5,8	12,8
	3	42	84,1	7,1	115	5,1	3,9	10,5	7,1	15,0
	4	44	75	6,5	128	4	3,9	9,8	2,8	6,9
	5	57	73,5	7,3	111	4,8	3,0	8,2	4,6	9,2
TRATAMIENTO 3	1	32	79,5	4,1	112	4,7	2,8	6,6	4,5	10,8
	2	53	70	9,8	119	5,4	4,8	8,7	8,5	14,5
	3	71	84	10,0	115	4	4,5	8,5	4,9	8,4
	4	59	43	6,8	122	5,4	3,2	8,0	5,1	10,6
	5	43	51,5	6,4	114	4,9	5,3	12,2	3,3	8,8
TRATAMIENTO 4	1	55	79,5	5,6	112	4,6	5,7	14,8	4,6	11,5
	2	22	81	6,0	130	4,5	5,5	14,1	3,9	8,6
	3	34	69	5,5	118	4,2	5,5	12,8	4,3	7,9
	4	34	68	7,3	111	4,6	4,5	11,7	6,5	13,5
	5	46	79	8,0	109	5,1	3,1	7,6	4,0	9,6

FUENTE: Las Autoras

Tabla 23. Matriz de resultados Arboloco, condiciones finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PH DEL SUELO	HOJA 1		HOJA 2	
							ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
TRATAMIENTO 1	1	8	86	7,5	124	8	8,2	12,3	6,5	11,5
	2	6	110	6,5	138	7,3	14,5	19,5		
	3	10	66	6,5	129	7,8	6,0	11,0		
	4	4	96,5	5,5	125	7	18,2	23,0	15,3	21,3
	5	7	92	8,5	125	7,9	9,8	16,0	9 **	14,5
TRATAMIENTO 2	1	12	80	3,8	101	7,3	13,2	15,7	6,2	10,0
	2	6	98	4,5	122	8,2				
	3	7	88	4,5	113	7,5			8,7	14,5
	4	4	102	5	129	8,2	13,0	17,0		
	5	3	103	6	126,5	7,9			13,5	18,0
TRATAMIENTO 3	1	13	79	5	99	7,9	9,9	15,0		
	2	19	80	4	103	7,9	8,0	13,5		
	3	6	98	4	122	8	7,5**	9,5**	6,6**	16**
	4	5	104	6	124	8,3	12,5	17,5	9,0	15,2
	5	12	88	4	114	7,3	11,0	14,0	6,2	9,0
TRATAMIENTO 4	1	10	81	4,5	104	7,9				
	2	9	88	4,5	115	7,9			11,9	16,9
	3	6	79	4,5	100	7,6	15,0	19,0	15,5	20,5
	4	10	97	6,5	121	7,6	10,0	13,9	12,0	14,0
	5	6	80	7,5	107	7,7	15,3	20,5	5,1	11,0

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

** Hubo una disminución del tamaño de esas hojas por desfragmentación parcial de las mismas. Las hojas de estos individuos presentaron gran deterioro.

FUENTE: Las Autoras

Tabla 24. Matriz de resultados Cajeto, condiciones finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
TRATAMIENTO 1	1	9	58	6	140	8,6	16,9	8,1	16,0	6,2
	2	20	80,5	5,8	126	4,4	10,6	4,5	10,9	6
	3	25	92,5	8,1	126	5,3	12,0	5,0	13,5	6,2
	4	51	70,5	5	114,5	5,1	15,3	5,1	12,5	6,2
	5	28	75	4,1	136,5	4,9	11,7	3,9	10,5	6
TRATAMIENTO 2	1	56	93,5	4	138	3,3	8,8	2,6	8,5	5,7
	2	22	82,5	6,8	116,5					5,8
	3	20	80	5	115	6,8	16,5	7,1	15,6	5,8
	4	37	63,5	4,8	124,5	4,6	9,9	2,4	7,3	6,2
	5	22	80,5	5	152,3					5,5
TRATAMIENTO 3	1	41	58,2	7	114,5	5,1	13,0	3,9	10,7	6,1
	2	25	79,5	7	127	4,6	14,0	7,4	15,5	6
	3	56	80,5	5	116	3,6	8,6	3,8	10,0	5,6
	4	30	80	6	112	5,9	16,0	6,5	17,0	6
	5	24	81	5,2	111,5	4,5	11,7	5,2	12,4	6
TRATAMIENTO 4	1	29	77	5	111	5,2	10,5			6,1
	2	20	70	3,5	120			8,3	16,2	5,9
	3	61	80	4,5	120	2,5	5,1	3,5	7,0	6
	4	27	57	6,3	125	4,9	11,8	3,8	9,5	5,8
	5	59	79	4,9	114,5	3,9	10,0	3,9	8,8	5,7

Los espacios en blanco representan las hojas que no resistieron a la experimentación.

FUENTE: Las Autoras

ANEXO I. Matriz de observación de los macroreferentes vegetales a condiciones de invernadero

Tabla 25. Matriz de resultados Caucho Sabanero, Condiciones iniciales

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	5	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	2	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 26. Matriz de resultados Arboloco, Condiciones iniciales

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 27. Matriz de resultados Cajeto, condiciones iniciales

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	30	Verde-mancha naranja quemaduras	Verde-mancha naranja café	Café	Rugosa y peluda
	2	37	Verde quemadura		Café	Rugosa y peluda
	3	17	Verde manchas café	Verde	Café	Rugosa y peluda
	4	46	Verde		Café	Rugosa y peluda
	5	31	Verde punto café	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	8	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	26	Verde		Café	Rugosa y peluda
	3	22	Verde quemaduras	Verde punto café	Café	Rugosa y peluda
	4	54	Verde quemadura en el borde	Verde	Café	Rugosa y peluda
	5	16	Verde punticos cafes	Verde borde café	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	44	Verde		Café	Rugosa y peluda
	2	28	Verde	Verde puntico café	Café	Rugosa y peluda
	3	98	Verde puntico café	Verde 2 puntos cafes	Café	Rugosa y peluda
	4	53	Verde	Verde puntico café	Café	Rugosa y peluda
	5	33	Verde		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	29	Verde		Café	Rugosa y peluda
	2	22	Verde		Café	Rugosa y peluda
	3	33			Café	Rugosa y peluda
	4	30	Verde mancha naranja	Verde	Café	Rugosa y peluda
	5	22	Verde		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 28. Matriz de resultados de la primera observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	5	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	2	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 29. Matriz de resultados de la segunda observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	5	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	2	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 30. Matriz de resultados de la tercera observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	5	Verde Oscura		Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde Oscura con puntos de color blanco y amarillo		Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y manchas de color café	Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
	5	Verde Oscura, con manchas de color amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura		Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscura	Café	Lisa
	3	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	4	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa
	5	Verde oscura con manchas de color café		Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 31. Matriz de resultados de la cuarta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde con manchas color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde oscura y despigmentación parcial	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	5	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, pero con desvanecimiento del color en algunas partes	Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café y amarillo	Verde oscura, con puntos de color café	Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos y manchas de color amarillo	Verde oscura y una mancha de color café en el centro de la hoja	Café	Lisa
	4	Verde Oscura con puntos de color blanco y amarillo		Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y manchas de color café	Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura, con manchas de color blanco		Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo		Café	Lisa
	3	Verde Oscura, con algunas manchas de color amarillo	Verde oscura, con quemadura en la punta	Café	Lisa
	4	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
	5	Verde Oscura, con manchas de color amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura, con muchos puntos de color blanco	Verde oscura, con una deformación en la punta	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscura	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos de color amarillo	Verde oscura, con una ligera despigmentación en la punta	Café	Lisa
	4	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y una mancha notoria en el centro de la hoja	Café	Lisa
	5	Verde Oscura	Verde Oscura, con despigmentación parcial de la hoja	Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 32. Matriz de resultados de la quinta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde con manchas color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde oscura y despigmentación parcial	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	5	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, pero con desvanecimiento del color en algunas partes	Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café y amarillo	Verde oscura, con puntos de color café	Café	Lisa
	2	Verde Oscura		Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos y manchas de color amarillo	Verde oscura y una mancha de color café en el centro de la hoja	Café	Lisa
	4	Verde Oscura con puntos de color blanco y amarillo		Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y manchas de color café	Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura, con manchas de color blanco		Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo		Café	Lisa
	3	Verde Oscura, con algunas manchas de color amarillo	Verde oscura, con quemadura en la punta	Café	Lisa
	4	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
	5	Verde Oscura, con manchas de color amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura, con muchos puntos de color blanco	Verde oscura, con una deformación en la punta	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscura	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos de color amarillo	Verde oscura, con una ligera despigmentación en la punta	Café	Lisa
	4	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y una mancha notoria en el centro de la hoja	Café	Lisa
	5	Verde Oscura	Verde Oscura, con despigmentación parcial de la hoja	Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 33. Matriz de resultados de la sexta observación, Caucho sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde con manchas color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde oscura y despigmentación parcial	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	5	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, pero con desvanecimiento del color en algunas partes	Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café y amarillo, con algunas perforaciones	Verde oscura, con puntos de color café y manchas de color amarillo	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con puntos de color café	Verde oscuro con puntos de color blancos	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos y manchas de color amarillo	Verde oscura y una mancha de color café en el centro de la hoja	Café	Lisa
	4	Verde Oscura con puntos de color blanco y amarillo		Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y manchas de color café	Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura, con manchas de color blanco		Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo		Café	Lisa
	3	Verde Oscura, con algunas manchas tenues de color amarillo	Verde oscura, con quemadura en la punta	Café	Lisa
	4	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo y puntos de color blanco	Verde oscura	Café	Lisa
	5	Verde Oscura, con manchas de color amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura, con muchos puntos de color blanco	Verde oscura, con una deformación en la punta	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscura	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos de color amarillo	Verde oscura, con una ligera despigmentación en la punta	Café	Lisa
	4	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y una mancha notoria en el centro de la hoja	Café	Lisa
	5	Verde Oscura	Verde Oscura, con despigmentación parcial de la hoja	Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 34. Matriz de resultados de la primera observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro y amarillo		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 35. Matriz de resultados de la segunda observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde claro parte seca con puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Verde claro con puntos cafes y amarillos, partes secas	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro huecos		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscuro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde Oscuro	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Verde claro erupciones café y amarillo	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y naranja ,punta seca y de color amarillo	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro con perforaciones	Verde claro con el borde cortado	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos cafes, amarillos y naranjas	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con 2 puntos cafes	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 36. Matriz de resultados de la tercera observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Hoja muy deteriorada	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Hoja parcialmente quemada	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro huecos		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscuro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde Oscuro	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Verde claro erupciones café y amarillo	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y naranja, punta seca y de color amarillo	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro con perforaciones	Verde claro con el borde cortado	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos cafes, amarillos y naranjas	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con 2 puntos cafes	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 37. Matriz de resultados de la cuarta observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Hoja muy deteriorada	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Hoja parcialmente quemada	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro huecos		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde claro, hojas en mal estado		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde Oscuro	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Verde claro erupciones café y amarillo	Verde	Rugosa y peluda
	5	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Verde claro, hoja que está en malas condiciones	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro con perforaciones	Verde claro con el borde cortado	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos de color cafe, amarillo y naranja, en la punta de la hoja	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con 2 puntos cafes	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 38. Matriz de resultados de la quinta observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con la punta quemada	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro perforaciones	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscuro perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Verde claro erupciones café y amarillo	Verde	Rugosa y peluda
	5	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro, con mínimas perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro con perforaciones	Verde claro con el borde cortado	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos de color cafe, amarillo y naranja, en la punta de la hoja	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con 2 puntos cafes	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 39. Matriz de resultados de la sexta observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café y perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro y quemadura parcial	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro perforaciones	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Hoja deteriorada, con quemadura en el centro, descomposición del tejido	Verde oscura	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro	Verde claro con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Verde claro erupciones café y amarillo	Verde	Rugosa y peluda
	5	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Verde claro	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro, con mínimas perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Verde claro con perforaciones	Verde claro con el borde cortado	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con puntos de color cafe, amarillo y naranja, con quemadura en la punta	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con puntos cafes y perforaciones	Verde oscuro, con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro, con puntos de color café y blanco	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 40. Matriz de resultados de la primera observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	12	Verde-mancha naranja quemaduras	Verde-mancha naranja café	Café	Rugosa y peluda
	2	35	Verde quemadura		Café	Rugosa y peluda
	3	37	Verde manchas café	Verde	Café	Rugosa y peluda
	4	75	Verde		Café	Rugosa y peluda
	5	33	Verde punto café	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	67	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	56	Verde		Café	Rugosa y peluda
	3	26	Verde quemaduras	Verde punto café	Café	Rugosa y peluda
	4	59	Verde quemadura en el borde	Verde	Café	Rugosa y peluda
	5	38	Verde punticos cafes	Verde borde café	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	82	Verde		Café	Rugosa y peluda
	2	44	Verde	Verde puntico café	Café	Rugosa y peluda
	3	133	Verde puntico café	Verde 2 puntos cafes	Café	Rugosa y peluda
	4	80	Verde	Verde puntico café	Café	Rugosa y peluda
	5	44	Verde		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	70	Verde		Café	Rugosa y peluda
	2	33	Verde		Café	Rugosa y peluda
	3	72			Café	Rugosa y peluda
	4	53	Verde mancha naranja	Verde	Café	Rugosa y peluda
	5	67	Verde		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 41. Matriz de resultados de la segunda observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	12	Verde osc-mancha naranja quemaduras		Café	Rugosa y peluda
	2	33	Verde oscuro puntos café		Café	Rugosa y peluda
	3	36	Verde oscuro manchas naranja	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	4	75	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	5	38	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	77	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	62	Verde Oscuro	Verde quemaduras	Café	Rugosa y peluda
	3	34	Verde quemaduras	Verde punto café	Café	Rugosa y peluda
	4	61	Verde quemadura en el borde	Verde	Café	Rugosa y peluda
	5	41	Verde punticos cafes	Verde oscuro bordes café	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	85	Verde Oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	46	Verde oscuro manchas naranjas pequeñas	Verde puntico café	Café	Rugosa y peluda
	3	130	Verde oscuro manchas naranja	Verde oscuro manchas cafes	Café	Rugosa y peluda
	4	79	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	5	44	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	69	Verde oscuro 1 punto naranja	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	2	33	Verde Oscuro		Café	Rugosa y peluda
	3	73			Café	Rugosa y peluda
	4	53	Verde oscuro mancha naranja	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	5	69	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 42. Matriz de resultados de la tercera observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	8	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	26	Verde oscuro puntos café		Café	Rugosa y peluda
	3	25	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	61	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	5	27	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	40	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	40	Verde Oscuro	Verde quemaduras	Café	Rugosa y peluda
	3	21	Verde oscuro	Verde punto café	Café	Rugosa y peluda
	4	48	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	5	29	Verde oscuro	Verde oscuro bordes café	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	54	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	30	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	96	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	46	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	5	32	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	34	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	27	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	47	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	31	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	5	45	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 43. Matriz de resultados de la cuarta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	8	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	25	Verde oscuro puntos café		Café	Rugosa y peluda
	3	25	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	66	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	5	26	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	40	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	2	34	Verde Oscuro	Verde quemaduras	Café	Rugosa y peluda
	3	25	Verde oscuro	Verde punto café	Café	Rugosa y peluda
	4	45	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	5	28	4 hojas presentan color naranja		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	52	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	34	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	98	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	43	9 hojas tienen coloración naranja		Café	Rugosa y peluda
	5	31	La mayoría de las hojas de esta especie se encuentran secas		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	23	Verde con manchas naranja	Hoja color naranja	Café	Rugosa y peluda
	2	27	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	51	Verde con manchas naranja y se presenta hojas muy pequeñas		Café	Rugosa y peluda
	4	29	Verde con manchas naranja		Café	Rugosa y peluda
	5	53	Verde con manchas naranja y se presenta hojas muy pequeñas		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 44. Matriz de resultados de la quinta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	8	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	25	Verde oscuro, con quemaduras alrededor de la hoja		Café	Rugosa y peluda
	3	24	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	65	Verde oscuro, con manchas de color café	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	5	25	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	40	Verde oscuro, con puntos de color blanco		Café	Rugosa y peluda
	2	30	Verde Oscuro	Verde quemaduras	Café	Rugosa y peluda
	3	23	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	43	Verde oscuro, hoja perforada	Hoja de color naranja y verde claro	Café	Rugosa y peluda
	5	26	Verde claro con quemaduras alrededor de la hoja	Verde claro, con manchas de color café y amarillo	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	54	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	34	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	98	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	40	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
	5	30	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	31	Verde con manchas naranja y quemaduras	Hoja de color naranja	Café	Rugosa y peluda
	2	25	Verde claro		Café	Rugosa y peluda
	3	52	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda
	4	29	Verde con manchas notorias en la punta de la hoja	Verde claro manchas tenues de color amarillo	Café	Rugosa y peluda
	5	53	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 45. Matriz de resultados de la sexta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	8	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	22	Verde oscuro, con quemaduras alrededor de la hoja		Café	Rugosa y peluda
	3	24	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	62	Verde oscuro, con manchas de color café	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	5	26	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	40	Verde oscuro, con puntos de color blanco		Café	Rugosa y peluda
	2	35	Verde Oscuro	Verde quemaduras	Café	Rugosa y peluda
	3	21	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	43	Verde oscuro, hoja perforada	Hoja de color naranja y verde claro	Café	Rugosa y peluda
	5	23	Verde claro con quemaduras alrededor de la hoja	Verde claro, con manchas de color café y amarillo	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	46	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	27	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	97	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	38	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
	5	30	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	29	Verde con manchas naranja y quemaduras alrededor de la hoja	No resistió a la experimentación	Café	Rugosa y peluda
	2	25	Verde claro		Café	Rugosa y peluda
	3	52	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda
	4	28	Verde con manchas notorias en la punta de la hoja	Verde claro manchas tenues de color amarillo	Café	Rugosa y peluda
	5	50	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 46. Matriz de resultados Caucho sabanero, condiciones finales

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde con manchas color café		Café	Lisa
	2	Verde Oscura	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	3	Verde Oscura		Café	Lisa
	4	Verde oscura y despigmentación parcial	Verde con manchas color café	Café	Lisa
	5	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, pero con desvanecimiento del color en algunas partes	Café	Lisa
TRATAMIENTO 2	1	Verde oscura con manchas de color café y amarillo, con algunas perforaciones	Verde oscura, con puntos de color café y manchas de color amarillo	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con puntos de color café	Verde oscuro con puntos de color blancos	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos y manchas de color amarillo	Verde oscura y una mancha de color café en el centro de la hoja	Café	Lisa
	4	Verde Oscura con puntos de color blanco y amarillo		Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y manchas de color café	Café	Lisa
TRATAMIENTO 3	1	Verde Oscura, con manchas de color blanco		Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo		Café	Lisa
	3	Verde Oscura, con algunas manchas tenues de color amarillo	Verde oscura, con quemadura en la punta	Café	Lisa
	4	Verde Oscura, con manchas de color café y amarillo y puntos de color blanco	Verde oscura	Café	Lisa
	5	Verde Oscura, con manchas de color amarillo	Verde oscura	Café	Lisa
TRATAMIENTO 4	1	Verde Oscura, con muchos puntos de color blanco	Verde oscura, con una deformación en la punta	Café	Lisa
	2	Verde Oscura, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscura	Café	Lisa
	3	Verde oscura con puntos de color amarillo	Verde oscura, con una ligera despigmentación en la punta	Café	Lisa
	4	Verde oscura, con puntos blancos	Verde oscura, con puntos blancos y una mancha notoria en el centro de la hoja	Café	Lisa
	5	Verde Oscura con puntos blancos	Verde Oscura, con despigmentación parcial de la hoja	Café	Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 47. Matriz de resultados Arboloco, condiciones finales

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	Verde oscuro	Verde manchas café y perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro y quemadura parcial	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro perforaciones	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro perforaciones	Verde oscuro perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	Hoja deteriorada, con quemadura en el centro, descomposición del tejido	Verde oscura	Verde	Rugosa y peluda
	2	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con erupciones de color café	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro quemaduras	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde oscuro quemaduras	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	Verde claro puntos cafes	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro con 2 perforaciones	Esta hoja no resistio la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde claro, con mínimas perforaciones		Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde claro	Verde claro con perforación	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforación	Verde claro puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde	Rugosa y peluda
	2	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Verde claro con 2 puntos cafes	Verde	Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro con puntos cafes y perforaciones	Verde oscuro, con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro con puntos cafes	Verde con perforaciones	Verde	Rugosa y peluda
	5	Verde claro con puntos cafes y amarillos	Verde oscuro, con puntos de color café y blanco	Verde	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 48. Matriz de resultados Cajeto, Condiciones finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
			HOJA 1	HOJA 2		
TRATAMIENTO 1	1	9	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	20	Verde oscuro, con quemaduras alrededor de la hoja		Café	Rugosa y peluda
	3	25	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	4	51	Verde oscuro, con manchas de color café	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
	5	28	Verde oscuro huecos	Verde oscuro	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 2	1	56	Verde oscuro, con puntos de color blanco		Café	Rugosa y peluda
	2	22	Verde Oscuro	Hojas que no resistieron a la experimentación	Café	Rugosa y peluda
	3	20	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	37	Verde oscuro, hoja perforada	Hoja de color naranja y verde claro	Café	Rugosa y peluda
	5	22	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Hoja muy deteriorada, no resistió a la experimentación	Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 3	1	41	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	2	25	Verde oscuro mancha naranja		Café	Rugosa y peluda
	3	56	Verde oscuro		Café	Rugosa y peluda
	4	30	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
	5	24	Verde claro con manchas de color café		Café	Rugosa y peluda
TRATAMIENTO 4	1	29	Verde con manchas naranja y quemaduras alrededor de la hoja	No resistió a la experimentación	Café	Rugosa y peluda
	2	20	Verde claro		Café	Rugosa y peluda
	3	61	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda
	4	27	Verde con manchas notorias en la punta de la hoja	Verde claro manchas tenues de color amarillo	Café	Rugosa y peluda
	5	59	Verde claro manchas tenues de color amarillo		Café	Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

ANEXO J. Matriz y comportamiento de los macroreferentes vegetales a condiciones naturales

Tabla 49. Matriz de resultados Caucho Sabanero, condiciones iniciales y finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
INICIALES	1	29	58	4,0	108,0	5,7	10,9	6,2	20,1	4,42
	2	20	79	4,5	118,5	4,8	10,5	2,6	5,8	4,25
	3	60	54,5	7,0	111,5	7,8	9,3	5,4	9,6	4,79
	4	21	79,2	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,7	4,10
	5	29	79,3	5,9	108,5	6,6	12,0	4,0	9,1	3,77
FINALES	1	30	74,4	4,0	108,0	5,8	14,2	6,8	20,1	4,7
	2	6	83,7	4,5	118,5					5,1
	3	64	54,5	7,0	111,5	7,9	12,0	5,4	9,6	4,8
	4	47	80	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,8	4,2
	5	26	80	5,9	108,5	6,6	14,6	4,1	9,1	4,4

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

Tabla 50. Matriz de resultados Arboloco, condiciones iniciales y finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
INICIALES	1	17	107	4,5	130,0	8,3	11,3	7,6	10,3	6,48
	2	48	129	8,0	150,0	5,3	7,6	2,7	4,6	5,75
	3	35	79,3	7,4	102,0	3,0	5,1	6,5	11,1	6,99
	4	20	84,8	4,2	108,0	3,6	6,8	12,1	16,5	7,24
	5	9	80	4,9	110,0	9,6	13,8	3,0	6,5	7,30
FINALES	1	39	107	5,0	130,0	10,0	13,4	9,7	12,9	7,4
	2	32	129	8,0	150,0	6,3	9,0	4,3	6,5	6,3
	3	35	79,5	7,4	102,0	3,4	5,9			6,6
	4	19	86,5	4,5	108,0	6,4	10,4	4,1	7,4	8,4
	5	12	80	5,0	110,0	11,6	16,0	3,0	6,6	8,1

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

Tabla 51. Matriz de resultados Cajeto, condiciones iniciales y finales

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
INICIALES	1	36	49,3	4,8	114,0	2,8	6,4	2,6	7,0	5,37
	2	70	58	7,5	115,5	3,8	9,6	4,0	10,0	5,32
	3	64	65,7	5,7	112,5	2,5	7,3	3,3	9,2	5,13
	4	63	61	5,2	110,0	6,3	13,5	2,0	4,5	5,27
	5	53	48,5	5,7	113,0	5,7	14,9	1,8	6,0	5,10
FINALES	1	39	50	5,1	114,0	2,9	6,6	3,4	7,8	6,5
	2	89	58	8,0	115,5	3,8	9,7	4,0	11,0	6,2
	3	69	66	6,5	112,5	2,5	7,5	3,4	9,3	6,4
	4	35	61	5,2	110,0			2,0	4,6	6,8
	5	27	48,5	6,0	113,0	6,1	15,0	1,9	6,3	6,2

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

Tabla 52. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Caucho Sabanero

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
1 OBSERVACIÓN	1	28	58	4,0	108,0	5,7	10,9	6,2	20,1	4,5
	2	19	79	4,5	118,5	4,8	10,5	2,6	5,8	4,89
	3	60	54,5	7,0	111,5	7,8	9,3	5,4	9,6	4,5
	4	21	79,2	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,7	3,93
	5	29	79,3	5,9	108,5	6,6	12,0	4,0	9,1	4,06
2 OBSERVACIÓN	1	31	58	4,0	108,0	5,7	14,2	6,2	20,1	3,59
	2	17	83,5	4,5	118,5	4,8	10,5	2,6	5,8	4,26
	3	65	54,5	7,0	111,5	7,8	11,9	5,4	9,6	4,27
	4	23	80	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,7	3,78
	5	26	80	5,9	108,5	6,6	14,5	4,0	9,1	4,11
3 OBSERVACIÓN	1	31	58	4,0	108,0	5,7	14,2	6,2	20,1	4,10
	2	17	83,5	4,5	118,5	4,8	10,5	2,6	5,8	4,13
	3	65	54,5	7,0	111,5	7,8	11,9	5,4	9,6	4,42
	4	23	80	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,7	3,67
	5	26	80	5,9	108,5	6,6	14,5	4,0	9,1	3,99
4 OBSERVACIÓN	1	32	58	4,0	108,0	5,8	14,2	6,8	20,1	4,37
	2	16	83,5	4,5	118,5	4,8	10,8	2,6	5,8	4,74
	3	67	54,5	7,0	111,5	7,9	12,0	5,4	9,6	4,42
	4	26	80	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,8	3,77
	5	27	80	5,9	108,5	6,6	14,6	4,1	9,1	3,96
5 OBSERVACIÓN	1	30	58	4,0	108,0	5,8	14,2	6,8	20,1	4,73
	2	10	83,5	4,5	118,5					5,24
	3	56	54,5	7,0	111,5	7,9	12,0	5,4	9,6	4,78
	4	27	80	6,0	111,0	4,1	9,4	4,2	8,8	4,00
	5	26	80	5,9	108,5	6,6	14,6	4,1	9,1	4,25

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

Tabla 53. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Arboloco

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
1 OBSERVACIÓN	1	16	107	4,5	130,0	8,3	11,3	7,6	10,3	7,11
	2	47	129	8,0	150,0	5,3	7,6	2,7	4,6	7,07
	3	35	79,3	7,4	102,0	3,0	5,1	6,5	11,1	8,33
	4	19	84,8	4,2	108,0	3,6	6,8	12,1	16,5	8,02
	5	9	80	4,9	110,0	9,6	13,8	3,0	6,5	7,99
2 OBSERVACIÓN	1	8	107	5,0	130,0	9,8	13,4	9,2	12,5	6,07
	2	28	129	8,0	150,0	6,3	9,0	4,3	6,5	6,10
	3	31	79,5	7,4	102,0	3,4	5,9	6,5	13,4	7,15
	4	12	86,5	4,5	108,0	6,4	10,4	12,1	16,9	7,08
	5	9	80	5,0	110,0	11,6	16,0	3,0	6,5	7,11
3 OBSERVACIÓN	1	8	107	5,0	130,0	9,8	13,4	9,2	12,5	6,43
	2	28	129	8,0	150,0	6,3	9,0	4,3	6,5	6,01
	3	31	79,5	7,4	102,0	3,4	5,9	6,5	13,4	7,49
	4	12	86,5	4,5	108,0	6,4	10,4	12,1	16,9	7,14
	5	9	80	5,0	110,0	11,6	16,0	3,0	6,5	7,27
4 OBSERVACIÓN	1	8	107	5,0	130,0	10,0	13,4	9,7	12,9	6,86
	2	13	129	8,0	150,0	6,3	9,0	4,3	6,5	6,79
	3	21	79,5	7,4	102,0	3,4	5,9	9,8	13,5	8,08
	4	10	86,5	4,5	108,0	6,4	10,4	4,1	7,4	7,73
	5	9	80	5,0	110,0	11,6	16,0	3,0	6,6	7,73
5 OBSERVACIÓN	1	11	107	5,0	130,0	10,0	13,4	9,7	12,9	6,84
	2	19	129	8,0	150,0	6,3	9,0	4,3	6,5	7,05
	3	8	79,5	7,4	102,0	3,4	5,9			7,23
	4	8	86,5	4,5	108,0	6,4	10,4	4,1	7,4	6,87
	5	29	80	5,0	110,0	11,6	16,0	3,0	6,6	6,91

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

Tabla 54. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Cajeto

	No. PLANTA	No. HOJAS	L. TALLO (cm)	GROSOR DEL TALLO (cm)	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	HOJA 1		HOJA 2		PH DEL SUELO
						ANCHO 1 (cm)	LARGO 1 (cm)	ANCHO 2 (cm)	LARGO 2 (cm)	
1 OBSERVACIÒN	1	36	49,3	4,8	114,0	2,8	6,4	2,6	7,0	5,89
	2	70	58	7,5	115,5	3,8	9,6	4,0	10,0	6,19
	3	64	65,7	5,7	112,5	2,5	7,3	3,3	9,2	6,58
	4	63	61	5,2	110,0	6,3	13,5	2,0	4,5	5,84
	5	52	48,5	5,7	113,0	5,7	14,9	1,8	6,0	5,98
2 OBSERVACIÓN	1	28	50	5,1	114,0	2,8	6,4	3,4	7,8	5,60
	2	55	58	8,0	115,5	3,8	9,6	4,0	10,0	5,27
	3	33	66	6,5	112,5	2,5	7,4	3,3	9,3	5,36
	4	57	61	5,2	110,0	6,3	14,0	2,0	4,5	5,40
	5	35	48,5	6,0	113,0	6,1	15,0	1,8	6,0	5,34
3 OBSERVACIÓN	1	28	50	5,1	114,0	2,8	6,4	3,4	7,8	5,64
	2	55	58	8,0	115,5	3,8	9,6	4,0	10,0	5,75
	3	33	66	6,5	112,5	2,5	7,4	3,3	9,3	5,42
	4	57	61	5,2	110,0	6,3	14,0	2,0	4,5	5,64
	5	35	48,5	6,0	113,0	6,1	15,0	1,8	6,0	5,30
4 OBSERVACIÓN	1	28	50	5,1	114,0	2,9	6,6	3,4	7,8	5,67
	2	50	58	8,0	115,5	3,8	9,7	4,0	11,0	6,20
	3	47	66	6,5	112,5	2,5	7,5	3,4	9,3	6,31
	4	53	61	5,2	110,0	6,3	14,0	2,0	4,6	5,51
	5	33	48,5	6,0	113,0	6,1	15,0	1,9	6,3	5,77
5 OBSERVACIÓN	1	45	50	5,1	114,0	2,9	6,6	3,4	7,8	6,19
	2	46	58	8,0	115,5	3,8	9,7	4,0	11,0	6,38
	3	43	66	6,5	112,5	2,5	7,5	3,4	9,3	6,92
	4	35	61	5,2	110,0			2,0	4,6	6,17
	5	33	48,5	6,0	113,0	6,1	15,0	1,9	6,3	6,12

Los espacios en blanco representan la pérdida de las hojas

FUENTE: Las Autoras

ANEXO K. Matriz de observación de los macroreferentes vegetales a condiciones naturales

Tabla 55. Matriz de resultados iniciales y finales, Caucho Sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
CAUCHO SABANERO (Iniciales)	1	Verde oscuro		Café	Lisa
	2	Verde oscuro			Lisa
	3	Verde oscuro		Café gris	Lisa
	4	Verde oscuro		Café	Lisa
	5	Verde oscuro			Lisa
CAUCHO SABANERO (Finales)	1	Verde oscuro, con manchas color café	Presentan quemaduras parciales	Café	Lisa
	2	No resistieron a la experimentación			
	3	Verde oscuro, con manchas tenues	Presentan quemaduras parciales	Café gris	
	4	Presentan quemaduras parciales	Verde oscuro, con manchas tenues	Café	
	5	Presentan quemaduras parciales	Verde oscuro, con manchas tenues		

FUENTE: Las Autoras

Tabla 56. Matriz de resultados iniciales y finales, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
ARBOLOCO (Iniciales)	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro			Rugosa y peluda
	3	Verde claro			Rugosa y peluda
	4	Verde claro			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con huecos			Rugosa y peluda
ARBOLOCO (Finales)	1	Verde claro, con manchas y puntos de color café		Verde	Peluda y rugosa
	2	Verde claro, con quemaduras parciales			
	3	Verde claro, con una quemadura en la punta	No resistio a la experimentación		
	4	Verde claro, con quemaduras parciales y perforaciones			
	5	Verde claro con perforaciones y puntos de color café	Presenta perforaciones mínimas		

FUENTE: Las Autoras

Tabla 57. Matriz de resultados iniciales y finales, Cajeto

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
CAJETO(Iniciales)	1	Verde oscuro		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro			Rugosa y peluda
CAJETO(Finales)	1	Verde oscuro, con manchas de color naranja		Café verde	Rugosa con vellitos
	2	Verde oscuro, con manchas tenues	Verde oscuro		
	3	Verde oscuro, con manchas de color café	Verde oscuro		
	4	Verde oscuro	Verde oscuro, con manchas tenues de color café		
	5	Verde oscuro, con quemaduras alrededor de la hoja	Verde oscuro, con manchas tenues		

FUENTE: Las Autoras

Tabla 58. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Caucho Sabanero

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
CAUCHO SABANERO (Primera Observación)	1	Verde oscuro		Café	Lisa
	2	Verde oscuro			Lisa
	3	Verde oscuro		Café gris	Lisa
	4	Verde oscuro		Café	Lisa
	5	Verde oscuro			Lisa
CAUCHO SABANERO (Segunda Observación)	1	Verde oscuro		Café	Lisa
	2	Verde oscuro			Lisa
	3	Verde oscuro		Café gris	Lisa
	4	Verde oscuro		Café	Lisa
	5	Verde oscuro			Lisa
CAUCHO SABANERO (Tercera Observación)	1	Verde oscuro		Café	Lisa
	2	Verde oscuro			Lisa
	3	Verde oscuro		Café gris	Lisa
	4	Verde oscuro		Café	Lisa
	5	Verde oscuro			Lisa
CAUCHO SABANERO (Cuarta Observación)	1	Verde oscuro		Café	Lisa
	2	Verde oscuro			Lisa
	3	Verde oscuro		Café gris	Lisa
	4	Verde oscuro		Café	Lisa
	5	Verde oscuro			Lisa
CAUCHO SABANERO (Quinta Observación)	1	Verde oscuro, con manchas color café	Presentan quemaduras parciales	Café	Lisa
	2	No resistieron a la experimentación			Lisa
	3	Verde oscuro, con manchas tenues	Presentan quemaduras parciales	Café gris	Lisa
	4	Presentan quemaduras parciales	Verde oscuro, con manchas tenues	Café	Lisa
	5	Presentan quemaduras parciales	Verde oscuro, con manchas tenues		Lisa

FUENTE: Las Autoras

Tabla 59. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Arboloco

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
ARBOLOCO (Primera Observación)	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro			Rugosa y peluda
	3	Verde claro			Rugosa y peluda
	4	Verde claro			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con huecos			Rugosa y peluda
ARBOLOCO (Segunda Observación)	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro			Rugosa y peluda
	3	Verde claro			Rugosa y peluda
	4	Verde claro			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforaciones			Rugosa y peluda
ARBOLOCO (Tercera Observación)	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro			Rugosa y peluda
	3	Verde claro			Rugosa y peluda
	4	Verde claro			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforaciones			Rugosa y peluda
ARBOLOCO (Cuarta Observación)	1	Verde claro		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro			Rugosa y peluda
	3	Verde claro			Rugosa y peluda
	4	Verde claro			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforaciones			Rugosa y peluda
ARBOLOCO (Quinta Observación)	1	Verde claro, con manchas y puntos de color café		Verde	Rugosa y peluda
	2	Verde claro, con quemaduras parciales			Rugosa y peluda
	3	Verde claro, con una quemadura en la punta	No resistio a la experimentación		Rugosa y peluda
	4	Verde claro, con quemaduras parciales y perforaciones			Rugosa y peluda
	5	Verde claro con perforaciones y puntos de	Presenta perforaciones mínimas		Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras

Tabla 60. Matriz de resultados de la primera a la quinta observación, Cajeto

	No. PLANTA	COLOR DE LA HOJA		COLOR DEL TALLO	TEXTURA DE LA HOJA
		HOJA 1	HOJA 2		
CAJETO (Primera Observación)	1	Verde oscuro		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro			Rugosa y peluda
CAJETO(Segunda Observación)	1	Verde oscuro		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro			Rugosa y peluda
CAJETO(Tercera Observación)	1	Verde oscuro		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro			Rugosa y peluda
CAJETO (Cuarta Observación)	1	Verde oscuro		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro			Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro			Rugosa y peluda
CAJETO (Quinta Observación)	1	Verde oscuro, con manchas de color naranja		Café verde	Rugosa y peluda
	2	Verde oscuro, con manchas tenues	Verde oscuro		Rugosa y peluda
	3	Verde oscuro, con manchas de color café	Verde oscuro		Rugosa y peluda
	4	Verde oscuro	Verde oscuro, con manchas tenues de color		Rugosa y peluda
	5	Verde oscuro, con quemaduras alrededor de	Verde oscuro, con manchas tenues		Rugosa y peluda

FUENTE: Las Autoras