

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN EL
MUNICIPIO DE CHOCONTÁ Y PRUEBA PILOTO CON DOS DE LOS
CONTAMINANTES MAS REPRESENTATIVOS BIOACUMULADOS EN
ARVEJA, HABA Y PASTO RAY GRASS.**

**JENNY PAOLA CAMACHO ANGEL 41032034
LUIS FERNANDO ROBLES CRUZ 41021064**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTA D.C
2009**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN EL
MUNICIPIO DE CHOCONTÁ Y PRUEBA PILOTO CON DOS DE LOS
CONTAMINANTES MAS REPRESENTATIVOS BIOACUMULADOS EN
ARVEJA, HABA Y PASTO RAY GRASS.**

**JENNY PAOLA CAMACHO ANGEL
41032034**

**LUIS FERNANDO ROBLES CRUZ
41021064**

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniera Ambiental y Sanitaria
Ingeniero Ambiental y Sanitario**

**Director
RICARDO CAMPOS SEGURA
Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTA D.C
2009**

Nota de aceptación

Firma Director

Firma jurado 1

Firma jurado 2

Bogotá D.C, 24 de Junio de 2009

DEDICATORIA

*A Dios, porque sin él no sería posible la vida,
Por iluminarme en mi camino y
Llenarme de sabiduría y amor hacia este trabajo.
A mi mama, por tu amor y tu apoyo incondicional,
Por sus consejos maravillosos que me ayudaron
En tiempos difíciles, por ser tan especial
Tan buena madre y quererme tanto.
A ti Alexander, por tu amor, tu paciencia
Tu apoyo y tu forma de ver la vida y la manera tan
Especial de resolver las dificultades.*

JENNY

*A Dios y Santa Marta por permitirme realizar este proyecto
A mis Padres que han hecho realidad mi meta,
de ser Ingeniero y siempre me han apoyado
A mis hermanos por el ejemplo que me han dado.
A Natalia por estar en los momentos de austeridad y esperar*

LUISFER

AGRADECIMIENTOS

Ing. Ricardo Campos. Por su dirección y ayuda desde el primer momento de planteado el anteproyecto, sus consejos valiosos durante todo el proceso de estructuración del documento y en especial su paciencia, disposición y asesoría.

A todos aquellos, que de forma directa o indirecta contribuyeron con sus conocimientos y apoyo, en el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 GENERAL	2
2.2 ESPECÍFICOS	2
3. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE GRADO	3
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	9
5. MARCO LEGAL	22
5.1. NORMAS GENERALES	22
5.2. NORMAS ESPECIALES	23
5.3. NORMAS NTC, ISO Y EPA	24
6. MARCO TEORICO	26
6.1. EL SUELO	26
6.1.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS	26
6.2. CULTIVOS	30
6.2.1. ARVEJA	30
6.2.2. HABA	31
6.2.3. PASTO RAY GRASS	32
6.3. CONTAMINANTES PRESENTES EN EL SUELO	33
6.3.1. PLAGUICIDAS	33
6.4. METALES PESADOS	35
6.4.1. PLOMO (Pb)	37
6.4.2. CADMIO (Cd)	39
6.4.3. CROMO (Cr)	40
7. ZONA DE ESTUDIO	42
7.1. GENERALIDADES	42
7.2. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	44
7.2.1. DEMOGRAFIA Y EDUCACION	44
7.2.2. ECONOMIA	45
7.2.3. SALUD	48
7.2.4. SERVICIOS PUBLICOS	49
8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL	54
8.1. IDENTIFICACION DE LAS FUENTES CONTAMINANTES	54

8.2. METODOLOGIA DE CAMPO	54
8.2.1. PRECISION DEL AREA DE ESTUDIO	55
8.2.2. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICION	56
8.2.3. RECOLECCION Y PRESERVACION DE LAS MUESTRAS	57
8.3. IMPACTOS MAS NOTORIOS DE LA INTERACCION HOMBRE-AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE CHOCONTÁ	58
8.3.1. RIEGO DE CULTIVOS Y PASTOS CON EL RIO BOGOTÁ EN EL TRAMO VILLAPINZÓN, CHOCONTA.	59
8.3.2. EMPLEO DE AGROQUÍMICOS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS	59
8.3.3. FALTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS	60
8.3.4. ELIMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL NATIVA	60
8.3.4.1. Efectos debido a la eliminación de la cobertura vegetal nativa.	61
8.3.5. IMPACTOS EN MENOR GRADO A OTROS COMPONENTES AMBIENTALES	62
8.4. CALIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	62
8.4.1. FICHA DE EVALUACION No 1	64
8.4.2. FICHA DE EVALUACION No 2	66
8.4.3. FICHA DE EVALUACION No 3	67
8.4.4. FICHA DE EVALUACION No 4	68
8.4.5. SINTESIS DE LA CALIFICACION DE IMPACTOS	69
8.4.6. ACCIONES PROPUESTAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS	70
8.4.6.1. Riego de cultivos y pastos con vertimientos del rio Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá	70
8.4.6.2. Empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas	70
8.4.6.3. Falta de rotación de cultivos	71
8.4.6.4. Alteración de la cobertura vegetal nativa	72
8.5. ANALISIS GLOBAL	72
8.5.1. ANALISIS FISICOQUIMICOS SUELO DE ESTUDIO	74
8.5.2. ANALISIS DE CONTAMINANTES SUELO DE ESTUDIO	75
8.5.3. RESULTADOS PRUEBA PILOTO	76
8.5.3.1. Análisis estadísticos de los resultados obtenidos.	80
8.5.3.2. Correlaciones entre la medición de los metales pesados y las características de las plantas.	81
8.5.3.3. Medición de anova y tukey para observar si el comportamiento del cromo afecta de forma similar a las tres plantas o si por el contrario se bioacumula de forma específica a algún tipo.	83
8.5.3.4. Medición de anova para observar si el comportamiento del plomo afecta de forma similar a las tres plantas o si por el contrario se bioacumula especifica a algún tipo.	85

8.5.4. PROPUESTAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ	88
8.5.4.1. Propuestas de saneamiento para curtiembres	89
8.5.4.2. Propuestas de saneamiento para galvanotecnias	90
8.5.4.3. Propuestas de saneamiento para producción de lácteos y sistemas productivos	91
9. CONCLUSIONES	93
10. RECOMENDACIONES	95
11. BIBLIOGRAFIA	97
12. ANEXOS	103

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros medidos en campo	15
Tabla 2. Cuantificación del impacto por el riego de cultivos y pastos con Vertimientos del río en el tramo Villapinzón Chocontá.	64
Tabla 3. Cuantificación del impacto por el empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas	66
Tabla 4. Cuantificación del impacto por la falta de rotación de cultivos	67
Tabla 5. Cuantificación del impacto por la alteración de la cobertura vegetal nativa	68
Tabla 6. Resumen calificación y cuantificación de impactos ambientales	69
Tabla 7. Compilación de resultados	75
Tabla 8. Resultados contaminantes	76
Tabla 9. Resultados finales de la prueba piloto	79
Tabla 10. Desviación estándar y promedio de haba, pasto Ray Grass y arveja para las tres repeticiones	80
Tabla 11. Correlación de las concentraciones de cromo contra los parámetros físicos de la planta.	81
Tabla 12. Correlación de las concentraciones de cromo contra los parámetros físicos de la planta.	82
Tabla 13. Correlación de las concentraciones de plomo contra los parámetros físicos de la planta.	82
Tabla 14. Correlación de las concentraciones de plomo contra los parámetros físicos de la planta.	83
Tabla 15. Prueba de Tukey	84
Tabla 16. Anova para las tres plantas con cromo	84
Tabla 17. Comparaciones múltiples (tukey)	85
Tabla 18. HSD de Tukey	85
Tabla 19. Datos entrada	86
Tabla 20. Prueba de Anova para las tres plantas con plomo	86
Tabla 21. Prueba de Tukey	87
Tabla 22. Cuadro de medición HSD de Tukey	87
Tabla 23. Presencia (pr)	114
Tabla 24. Desarrollo (De)	114
Tabla 25. Magnitud (Ma)	114
Tabla 26. Duración (Du)	114
Tabla 27. Jerarquización (CE)	115

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Descripción de las fases de la Metodología de Trabajo	4
Figura 2.	Distancia puntos de muestreo en la Hacienda Casablanca	6
Figura 3.	Propiedades fisicoquímicas del suelo.	26
Figura 4.	Rango y contenido medio de Cr en plantas de consumo directo y forraje (Modificado de Kabata - Pendías, 2000).	41
Figura 5.	Departamento de Cundinamarca, municipio de Chocontá	42
Figura 6.	Ubicación Hacienda Casablanca en el municipio de Chocontá	55
Figura 7.	Detalle Ubicación Hacienda Casablanca	56
Figura 8.	Detalle Ubicación submuestras	58
Figura 9.	Análisis físicos de las plantas	77
Figura 10.	Análisis químicos de las plantas	78
Figura 11.	Mapa ubicación del Municipio de Chocontá en la Provincia de Almeidas del Departamento de Cundinamarca.	105
Figura 12.	Mapa veredal del Municipio de Chocontá	106
Figura 13.	Geología de Chocontá, detalle del área de interés del municipio.	107
Figura 14.	Certificado laboratorios Prodycon	117
Figura 15.	Cotización análisis de metales pesados en suelos	118
Figura 16.	Pagos realizados a laboratorios Prodycon	119
Figura 17.	Factura análisis de metales pesados en suelos 1, 2, 3, 4	120
Figura 18.	Factura análisis de metales pesados en suelo testigo	121
Figura 19.	Resultado suelo 1 laboratorios Prodycon	122
Figura 20.	Resultado suelo 2 laboratorios Prodycon	123
Figura 21.	Resultado suelo 3 laboratorios Prodycon	124
Figura 22.	Resultado suelo 4 laboratorios Prodycon	125
Figura 23.	Resultado suelo testigo laboratorios Prodycon	126
Figura 24.	Recibo de caja suelos 1 y 2 laboratorio de suelos Universidad Nacional	127
Figura 25.	Recibo de caja suelos 3 y 4 laboratorio de suelos Universidad Nacional	128
Figura 26.	Recibo de caja suelo testigo laboratorio de suelos Universidad Nacional	129
Figura 27.	Resultado suelo 1 laboratorio de suelos Universidad Nacional	130
Figura 28.	Resultado suelo 2 laboratorio de suelos Universidad Nacional	131
Figura 29.	Resultado suelo 3 laboratorio de suelos Universidad Nacional	132

Figura 30.	Resultado suelo 4 laboratorio de suelos Universidad Nacional	133
Figura 31.	Resultado suelo testigo laboratorio de suelos Universidad Nacional	134

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Foto 1. Arveja	30
Foto 2. Haba	31
Foto 3. Ray Grass perenne	32
Foto 4. Ray Grass perenne	32
Foto 5. Planta de tratamiento de agua potable Municipio de Chocontá	52
Foto 6. Planta de tratamiento de agua potable Municipio de Chocontá	52
Foto 7. Medidor área foliar	78
Foto 8. Rio Bogotá	110
Foto 9. Rio Bogotá	110
Foto 10. Entrada Hacienda	110
Foto 11. Rio Bogotá	110
Foto 12. Hacienda Casablanca	110
Foto 13. Sistema de riego	110
Foto 14. Muestra de suelo 1	111
Foto 15. Muestra de suelo 2	111
Foto 16. Muestra de suelo 3	111
Foto 17. Muestra de suelo 4	111
Foto 18. Limpieza del área de la submuestra	111
Foto 19. Herramientas toma de submuestra	111
Foto 20. Toma de la submuestra	112
Foto 21. Recolección en balde	112
Foto 22. Estado final	112
Foto 23. Estado final	112
Foto 24. Prueba piloto 0 días	136
Foto 25. Prueba piloto 8 días	136
Foto 26. Prueba piloto 15 días	136
Foto 27. Prueba piloto 25 días	136
Foto 28. Arveja repetición 1	136
Foto 29. Arveja repetición 2	136
Foto 30. Arveja repetición 3	137
Foto 31. Haba repetición 1	137
Foto 32. Haba repetición 2	137
Foto 33. Haba repetición 3	137
Foto 34. Pasto Ray Grass. Repetición 1	137
Foto 35. Pasto Ray Grass. Repetición 2	137
Foto 36. Pasto Ray Grass. Repetición 3	138
Foto 37. Deshojado de plantas	138

Foto 38.	Medición de tallo	138
Foto 39.	Molienda de las repeticiones	138
Foto 40.	Peso de las repeticiones	138
Foto 41.	Ubicación de las repeticiones para la mufla	138
Foto 42.	Mufla	139
Foto 43.	Digestión con HCL al 10%	139
Foto 44.	Calentamiento en estufa	139
Foto 45.	Aforo a 25 ml con agua destilada.	139

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Municipio de Chocontá	104
ANEXO B. Planos IGAC	108
ANEXO C. Fotos muestreo	109
ANEXO D. Calificación y cuantificación impactos ambientales	113
ANEXO E. Resultados análisis de contaminantes laboratorio Prodycon y resultados análisis fisicoquímicos laboratorio Universidad Nacional	116
ANEXO F. Fotos prueba piloto	135

GLOSARIO

Para la interpretación del siguiente documento se presentan las siguientes definiciones:

CONTAMINANTE: Agente que produce Degradación del medio ambiente por las sustancias perjudiciales que se vierten en él.

ECOSISTEMA: Comunidad integrada por un conjunto de seres vivos interrelacionados y por el medio que habitan.

FERTILIZACION: Preparación de la tierra añadiendo las sustancias apropiadas para que sea más fértil y/o productiva.

FERTILIZANTE: Sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

HERBICIDA: Es un producto fitosanitario o sustancia utilizada para eliminar malezas en campos de producción agrícola.

INSUMO: Es un bien consumible utilizado en la producción de otro bien. Este término, equivalente en ocasiones al de materia prima, es utilizado mayormente en el campo de la producción agrícola. Los insumos usualmente son denominados: factores de la producción, o recursos productivos.

METALES PESADOS: Elementos de elevado peso atómico, potencialmente tóxicos que se emplean en procesos industriales, tales como el cadmio, el cobre, el plomo, el mercurio y el níquel, que incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos para las plantas y los animales

Como constituyentes importantes de muchas aguas, se encuentran cantidades, a nivel de traza, de muchos metales. Entre ellos se destacan el níquel (Ni), el manganeso (Mn), el plomo (Pb), el cromo (Cr), el cadmio (Cd), el Zinc (Zn), el cobre (Cu), el hierro (Fe) y el mercurio (Hg). Muchos de estos metales también están catalogados como contaminantes prioritarios.

MUTAGENICO: Nivel que indica una sustancia para permitir la evaluación de la inducción de alteraciones en el material genético de un solo gen, es decir que produce mutaciones en el ADN, en plantas, animales o seres humanos.

PLAGA: Un animal o planta cuyas actividades interfieren con el cultivo reduciendo la disponibilidad, calidad o valor de un recurso importante para la población y cuya

densidad de población excede un nivel arbitrario no aceptable para la humanidad, el cual resulta en un daño económico.

PLAGUICIDAS: Son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas. La mayoría de estas sustancias son fabricadas por el hombre, por eso son llamados plaguicidas sintéticos.

PRODUCTO FITOSANITARIO: Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aquella sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de, o destruir directamente, insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura, incluyéndose además los plaguicidas, defoliantes, desecantes y las sustancias reguladoras del crecimiento vegetal o fitoreguladores.

SANEAMIENTO AMBIENTAL: saneamiento o mejoramiento ambiental, aunque no se encuentra debidamente definido por la ley, corresponde a toda actividad que tenga por objeto la restauración, regeneración, repoblación, preservación y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

SUELO: está formado por miles de microbios y organismos invertebrados con formas de vida animal más complejas. Raíces de plantas y árboles, semillas y varios hongos son una gran parte de estos micro-hábitats. "Los microorganismos de los suelos juegan un extenso e importante papel en la descomposición de materia orgánica y la producción de humus, el reciclaje de nutrientes y energía y la fijación elemental, metabolismo de los suelos y la producción de compuestos que causan la formación de agregados. Muchos microorganismos están en relaciones simbióticas con plantas y animales, sirviéndoles como fijadores de nitrógeno en el primer caso y microbios del los intestinos en el segundo. Ellos funcionan como una parte substancial de la cadena alimenticia.

RESUMEN

Durante los meses de Marzo y Abril de este año se realizó una prueba piloto para identificar la bioacumulación de contaminantes en los suelos del municipio de Chocontá Cundinamarca, perteneciente a la cuenca alta del río Bogotá; la cuenca alta está localizada en la parte central del país, dividida en dos zonas: Ladera entre los 2.600 y 2.906 msnm y la Sabana entre 2.200 y 2.600 msnm, su área de 4.321 km² (según datos CAR 1996) y posee una temperatura promedio anual de 15°C.

El diagnóstico se adelantó con el propósito de identificar la bioacumulación de metales pesados tóxicos Plomo (Pb) y Cromo (Cr) en el suelo y aplicado a los subsistemas productivos arveja, haba y pasto Ray Grass. La selección de puntos de muestreo se llevó a cabo en la Hacienda Casablanca ubicada a la ribera del río Bogotá y la cual ha utilizado aguas de este río para el riego de los diferentes cultivos y pastos; el muestreo se realizó teniendo en cuenta el Método de muestreo de suelos de la EPA, el Manual para uso de fertilizantes del programa agrícola del lago de Tota y el Procedimiento para tomas de muestras de la Universidad Nacional de Colombia. Los resultados de este muestreo indicaron presencia de metales pesados tóxicos Pb, y Cr en el suelo (3,7 mg/Kg y 11mg/kg respectivamente), los cuales sirvieron para la realización de la prueba piloto de bioacumulación.

Para la prueba piloto se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y los resultados de esta prueba indican que los elementos Pb, y Cr fueron absorbidos por las plantas de arveja, haba y pasto Ray Grass, mostrando que la arveja fue la planta que mostró una concentración más elevada tanto de plomo como de cromo (3,761ppm Pb y 3,276 ppm Cr), valores que son muy importantes desde el punto de vista investigativo puesto que este es uno de los alimentos principales de la comunidad y toda la población en general.

Los resultados indican y corroboran un proceso activo de contaminación, generado a partir de muchos factores como el riego con aguas del río Bogotá, la utilización de agroquímicos y la falta de rotación de cultivos, entre otros; los niveles hallados de Pb y Cr, aunque no son críticos y no sobrepasan los máximos permisibles establecidos por las diversas instituciones internacionales, si están contribuyendo paulatinamente a la contaminación de los suelos, y subsistemas productivos, dejando en evidencia un alto riesgo para la salud humana, la salud animal, la calidad del suelo y los cultivos.

ABSTRACT

During the months of March and April this year a pilot test was conducted to determine the bioaccumulation of contaminants in the soil of the municipality of Cundinamarca Chocontá, belonging to the upper basin of the Bogotá River, the upper basin is located in the central part of the country divided into two zones: Slope between 2600 and 2906 masl and the Savannah between 2200 and 2600 m, its area of 4321 km² (as CAR 1996) and has an average annual temperature of 15 ° C.

The diagnosis was advancement to identify bioaccumulation of toxic heavy metals Lead (Pb) and chromium (Cr) in soil and applied to the subsystems productive pea, bean and grass Ray Grass. The selection of sampling points was held at the Hacienda Casablanca is located on the banks of the river and Bogota has used this river for irrigation of different crops and pastures, the sampling was made taking into account the method soil sampling by the EPA, the Manual for use of fertilizers in the agricultural program of Tota Lake and the procedure for sampling from the National University of Colombia. The results of this sampling indicated the presence of toxic heavy metals Pb and Cr in soil (3.7 mg / kg and 11mg/kg, respectively), which served for the test pilot for bioaccumulation.

For the pilot test will use a randomized design with three replications and the results of this test indicate that the elements Pb, and Cr were absorbed by the plants of pea, bean and grass Ray Grass, showing that the pea plant that was demonstrated a much higher concentration of lead and chromium (3.761 ppm 3.276 ppm Pb and Cr), which are very important in terms of research as this is one of the main food of the whole community and the general population.

And corroborate the results indicate an active process of pollution generated from many factors such as irrigation water from the river Bogotá, the use of agricultural chemicals and lack of crop rotation, among others, found levels of Pb and Cr, but are not critical and do not exceed the maximum allowable set by various international institutions, they are gradually contributing to the contamination of soils and sub-productive, leaving evidence in a high risk to human health, animal health, soil quality and crops.

INTRODUCCION

Una de las razones por la cual hay presencia de contaminantes acumulados en los suelos, son las sales solubles en agua de los metales pesados, dentro de los que se encuentran el plomo, cadmio y mercurio, que son muy tóxicos y acumulables por los organismos que los absorben, como las plantas y los animales, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones. Al ser ingeridos por el hombre en el agua y alimentos contaminados por los compuestos de mercurio, plomo o cadmio le provocan enfermedades que pueden llegar hasta la muerte. (<http://www.sagangea.org/hojared/CSuelo.html>)

De igual forma luego de la revolución verde se empezaron a utilizar plaguicidas, fungicidas y herbicidas sin ninguna clase de control por parte de la autoridad ambiental que a través del tiempo se acumularon y fueron deteriorando la calidad de las cosechas. (<http://www.ecojoven.com/Ecologia/aresiduales.html>)

La contaminación de la cuenca alta del río Bogotá nace desde las curtiembres que se encuentran en el municipio de Villapinzón Cundinamarca, debido a que estas arrojan sus aguas industriales al cauce del río y no existe tratamiento previo alguno; por otro lado, se le suma la existencia de muchas fabricas de galvanotecnia y otras que también son aportantes significativos y focos de contaminación producidos por el uso indiscriminado de productos fitosanitarios.

Todo estos factores conllevan a: mayor tiempo de cosecha, frutos más pequeños y de mala calidad, trazas importantes de metales pesados en pastos y alimentos que serán consumidos; además del deterioro del suelo para las futuras siembras, la desvalorización del suelo y su disminución en la vida útil.

Es por esto, por lo cual se hace necesario realizar un Diagnóstico Ambiental de la contaminación en el Municipio de Chocontá, especialmente en la zona de las riberas del río, donde se utiliza aguas de este; y con el fin de evaluar la situación actual de los contaminantes que afectan el suelo rural de esta fracción del municipio a partir de una revisión bibliográfica exhaustiva y sustentado por una prueba piloto con dos de los contaminantes más representativos bioacumulados en arveja, haba y pasto Ray Grass, como aporte a la fase preliminar del proyecto de investigación ORDENACION DEL RECURSO HIDRICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ, BASADA EN EL CONTEXTO DE SUS REALIDADES SOCIOAMBIENTALES Y ECOTOXICOLOGICA

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un Diagnóstico Ambiental de la contaminación del suelo rural en el Municipio de Chocontá, sustentado por una prueba piloto con dos de los contaminantes más representativos bioacumulados en arveja, haba y pasto Ray Grass.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Revisar la documentación perteneciente a universidades, instituciones gubernamentales y no gubernamentales y centros de investigación, realizados en la cuenca alta del río Bogotá sobre contaminación y bioacumulación.
- ✓ Analizar, filtrar y manejar la información específicamente que trate de contaminación en suelos y vegetación, aplicables al municipio de Chocontá Cundinamarca, con el propósito de realizar un diagnóstico ambiental de la situación actual del municipio.
- ✓ Realizar un muestreo preliminar de los suelos y las especies vegetales del municipio de Chocontá Cundinamarca, para comparar con los resultados obtenidos en el diagnóstico ambiental y establecer los lineamientos para la realización de la prueba piloto.
- ✓ Realizar una prueba piloto, en arveja, haba y pastos, en el municipio de Chocontá Cundinamarca, con el fin de identificar la presencia de contaminantes bioacumulados en estas formas vegetales, ya que estos han sido regados con aguas provenientes del Río Bogotá, y con base en el diagnóstico ambiental y en la prueba piloto, generar un aporte al conocimiento y a la problemática de la cuenca alta del río Bogotá.
- ✓ Proponer soluciones enfocadas al saneamiento ambiental, aceptables al ambiente, y a la comunidad. para dar una alternativa de sanidad de los cultivos y disminuyendo el uso de agroquímicos, y así recuperar la calidad de cultivos y suelos.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO

Este proyecto se basó en el método de investigación de Fernando Arias Galicia¹, y se compone de dos partes: la primera se titula investigación documental, que consiste en un análisis de información escrita sobre un determinado tema con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema de estudio.

La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se obtiene o se consulta en documentos, entendiéndose por estos todo el material al cual se puede acudir como fuente de referencia, sin que se altere su naturaleza o sentido, los cuales aportan información o dan testimonio de una realidad o acontecimiento. Las fuentes principales de documentación fueron: libros, periódicos, revistas científicas, conferencias, trabajos de grado, monografías, investigaciones realizadas por entes gubernamentales, etc.²

En la investigación documental es importante mencionar las investigaciones denominadas “estado del arte” las cuales se caracterizan por abordar problemas de carácter teórico y empírico, y que son relevantes de un tema de estudio.

La segunda parte se compone de un muestreo preliminar en donde se identificaron los contaminantes presentes en los suelos de la zona de estudio, y posteriormente se realizó un experimento en el cual se utilizaron estos suelos con tres especies vegetales mediante un diseño completamente al azar. La variable se puede examinar en una o más dimensiones, para este caso: tres diferentes clases de plantas para dos contaminantes.

PRIMERA PARTE

Este proyecto se realizó en siete etapas, las cuales se explican a continuación (Véase Figura 1):

Etapa 1. Recopilación de información

a) Captura de información sobre la cuenca alta del río Bogotá y específicamente los aplicables al municipio de Chocontá Cundinamarca

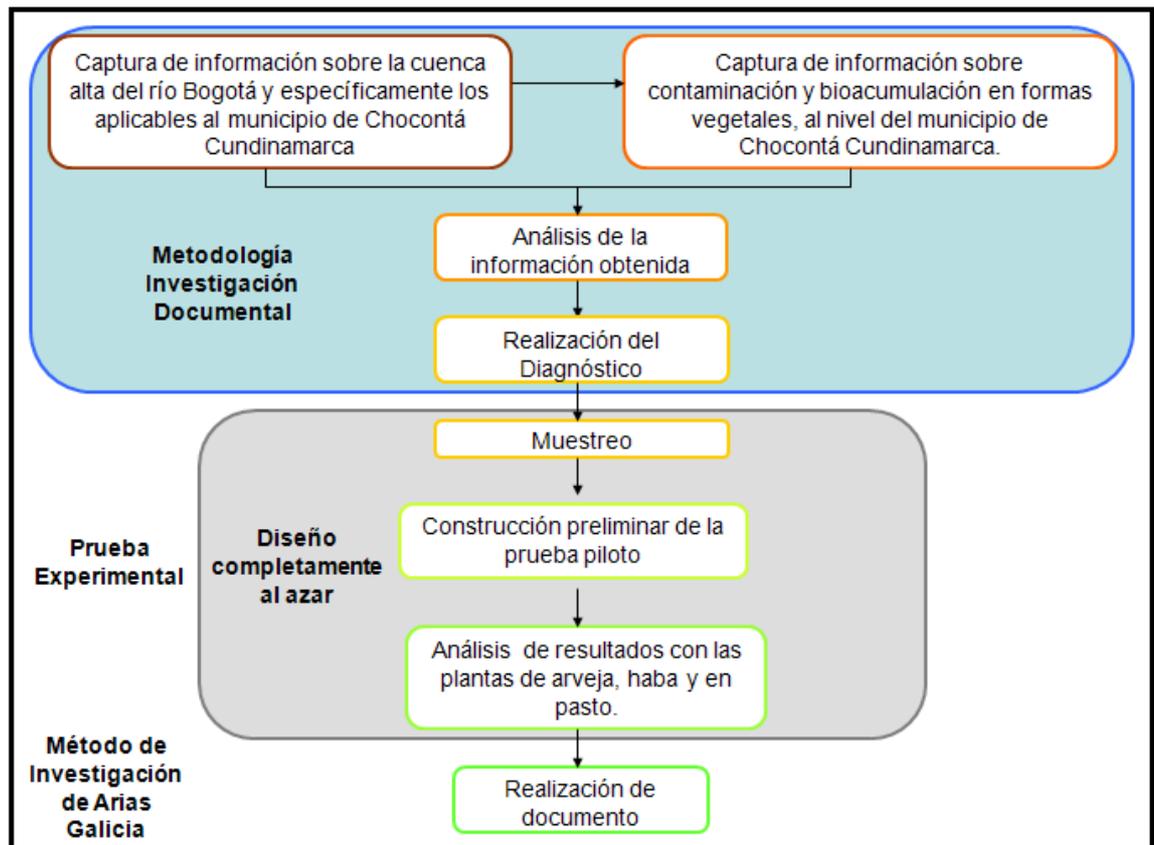
La recopilación de información se realizó por medio de revisión de literatura perteneciente a universidades, instituciones gubernamentales y no

¹ Tomado de BERNAL TORRES, Cesar. Metodología de la investigación. pg. 67.

² Tomado de MENDEZ ALVARES, Carlos. Metodología diseño del proceso de investigación pg. 230.

gubernamentales y centros de investigación, monografías, revistas científicas realizados en la cuenca alta del río Bogotá, en el sitio de investigación y específicamente los aplicables al municipio de Chocontá.

Figura 1. Descripción de las fases de la Metodología de Trabajo



Fuente: Camacho y Robles

b) Captura de información sobre contaminación y bioacumulación en formas vegetales, al nivel del municipio de Chocontá Cundinamarca.

Se recopiló información acerca de los resultados obtenidos sobre el tema de la bioacumulación en estos estudios, y se obtuvo información más amplia sobre los probables contaminantes a analizar en la prueba piloto para la arveja, haba y pastos. Esta selección de información se realizó por medio de consulta bibliográfica en las distintas bibliotecas de la ciudad e instituciones universitarias, consulta directa con la correspondiente Corporación Autónoma Regional, con expertos del área y enlaces web.

Etapa 2. Análisis de la información obtenida.

En esta etapa se leyeron, se compararon y se analizaron los distintos tipos de estudios ambientales realizados en la cuenca alta del río Bogotá, y se identificaron las posibles aplicaciones para la prueba piloto, como número de muestras, simulación de condiciones para el desarrollo de las plantas y tipos de muestreo, teniendo en cuenta los contaminantes escogidos teóricamente, que para nuestro caso son los metales pesados Plomo y Cadmio.

Etapa 3. Diagnostico

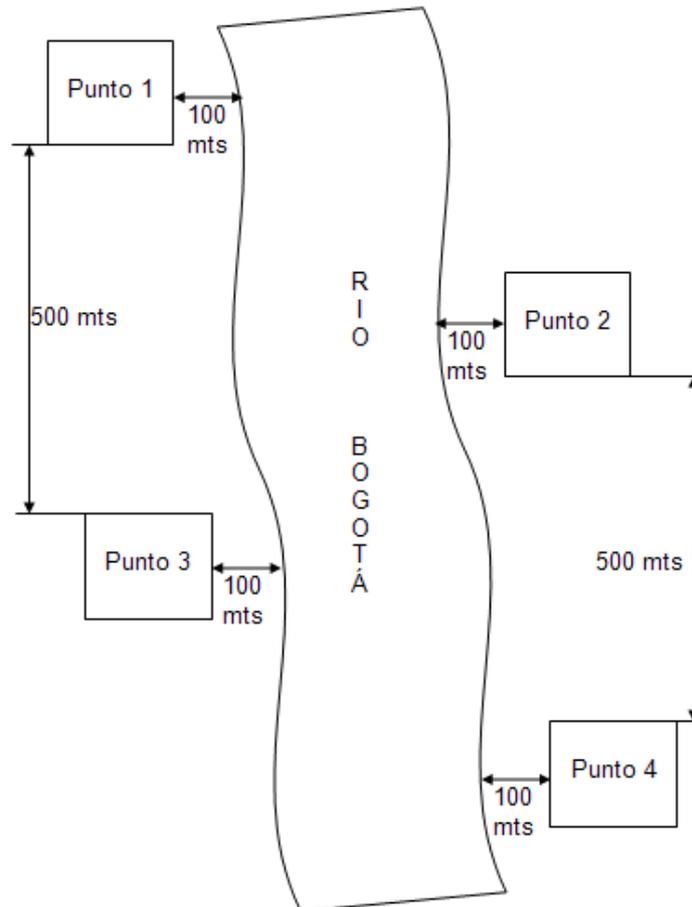
Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, encontramos que los contaminantes presentes en los suelos de la cuenca alta del río Bogotá son muchos y van desde plaguicidas, hasta metales pesados; partiendo de esta base, se establecieron no dos, sino tres contaminantes para analizar en los suelos, los cuales fueron los metales pesados Plomo, Cromo y Cadmio; también esta revisión bibliográfica nos permitió tener una idea más amplia de la cantidad de muestras a realizar y el tipo de muestreo.

Este muestreo, se realizó en la Hacienda Casablanca, la cual fue escogida porque cumplió varias de las características para evaluar los contaminantes; el muestreo se realizó según lo recomendado por el laboratorio de aguas y suelos de la Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía, se tomaron 4 muestras de 20 submuestras cada una de 20x20 cm y a 20 cm de profundidad. Las distancias a las que se tomaron las muestras se muestran en la figura 2. Para cada punto de muestreo se mezclaron las submuestras con el fin de homogenizar bien cada muestra; de cada una se tomaron 500 gr para llevar al laboratorio de aguas y suelos de la Universidad Nacional con el propósito de realizar los análisis fisicoquímicos, y 500 gr mas de cada muestra para llevarlos al laboratorio Prodycon para análisis de los tres metales pesados escogidos.

Después de conocer los resultados fisicoquímicos y de los contaminantes, y de realizar un análisis de cada uno de los suelos, se llegó a la conclusión que el suelo a utilizar para la prueba piloto seria el suelo del punto 4, debido a que presentó una mayor concentración de los contaminantes Plomo y Cromo y presentó las características fisicoquímicas más favorables para sembrar las plantas de Arveja, Haba y el Pasto Ray Grass. Los resultados de estos análisis se encuentran en el anexo E del presente documento.

Luego de estos análisis se determinó que los metales pesados a medir en la prueba piloto serian Plomo y Cromo por estar en mayor proporción con respecto al punto de muestreo.

Figura 2. Distancia puntos de muestreo en la Hacienda Casablanca



Fuente: Camacho y Robles

SEGUNDA PARTE

Etapa 4. Muestreo

Se realizó el muestreo teniendo en cuenta los siguientes métodos:

- ❖ Método de muestreo de suelos de la EPA
- ❖ Manual para uso de fertilizantes del programa agrícola del lago de Tota
- ❖ Procedimiento para tomas de muestras de la Universidad Nacional de Colombia.

Cabe resaltar que el Procedimiento de la Universidad Nacional de Colombia resume el método de la EPA y es de un lenguaje más sencillo de entender, por consiguiente este fue el método que se escogió para realizar el muestreo, y fue complementado con el manual del Lago de Tota; el muestreo consistió en tomar 4 muestras, por Ha y compuesta de 20 submuestras de 20x20 cm y a 20 cm de profundidad.

Después de homogenizar cada muestra se tomarón en bolsa plástica 500 gr de cada una para llevar al laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia y también se tomaron 500 gr de cada muestra en bolsa hermética ziploc, envuelta en papel aluminio y refrigerada para llevar al Laboratorio Prodycon. Estos procedimientos se describen más detalladamente en el punto 8.2.3., del presente documento.

Etapa 5. Prueba piloto.

Para la realización de la prueba piloto se escogió el diseño que más se ajustó para las variables que se plantearon con respecto a los objetivos del trabajo, este fue el completamente aleatorizado, en el cual se establecieron número de réplicas (3 replicas por cada planta), medición de parámetros físicos (área foliar, altura, peso seco parte aérea y peso seco raíz), y medición de contaminantes (Plomo, Cromo).

Para sembrar las plantas se generaron las condiciones necesarias para el desarrollo de las mismas, se sembraron en materas de barro cocido, cuatro semillas por cada planta, con el suelo del punto cuatro, luego se raleó para dejar una sola planta. El riego se realizó diariamente, con 100ml de agua para cada planta, la temperatura promedio diaria fue de 14-18 °C y la temperatura promedio nocturna fue de 5-8 °C.

Al completar los 45 días de sembradas, se midió la altura de cada planta, se sacaron de las materas, se cortaron de raíz, se lavó cada parte y se empacaron en sobres de manila por separado para ser llevadas y analizadas en el laboratorio de Fisiología de la Universidad Nacional. En este laboratorio se pesaron, se midió el área foliar a cada planta y posteriormente se pasaron al horno por 30 horas a 80 °C para su secado y de esta manera eliminar el contenido de humedad de las plantas, se pesó en seco cada planta y luego fueron llevadas a molienda para tomar 1gr de cada una en crisoles, y luego dejarlas en la mufla a 550 °C por 4 horas con el propósito de llevar todos los elementos al mismo estado de oxidación.

Luego de la calcinación, y siguiendo la norma EPA 3050, se realizó cada digestión con 10 ml ácido Clorhídrico (HCl) al 10 %, se completó a volumen de 25 ml con agua destilada y se filtró con bomba de vacío para sacar el extracto y almacenarlo

en recipientes plásticos de 30 ml cada uno, para el posterior análisis de metales pesados, medidos en espectrofotómetro de absorción atómica, el cual ofrecía las condiciones necesarias para medir trazas de estos elementos en los extractos.

Etapa 6. Análisis de resultados con las plantas de arveja, haba y en pasto.

Después de realizadas las digestiones, las muestras se llevaron al laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para ser analizados en el espectrofotómetro de absorción atómica, el cual dio la precisión de medir trazas de metales pesados, y para nuestro caso se necesitó medir trazas del orden de 0,01-0,05 ppm para los metales pesados en solución

Estos datos arrojados por este equipo, no son los datos de la absorción de la planta. Para saber cuánto absorbió cada planta fue necesario reemplazar los valores en la siguiente fórmula:

$$\frac{\left(\text{lectura equipo} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} \right) \right) * (25\text{ml HCl})}{(\text{peso molienda planta} (g))} = \frac{\mu\text{g}}{g} = \text{ppm de la planta}$$

Posteriormente, se realizó una comparación con los estudios realizados en la cuenca alta del río Bogotá analizados para el diagnóstico ambiental y de esta manera se propuso una medida de saneamiento ambiental, dirigida al estudio de caso en particular, cumpliendo con los objetivos planteados en este trabajo.

Etapa 7. Realización de documento.

La realización del documento se produjo durante el desarrollo de cada etapa, y fue frecuentemente corregido, por el director del trabajo de grado de la Universidad.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La siguiente revisión bibliografía comprende algunos de los estudios más representativos, relacionados con la cuenca alta del río Bogotá en orden cronológico, y que hicieron parte fundamental para el desarrollo de este documento. Se presentan a continuación breves comentarios de cada uno de los estudios, a fin de que el lector se sitúe dentro de la problemática ambiental que desde tiempo atrás ha venido presentando la cuenca alta del río Bogotá.

LEVANTAMIENTO AGROLOGICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ

Autor: IGAC

Año: 1962

Universidad:

Centro de lectura: Luis Angel Arango

Resumen: En este levantamiento se mencionan toda clase de especies que se cultivan por ejemplo maíz, haba, arveja, papa. A continuación se nombran los cultivos escogidos para la prueba piloto.

Alverja o arveja: es una leguminosa muy cultivada en pequeñas parcelas por los agricultores de las laderas circundantes de la sabana, no se tienen datos de la cantidad sembrada y de los rendimientos.

Haba: otra leguminosa muy cultivada en las partes altas, en combinación con maíz generalmente. No hay cultivos grandes sino más bien huertas.

Pasto Ray Grass Anual (*lolium multiflorum lam*) es uno de los forrajes más recomendables para la cría y el engorde del ganado se debe sembrar en surcos.

ESTUDIO GENERAL DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ PARA FINES AGRÍCOLAS

Autor: Carrera Eustacio

Año: 1968

Universidad:

Centro de lectura: Luis Angel Arango

Resumen: La cuenca alta del río Bogotá se extiende desde los nacimientos, Villapinzón hasta el paramo de sumapaz. Este se encuentra entre las altitudes de 2500 y 2700 m.s.n.m.

La cuenca alta ocupa un área de 425.000 ha, se estima que un poco más de la mitad de este territorio es apto para la explotación agropecuaria. Se siembra papa,

cebada, trigo, haba, este último se observa en algunos lugares de la zona y rara vez se explota en forma de monocultivo. De igual forma ocurre con la arveja. Otro componente importante de explotación agropecuaria es la ganadería.

Las situaciones que ignoran en este momento los cultivadores de la zona y que contribuyen a la contaminación del suelo son: el uso de semillas mejoradas para la región, la adopción de un sistema racional de rotación de cultivos, para aprovechar de forma eficiente el agua del suelo. Debería incluir, una leguminosa para mantener un nivel alto de nitrógeno, por ejemplo frijol o arveja, un cultivo de raíces profundas para obtener nutrientes del suelo y mantener la permeabilidad, y por último el cultivo de pastos y praderas para mantener alto el nivel de materia orgánica. Incorporar abonos verdes y aplicación de correctivos para la acidez del suelo.

MEJORAS AL RÍO BOGOTÁ CONTROL DE INUNDACIONES RECURSOS HIDRICOS Y DISPOSICION DE AGUAS NEGRAS

Autor: EAAB

Año: 1974

Universidad: Universidad de los Andes

Centro de lectura: ciencias

Resumen: En este estudio participaron la EAAB y algunos consultores, en donde se atacó principalmente el problema de las aguas negras y la utilidad de las aguas del río Bogotá para riego; partiendo de la infraestructura hidráulica y sanitaria de la ciudad y analizando las hoyas adyacentes, con el propósito de estudiar la ecología del área del proyecto y desarrollar un sistema de control que permita el uso óptimo de la hoya sin que se produzca un desastre ecológico. También se habla del programa especial de saneamiento ambiental en la parte de costos en la interceptación, tratamiento y disposición de aguas negras como parte de la implementación del plan maestro.

En el segundo tomo de este estudio, en el capítulo segundo habla de las condiciones, en ese entonces, también desfavorables; pues describen el área de estudio como un lugar con masiva contaminación (el río, el aire de la ciudad, el suelo, la inadecuada disposición de los residuos sólidos), haciendo unas proyecciones hacia los años 1985 y 2000 con condiciones desfavorables para los habitantes de la ciudad; de esta manera, el estudio se divide en regiones ecológicas y a su vez estas se dividen en subregiones. Para nuestro caso, nos interesa la región de la sabana de Bogotá y la subregión de Chocontá, la cual se caracterizó por un deterioro ecológico casi homogéneo, en el cual se analizaron aspectos ambientales como la mala disposición de los residuos, aguas negras, vertimientos industriales que van a afectar la calidad del río.

Por último, habla de las etapas de los sistemas de acueducto Chingaza I y II, Sumapaz I y II, la utilización de los caudales de retorno para hidroelectricidad, el aprovechamiento de las aguas para riego con el sistemas Chingaza I y de la posible dilución de las aguas residuales mediante el aumento del caudal de río, que hoy en día sigue presentando problemas de contaminación.

ZONIFICACION FORESTAL PARA ESPECIES MULTIPROPOSITO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTA, ESTUDIO DE CASO VILLAPINZON.

Autor: Rodríguez Mojica Fernando

Año: 1975

Universidad:

Centro de lectura: Luis Angel Arango

Resumen: Las comunidades ubicadas en la cuenca alta del río Bogotá enfrentan importantes problemas de tipo económico y ambiental, originadas básicamente por la inadecuada utilización de las tierras, provocando una grave destrucción de recursos naturales.

En Villapinzón existe una mayor afluencia de floricultura y pastoreo de ganado, además de la industria de curtiembres que históricamente han definido el municipio.

CARACTERIZACION DE CALCIO EN ALGUNOS SUELOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTA

Autor: Oscar Hurtado Amesquita

Año: 1983

Universidad: Nacional de Colombia

Centro de lectura: Agronomía

Resumen: Se realizó un análisis estadístico por correlación lineal y se comprobó por medio del método de t student para evaluar la capacidad del calcio intercambiable.

PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS

Autor: Arias Verdes José Antonio

Año: 1990

Universidad: el Bosque

Centro de lectura:

Resumen: Este libro reúne todas las características de este tipo de plaguicidas, como la baja solubilidad en agua, su solubilidad en la mayoría de disolventes orgánicos, también poseen baja presión de vapor y alta estabilidad química y son resistentes al ataque de los microorganismos. Por otro lado, describen su uso y las

consecuencias que esto trae, pues la contaminación del ambiente es un fenómeno localizado, dinámico que depende de las condiciones climáticas aclarando que en países templados y fríos la degradación química y microbiana es pequeña y la volatilización baja debido a que estos persisten después de varios años.

También, habla de la degradación por acción de los microorganismos, la cual constituye la vía principal de transformación de los plaguicidas y está influida fuertemente por la temperatura y la humedad; en climas templados y fríos la cinética de la degradación de plaguicidas es lenta en relación con procesos análogos en los trópicos.

EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION POR MERCURIO Y PLOMO EN SUELOS DE UN SECTOR DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTA Y SU INCIDENCIA EN EL CULTIVO DE HORTALIZAS

Autor: Orlando Vargas Zarate

Año: 1995

Universidad: Nacional de Colombia

Centro de lectura: Agronomía

Resumen: La contaminación del río Bogotá ya se ha estudiado anteriormente y estos análisis han demostrado que los afluentes del río traen mercurio plomo cromo níquel y cadmio; además, se ha evidenciado el riego continuo cultivos con agua de este río, esto dará como resultado la absorción de metales pesados en plantas y suelos.

Se han encontrado concentraciones significativas de plomo en los análisis anteriormente realizados con un promedio de 150 ppm de plomo, 13 ppm mercurio y 3 ppm de cadmio y 45 ppm de cromo.

Las formas químicas en las que se presentan los metales pesados anteriormente mencionados en el suelo son: Disueltos en la solución del suelo, en forma intercambiable, ligados a compuestos orgánicos, ocluidos en Fe, Al Mg, y en fracción arcilla.

El contenido de metales pesados varía directamente al pH del suelo, con un alto pH es menos probable que se encuentren grandes concentraciones de metales pesados, en el caso de la cuenca alta del río Bogotá los pH son bajos.

Al terminar el estudio se encontraron trazas de metales pesados en leche, y hortalizas; los principales son mercurio cromo y plomo.

INTERACCION DE LOS METALES PESADOS CROMO, CADMIO, PLOMO Y NIQUEL ENTRE EL SEDIMENTO Y LA COLUMNA DE AGUA EN EL CASO DEL RÍO BOGOTÁ

Autor: Pinzón Uribe Luis Felipe

Año: 1995

Universidad: Andes

Centro de lectura: catalogo general

Resumen: Es un estudio en el cual se analizaron los metales pesados en sedimentos y en la columna de agua, en muestras tomadas en cuatro puntos desde aguas abajo de Villapinzón, aguas abajo de Zipaquira, Engativa, aguas abajo desembocadura río Fucha, en donde se tomaron dos submuestras por punto a 0.40m de profundidad y se homogenizaban para tener muestras compuestas. Los análisis se realizaron en fase aerobia y anaerobia; tuvo como conclusión la gran presencia de Níquel en todos los puntos y la tendencia que tiene el Cadmio y el Plomo a permanecer en el sedimento, el Cromo solo se evidencio aguas abajo de Villapinzón, recomendando una alternativa para manejar los metales pesados en el río, la cual consiste en no perturbar las capas de sedimentos que funcionan como trampas para los metales pesados y también variar el pH teniendo en cuenta la toxicidad de los subproductos metálicos resultantes.

EL IMPACTO EN LA DISTRIBUCION DEL INGRESO DEL ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO DEL RÍO BOGOTÁ

Autor: Barona Colmenares Ana Beatriz

Año: 1997

Universidad: Andes

Centro de lectura: catalogo general

Resumen: En este estudio se abordaron los temas desde el componente social, mirando la desigualdad de oportunidades e ingresos y analizan que los costos ambientales, los cuales, en los estratos bajos menos estarían dispuestos a pagar los costos de un saneamiento ambiental, debido a que aun un gran porcentaje de la población tiene necesidades básicas insatisfechas y otro tanto son pobres. Por otro lado, tocan temas del proyecto de saneamiento del río Bogotá y habla de la problemática que presenta cada cuenca; en la cuenca alta la problemática se debe a que el río recibe aguas residuales domésticas de 21 municipios y las descargas de las curtiembres de Villapinzón y Chocontá, así como también, industrias lácteas, vidrios y cerámica. En la cuenca media todos los aportes de la ciudad y Soacha y en la cuenca baja el salto del Tequendama, Girardot y la desembocadura en el Magdalena. Básicamente habla de la contaminación orgánica, DBO, DQO OD, pero no habla de residuos sólidos o metales pesados sino de los aportes del fondo nacional de regalías, impuesto predial y fondo ambiental de la EAAB que aportan de manera regresiva exceptuando el impuesto predial que es progresivo.

CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO

Autor: Sociedad Geográfica de Colombia

Año: 1998

Universidad: Andes

Centro de lectura: colección general

Resumen: En este libro la SGC y la CAR de Cundinamarca realizan una descripción y un estudio de la cuenca alta del río Bogotá con el propósito de generar un proyecto de ordenamiento territorial, empezando con la definición de lo que es una cuenca y situándola dentro de las catorce cuencas de Cundinamarca y toda su ubicación geográfica y su área total dentro del país. También se encuentra la historia de la formación de la cuenca hasta nuestros días; los sistemas de riego en épocas deficitarias de enero a marzo y el daño a los componentes básicos naturales como los páramos, el agua, el suelo, los cerros, los bosques y la fauna. Todos estos daños generados por el hombre, la sobreexplotación de los recursos, la contaminación y la mala planificación y colaboración por parte de las autoridades competentes. Otro punto de la degradación de la cuenca, es la necesidad de satisfacer necesidades de los habitantes y esto también genera crisis y extinción de especies nativas, sacando a la luz pública problemas de licencias otorgadas por el ministerio de minas sin consultar con los municipios y las autoridades ambientales competentes; todo esto a provocado una erosión acelerada y la pérdida de la cobertura vegetal y la destrucción de la fisiografía local.

Dentro del diagnóstico se evidencia el problema que no hay orden público y que el cuidado de los suelos obedece solo a los propietarios que no toman en cuenta los compromisos adquiridos y que por el contrario sobreexplotan los recursos sin dejarlos descansar, mostrando que actividades como el pastoreo excesivo y el cultivo de flores dañan y contaminan el suelo, produciendo compactación y evitando la infiltración normal del agua lluvia y utilizando agroquímicos para el control de las plagas; también las industrias extractivas que carecen de estudios de impacto ambiental, las fabricas, las curtiembres, la urbanización desordenada, generan degradación ambiental, contaminación y deterioro del paisaje.

DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS, URBANÍSTICOS Y PAISAJÍSTICOS

Autor: Ruiz Solano Paola Andrea

Año: 1999

Universidad:

Centro de lectura: Luis Angel Arango

Resumen: A pocos metros de su nacimiento el río recibe la contaminación de las curtiembres de Villapinzón las cuales arrojan al río Bogotá el agua con el que

tratan los cueros de las reces que contiene abundantes productos químicos. Entre los cuales se encuentran metales pesados como el mercurio.

Tabla: 1. Parámetros medidos en campo

Ubicación	Distancia	Oxígeno disuelto (mg/l)	DBO mg/L	Sólidos suspendidos totales mg/l	Caudal m3/seg
Nacimiento	Km 0	7,75	1,68	6,05	0,1
Curtiembres de Villapinzón	Km 13	3,75	103	120	1,5

Fuente Car 1997

La capacidad de asimilación del río es baja dado a su poco caudal a baja temperatura, velocidad, y presentando condiciones anoxicas a partir del río Juan Amarillo.

Los propietarios y ganaderos aseguran con mucho interés el uso de agua abundante y de buena calidad; sin embargo no son tan escrupulosos para evitar que sus propiedades escurran desechos con materiales utilizados en fumigaciones fertilización y otros usos de las fuentes cercanas.

CUENCA ALTA DEL RIO BOGOTÁ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Autor: Sociedad Geográfica de Colombia

Año: 2000

Universidad: Andes

Centro de lectura:

Resumen: en este texto ya se empiezan a definir todos los conceptos básicos para el entendimiento del plan y se empieza a delimitar las aptitudes del suelo, los usos y la cobertura vegetal con el propósito de trabajarlo sin sobreexplotarlo ni malgastarlo y si con una buena recuperación. Pero todo en el papel, pues no se ha tratado lo de aguas residuales y el control de residuos sólidos; proponen matrices DOFA para las unidades naturales bastante alejadas de la realidad. También, dan algunas recomendaciones, sin abordar el verdadero problema de contaminación y de ineficiencia de las autoridades ambientales y municipales.

EFFECTO DE LOS VERTIMIENTOS DE LAS CURTIEMBRES EN EL MUNICIPIO DE VILLAPINZÓN

Autor: Godoy Medina Paula

Año: 2001

Universidad: Andes

Centro de lectura:

Resumen: En este trabajo evalúan los efectos de los contaminantes arrojados por las curtiembres de Villapinzón ubicando dos localidades, la primera situada antes de las curtiembres y la segunda después de las curtiembres; cada una con dos puntos y en cada punto tres sitios de muestreo cumpliendo con características y condiciones como velocidad, corrientes y caudales similares. Se hicieron mediciones en campo y laboratorio evaluando variables fisicoquímicas y biológicas.

Principalmente este trabajo considera el efecto acumulado de los vertimientos de las curtiembres y no su efecto inmediato. Una de las principales conclusiones de este trabajo es que las variables biológicas en su gran mayoría mueren y otras pocas crean resistencia a estos contaminantes principalmente metales pesados, calcio y cloruros y gran cantidad de materia orgánica.

ANALISIS DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACION DEL RIO BOGOTÁ EN LA CALIDAD DE VIDA

Autor: Jiménez Bocanegra Johana

Año: 2002

Universidad: Andes

Centro de lectura:

Resumen: Este trabajo es bastante interesante, ya que desde el inicio empieza abordando el tema del río, su localización y su descripción en cada cuenca, reflejando que en la cuenca alta el principal problema son las curtiembres de Villapinzón y Chocontá denunciando que las 166 curtiembres de estos dos municipios solo recorren 6 kilómetros y generan una pérdida considerable de O.D. en el agua y un incremento de la DBO y la DQO; a su paso por la ciudad, se convierte en el receptor de aguas residuales domésticas de la población que es llevado a través de los ríos Salitre, Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo. Hace un recuento de todos los estudios que se han realizado con el propósito de descontaminar el río, pero todos han llegado a la misma conclusión, "No alcanza la plata para terminarlos ni mantenerlos" en resumidas cuentas, la gente no estaría dispuesta a pagar por la descontaminación del río y el tema de las tasas retributivas, tampoco es acorde con lo que pasa realmente con el río.

Por otro lado, se evidencia la falta de conciencia de los ciudadanos y de los municipios dentro de su recorrido; la incompetitividad de los funcionarios públicos y la falta de compromiso de los dueños de empresas y fincas, el uso indiscriminado de agroquímicos y la falta de recursos, hacen que salvar el río sea cada día más lejano y más costoso. La gente opta por utilizar esta agua sin la menor precaución y sin saber las consecuencias que traerá a la salud pública este tipo de contaminación. Los efectos que pueden generar son diversos y van desde la aridez y la acidez del suelo, la pérdida de especies endémicas como aves,

insectos, anfibios, la eutroficación, el no aprovechamiento del recurso o los usos restringidos para la población.

También, aborda el tema de la descontaminación del río y la mega obra de la planta de tratamiento el Salitre, que si bien fue muy costosa, no alcanzo a cumplir con las expectativas debido a que está incompleta; por otro lado el tema de “el que contamina paga” pero al final nadie lo hace, es una problemática que no solo afecta al río sino a su población vecina, con las enfermedades, los residuos sólidos, la falta de dinero y el poco aprovechamiento que tiene el recurso.

En resumen, el problema del río Bogotá es en conjunto con los municipios de la parte alta y baja, la ciudad y el gobernó quien debe garantizar el gozar de un ambiente sano y de buena calidad para todos por igual; la participación ciudadana y la práctica de desarrollo sostenible son herramientas para garantizar una mejor calidad de vida incluyendo factores como la educación, salud, vivienda, servicios básicos, medio ambiente y su protección.

NIVELES DE CONTAMINACION DE MERCURIO, CADMIO, ARSENICO Y PLOMO EN SUBSISTEMAS DE PRODUCCION DE LA CUENCA BAJA DEL RIO BOGOTÁ

Autor: Alforo Rodríguez Ricardo

Año: 2002

Universidad: UDCA

Centro de lectura:

Resumen: En este artículo identificaron y cuantificaron los elementos metálicos pesados tóxicos en el agua, el suelo y en los subsistemas de producción arroz, plátano y pasto.

Realizó un muestreo tomando muestras compuestas a 20 cm de profundidad en cada una de las fincas y según el cultivo existente. En los resultados se evidenciaron algunas cantidades que no son críticas pero que contribuyen paulatinamente a la contaminación de los suelos; algunos valores de plomo en pastos sobrepasan el valor de 2000µg/kg.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL POR VERTIMIENTOS DE RESIDUOS DE CURTIEMBRES AL RIO BOGOTA- EN EL CORREDOR INDUSTRIAL VILLAPINZON – CHOCONTÁ EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTA

Autor: Daniel Ojeda

Año: 2004

Universidad: Nacional de Colombia

Centro de lectura: Agronomía

Resumen: La tragedia de contaminación del río Bogotá comienza a unos pocos km del inicio de la cuenca; estos problemas de contaminación tiene repercusiones en veinticinco municipios que colindan con el río; Para el momento de la realización del estudio se encontraron mas de 180 curtiembres que vertían sus residuos líquidos, producto de las diferentes etapas en el proceso de tratamiento de pieles, uno de la principales productos químicos empleados es el cromo.

Desde 1820 que se inauguro la primera curtiembre en Villapinzón se están vertiendo los contaminantes al río Bogotá y aumentando las concentraciones de metales pesados en los años 60 debido la tecnología del cromo. Según la CAR aproximadamente el 65% de los efluentes líquidos de las curtiembres proviene de los procesos de remojo en caliente, pelambre, descamado y desencalado. Estos vertimientos generalmente presentan altos valores de PH, debido al contenido de cal sulfatos libres, cromo sulfuros, elevada demanda de oxígeno, presencia de materia orgánica y grasas animales.

Se puede mencionar que los vertimientos no solamente se disuelven y van al río, sino además los residuos como cromo o mercurio, se depositan en el fondo del río, contaminando los suelos y afectando la vegetación. Estas actividades también se ven afectadas cuando se utilizan las aguas ya contaminadas del río o sus afluentes para el riego.

Por lo general los afluentes de las curtiembres gracias al cromo alcanzan un ph de 3,8, pero cuando se hace el depilado de las pieles alcanza ph de 12,3 debido a la presencia de hidróxidos de calcio sodio y amonio. El cromo III es inmóvil en el agua y es este el absorbido por el suelos

METALES PESADOS TOXICOS NORMATIVIDAD ACTUAL, TECNICA Y ANALISIS

Autor: Dr. Garcia Ariño Cesar

Año: 2006

Universidad: Javeriana

Centro de lectura: facultad de medicina

Resumen: En este libro encontramos todo el diagnostico clínico de las intoxicaciones por Plomo, Mercurio, Cromo y Cadmio desde su sintomatología y sus posteriores alteraciones a la sangre, aparato digestivo, sistema nervioso, aparato urinario y aparato genital y reproductor, entre otros. En la mayoría de las situaciones descritas, todas coinciden con la acumulación y la exposición prolongada con sus nefastos resultados que en algunos casos pueden causar intoxicaciones severas y síndromes irreversibles.

MOVILIDAD DEL CADMIO EN SUELOS CULTIVADOS CON TRIGO EN TANGUA, NARIÑO, COLOMBIA

Autor: Liliana Insuasty B, Hernán Burbano O, Juan Menjivar F

Año: 2006

Universidad: AUTONOMA DE MADRID.

Centro de lectura: CIENCIAS.

Centro de realización: DEPARTAMENTO: BIOLOGIA PROGRAMA DE DOCTORADO: BIOLOGIA.

Resumen: En muestras de suelo colocadas en núcleos de PVC (11 cm de diámetro y 40 cm de largo) se aplicaron en forma fraccionada 0, 50, 100 y 150 ppm de cadmio y se incubaron por cuatro meses manteniendo la humedad a capacidad de campo. Se evaluó el contenido de Cd-total y Cd – intercambiable en la parte superior, media e inferior de los núcleos. Los contenidos de Cd- total en el testigo no sobrepasaron el límite permisible de 3 ppm establecido por OMS-FAO. La mayor concentración Cd – total aplicado y Cd intercambiable se encontró en la parte superior de los núcleos, lo cual indica baja movilidad del cadmio en el perfil de los suelos evaluados.

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES DE LAS NUEVE CUENCAS DE SEGUNDO ORDEN DE LA JURISDICCION DE LA CAR, CON EL FIN DE ESTABLECER LOS LINEAMIENTOS DE LA POLITICA DEL MANEJO DE VERTIMIENTOS. TOMO II ANEXOS DEL INFORME N° 4

Autor: CAR

Año: 2007

Universidad:

Centro de lectura: CAR sede Bogotá

Resumen: Informe en la CAR de Cundinamarca en la sede de la calle 39, en el piso sexto (Ingeniera Sandra Sierra Torres). Este informe de caracterizaciones realizadas en la cuenca alta del río Bogotá en diferentes puntos pertenece a un estudio de varias cuencas pertenecientes a la CAR de Cundinamarca realizado entre el 2006 y el 2007. Se tomaron algunas fotos del documento debido a que no lo prestan para fotocopias y para llevar, solo para consulta en esa oficina. En este tomo se evidencia que las características que presenta el río de manera general, son características de aguas residuales, pues se encuentran valores de coliformes fecales, metales pesados, DBO y DQO altas, E. coli, entre otros, que muestran que este río se ha convertido desde aguas abajo de Villapinzón en una gran alcantarilla para la mayoría de municipios que recorre.

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DE SUELOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ POR METALES PESADOS

Autor: González Cubillos Luz Miryam

Año: 2007

Universidad: Javeriana y Andes

Centro de lectura:

Resumen: En este trabajo se midieron concentraciones totales de Cadmio, Cromo, Cobre, Manganeseo Plomo, Níquel, Zinc Molibdeno, Argón, Magnesio y también se midió la fracción movilizable. Se encontraron niveles que superan los promedios mundiales de metales pesados en estos tipos de suelos, estos ponen en evidencia la existencia de un riesgo ecológico y riesgo para la salud de la población que consume productos agrícolas cultivados en estos suelos.

Como conclusión sugieren tomar medidas de control para evitar un mayor deterioro de la calidad de los suelos agrícolas de la sabana y prevenir el riesgo para la salud de la población.

MANUAL PARA USO DE FERTILIZANTES

Autor: Zubieta Diego

Año: 2008

Universidad: UDCA

Centro de lectura:

Resumen: este manual que reúne en un lenguaje comprensible y sencillo para los campesinos que laboran la tierra en el lago de Tota, trata fundamentalmente de cómo es el suelo, sus características, la forma apropiada de sembrar y realizar abonos orgánicos verdes y como realizar un muestreo de suelos.

PROPUESTA DE SANEAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON PLOMO POR MEDIO DE FITORREMEDIACIÓN EN LOS SUELOS DE MARENGO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.

Autor: Bernal Bustos, Claudio Raúl

Año: 2008

Universidad: Universidad Nacional

Resumen: Los suelos de las riveras del río Bogotá y por causa de la gran contaminación, se encuentran contaminados con metales pesados, pero ello no ha sido dificultad para que los campesinos de la Sabana de Bogotá realicen cultivos sin control. De igual manera sucede con las crianzas de animales que se alimentan con forrajeras utilizando riegos del río Bogotá. En tal sentido, se busca evaluar estrategias que conlleven a la limpieza de los suelos y los volúmenes de material generado durante la fitorremediación.

PROPUESTA DE SANEAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS CON PLOMO, POR MEDIO DE FITORREMEDIACIÓN, A ESCALA DE LABORATORIO, PARA EL CENTRO AGROPECUARIO MARENGO, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Autor: Lynette Stephanie Boshell Rincón

Año: 2008

Universidad: Fundación Universidad De América

Resumen: En el presente trabajo de investigación se trata una nueva técnica de recuperación ambiental basada en el uso de material biológico para el saneamiento de suelos contaminados con metales pesados, especialmente el Plomo, llamada Fitorremediación. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó el suelo del Centro Agropecuario Marengo. Este suelo debió recibir un tratamiento previo para adecuarlo a la técnica de recuperación que se aplicó. Por esta razón, se ha trabajado en la obtención y creación de técnicas efectivas que sean capaces de recuperar el suelo de la contaminación con metales pesados, especialmente el Plomo, sin necesidad de afectar el ecosistema o de alterar las condiciones de equilibrio del suelo. La técnica empleada para la recuperación del suelo debe ser ecológica y rentable a la vez, con la capacidad de devolverle al suelo su estabilidad natural y de retirarle en gran parte la concentración de metales pesados que lo afectan y lo privan de ser fértil y ofrecer sustento a los organismos que se alimentan de él.

5. MARCO LEGAL

Para una mejor comprensión de las normas legales, este trabajo cuenta con una clasificación que parte de las normas de carácter general, como leyes, decretos y resoluciones generales aplicables a toda la nación, seguido de las normas de carácter especial, como las impuestas por las autoridades ambientales en el departamento de Cundinamarca y que atañen directamente al municipio de Chocontá, y por último las normas NTC e ISO.

5.1. NORMAS GENERALES

CONSTITUCION POLITICA NACIONAL DE COLOMBIA

Art. 64 y 66 Inocuidad de los alimentos. El Estado debe proporcionar los medios que garanticen la producción de alimentos en condiciones técnicamente de manera que incremente su productividad.

Art. 65 La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado”.

Art. 78 Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios.

Art. 79 Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.

Art. 80 El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Ley 99 de 1993 “POR EL CUAL SE CREA EL SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL”

Art. 5 Es función del Ministerio Del Medio Ambiente expedir las regulaciones ambientales para la distribución y el uso de sustancias químicas o biológicas utilizadas en actividades agropecuarias

Art. 65 Funciones de los municipios, Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria a Pequeños Productores (UMATA); Prestarán el servicio de asistencia técnica y harán transferencia de tecnología en lo relacionado con la defensa del medio ambiente y la protección de los recursos naturales renovables.

5.2. NORMAS ESPECIALES

- *PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS*

Decreto 60 de 2002: Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos; Se aplica a la industria de alimentos

Decreto 3075 de 1997: Inocuidad de alimentos; Minimizar riesgos de contaminación de alimentos

- *CADENAS PRODUCTIVAS*

Ley 101 de 1993: Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero

Ley 811 de 2003: Sistema Agroalimentario Nacional; Adiciona un capítulo a la Ley 101 de 1993

- *AMBIENTALES*

Decreto Ley 2811 de 1974: Código de recursos naturales y de protección del medio ambiente.

Ley 9 de 1979: Código sanitario nacional uso de agua y vertimientos.

Resolución 074 de 2002, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Producción primaria, procesamiento, empackado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos.

PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. “ACUERDO No. 018 de Septiembre 30 de 2008 por medio del cual se revisa y modifica el acuerdo 003 de 2002”

Art. 26.- Categorías De Suelo

Art 52, 53, 54, 55, 56, y 57 Zonas de conservación hidrológica, protección de nacimientos y el correcto uso del recurso.

Art. 58, 59, y 60: Áreas de protección de recreación y de zonas verdes.

Art. 92. Clasificación del suelo rural.

Art. 103. Áreas de conservación y protección de los recursos naturales y paisajísticos

5.3. NORMAS NTC, ISO Y EPA

ISO significa International Organization for Standardization (Organización de Normalización Internacional). Es una organización internacional, no gubernamental, responsable por la elaboración de normas técnicas internacionales que representen y traduzcan el consenso de los diferentes países del mundo. Colombia es miembro de la ISO y su organización de normalización se llama ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

La sigla NTC significa Norma Técnica Colombiana expedidas por el ICONTEC.

La sigla EPA significa Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental). La misión de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos es la de proteger la salud de los humanos y la del medio ambiente. Desde 1970, la EPA ha estado trabajando por un ambiente más limpio, más saludable, para el pueblo estadounidense³.

- ❖ NTC 4880-1. CALIDAD DE SUELOS. DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA MICROBIANA DEL SUELO. PARTE 1: MÉTODO DE RESPIRACIÓN INDUCIDA POR EL SUSTRATO esta norma especifica un método para calcular la biomasa aeróbica activa, heterotrófica en suelos aireados, agrícolas y mineros.
- ❖ ISO 14001/04 trata de las especificaciones mínimas para un Sistema de Gestión Ambiental. Es la norma más reconocida internacionalmente. Esta norma fue emitida por la ISO en agosto de 1996. En 2004 la norma fue revisada, incluyendo algunas mejoras.
- ❖ ISO 9001 especifica requisitos para un SISTEMA DE GESTION de la calidad, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales.
- ❖ ISO 14004 Directivas generales sobre principios, sistemas y técnica de apoyo.
- ❖ ISO 14010 Principios generales Auditorías Ambientales.
- ❖ ISO 14011 Procedimientos de auditorías, Auditorías de Sistemas de Gestión Ambiental.
- ❖ ISO 14012 Criterios para certificación de auditores.

³ Tomado de <http://www.epa.gov/espanol/sobreepa.htm>

- ❖ ISO 14031 Lineamientos Evaluación del desempeño ambiental.
- ❖ ISO 14032 Ejemplos de Evaluación de Desempeño Ambiental.
- ❖ ISO 14040 Principios y marco general Análisis del ciclo de vida.
- ❖ ISO 14041 Definición del objetivo y ámbito y análisis del inventario.
- ❖ ISO 14042 Evaluación del impacto del Ciclo de vida.
- ❖ ISO 14043 Interpretación del ciclo de vida.
- ❖ ISO 14047 Ejemplos de la aplicación de iso14042.
- ❖ ISO 14048 Formato de documentación de datos del análisis.
- ❖ ISO 14020 Principios generales Etiquetas ambientales.
- ❖ ISO 14021 Etiquetas ambientales Tipo II.
- ❖ ISO 14024 Etiquetas ambientales Tipo I.
- ❖ ISO 14025 Etiquetas ambientales Tipo III
- ❖ EPA. 1992. Guide to site and soil description for hazardous waste site characterization. Vol 1: metals.

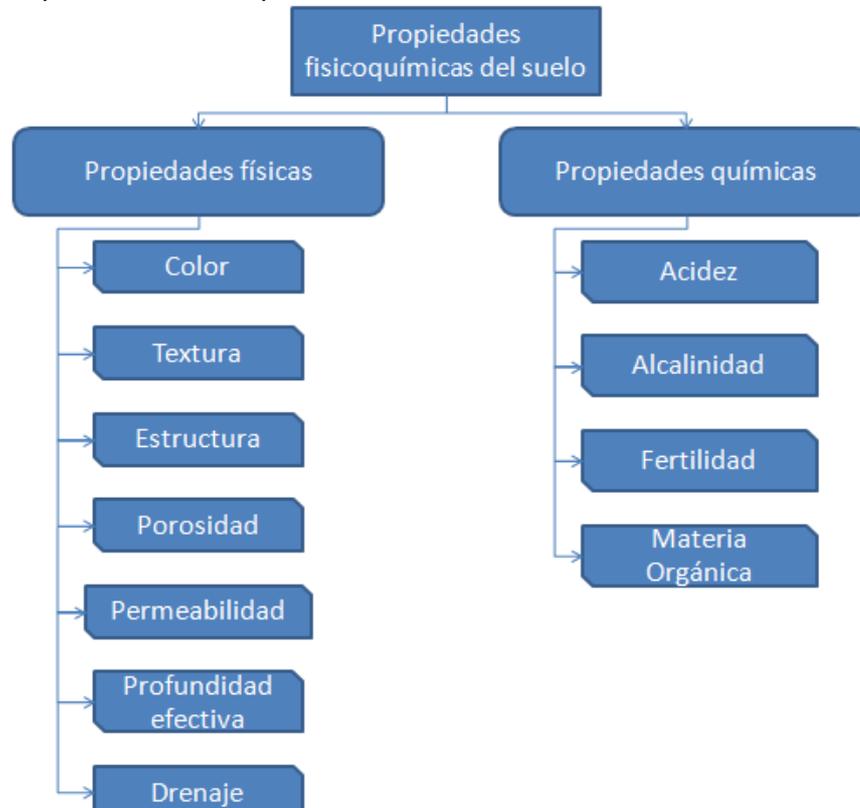
6. MARCO TEORICO

6.1. EL SUELO

El suelo es un material mineral y orgánico no consolidado situado en la superficie de la tierra que sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres. Es la capa más superficial de la litosfera donde se integran todos los factores formadores, genéticos y ambientales como material parental, clima, (incluye efectos de humedad y temperatura), macro y micro organismos y topografía, todos actuando en un tiempo determinado, para dar como resultado a través del tiempo un producto –suelo–que difiere del material del cual se ha derivado, en muchas propiedades y características químicas, físicas, biológicas y morfológicas. (IGAC 2002). Este presenta un número de características fisicoquímicas propias generales vistas en la figura 3.

6.1.1. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL SUELO

Figura 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo.



Fuente Camacho y Robles

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO⁴

En general las propiedades físicas del suelo comprenden el color, la textura, la estructura, la porosidad, la permeabilidad, la profundidad efectiva, y el drenaje; a continuación se desarrollaran las analizadas para este trabajo:

- ❖ **TEXTURA:** la roca que forma el suelo se descompone y desmorona en partículas. Estas partículas son de diferente tamaño. Las más pequeñas se llaman arcillas, las intermedias, limos y las más grandes se llaman arenas. Todos los suelos tienen arenas, limos y arcillas. La mezcla de las arenas, limos y arcillas se llama textura.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO⁵

Las más importantes son: Acidez y alcalinidad, Fertilidad y Materia Orgánica; se desglosaran a continuación.

ACIDEZ Y ALCALINIDAD: El Ph es una de las propiedades más importantes de los suelos; de él depende la disponibilidad y la presencia de nutrientes (alimento) para las plantas y su facilidad para tomarlos. El suelo puede ser ácido, neutro o alcalino y se interpreta en escala de 0 a 14 y se clasifica así:

Extremadamente ácido	< 4.5
Ácido	4.5 -6.5
Casi neutro	6.6 -7.3
Alcalino	7.3 – 9
Fuertemente alcalino	>9

La gran mayoría de suelos colombianos son de características ácidas, que se asocia con la baja disponibilidad de algunos elementos, lo que dificulta que las plantas puedan tomar el nitrógeno y el fósforo y además, sean pobres en calcio, magnesio y potasio. También puede existir mayor cantidad de aluminio y manganeso que son tóxicos para las plantas.

En los suelos ácidos muy pocos alimentos son tomados por las raíces de las plantas. En los suelos ácidos la producción de las cosechas es muy baja. Por lo tanto, cuando se presente este problema, es necesario solicitar la asistencia técnica con el propósito de orientar si se necesita cal y en qué cantidad se debe aplicar.

⁴ Tomado de LEON MORENO, Carlos. Propiedades de los suelos. Pg. 4, 5, 6.

⁵ Tomado de FONACH – ASCAPAM. El suelo y sus propiedades. Pg. 4

FERTILIDAD DE LOS SUELOS Un suelo fértil es el que tiene buena cantidad de alimentos para las plantas. Estos alimentos se llaman nutrientes. Los nutrientes que las plantas necesitan en mayor cantidad para su crecimiento y fructificación son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; estos nutrientes se llaman **MAYORES** y se deben aplicar a los cultivos varias veces al año porque son los que más rápido se acaban.

Nitrógeno (N): Ayuda al buen crecimiento de las plantas, da el color verde a las hojas. Cuando se aplica mucho nitrógeno se demora la floración y fructificación; la planta “se va en vicio”. El nitrógeno como abono se consigue en forma de urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio o en la materia orgánica.

Fósforo (p): Ayuda al buen crecimiento de las plantas, contribuye a formar raíces fuertes, abundantes y a la maduración de los frutos, es indispensable en la formación de las semillas. Son fuente de este nutriente la roca fosfórica o fosforita huila, calfos, escorias Thomas y el superfosfato simple y compuesto.

Potasio (k): Ayuda a la planta a formar tallos fuertes y vigorosos. Contribuye a la formación de azúcares, almidones y aceites, da a la planta resistencia a las enfermedades, mejora la calidad de las cosechas. Como abono se consigue en forma de sulfato de potasio y cloruro de potasio.

Calcio (Ca): Ayuda al buen crecimiento de la raíz y del tallo de la planta. Permite que la planta tome del suelo los alimentos fácilmente. El calcio se consigue para aplicar al suelo en forma de cal agrícola, cal apagada y cal dolomítica.

Magnesio (Mg): Ayuda a la formación de aceites y grasas. Es el principal elemento en la formación de clorofila. Sin esta las plantas no pueden formar azúcares. Como abono se consigue en forma de carbonato de magnesio, óxido de magnesio y sulfato de magnesio.

Hay otros nutrientes que las plantas necesitan en menor cantidad para vivir y producir buenas cosechas. Los nutrientes **MENORES** son: boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cobalto (Co) y azufre (S) Estos nutrientes se encuentran en la mayor parte de los suelos en pequeñas cantidades, suficientes para las plantas.

Cuando los elementos menores no se encuentran en los suelos, las hojas de las plantas muestran amarillamientos y se deforman, pueden aparecer torcidas, arrugadas, o encrespadas en sus bordes. Esta es la época de aplicarlos pero en cantidades muy pequeñas, porque en abundancia se vuelven tóxicos o sea que envenenan las plantas.

MATERIA ORGÁNICA (MO): es un factor clave en la fertilidad del suelo, ya que actúa sobre las propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados, etc.), sobre las químicas, aportando nutrientes mediante los procesos de mineralización, y a través de su capacidad de cambio de cationes, que actúa como una reserva nutricional, y sobre las biológicas, ya que mantiene la actividad microbiana del suelo.

CAPACIDAD E INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)⁶: es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, merced a su contenido en arcillas. Éstas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVA (CICE)⁷: Se ha dado en llamar así a la suma de Cationes Intercambiables de un suelo, incluyendo la Acidez titulable (Al + H). Difiere de la verdadera Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en que esta evalúa el número total de puestos de carga negativa y la CICE evalúa solamente los puestos que están ocupados. Generalmente su valor es inferior a la CIC.

⁶ Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_intercambio_cati%C3%B3nico

⁷ Tomado de <http://www.drcaideronlabs.com/Agraces/unidades1.htm>

6.2. CULTIVOS

Se tendrán en cuenta los cultivos que se utilizaran en la prueba piloto; que son arveja, haba y Pasto Ray Grass.

6.2.1. ARVEJA⁸

NOMBRE CIENTIFICO: Pysum sativum

CLIMA Altitud: 1700 - 2800 m
 Precipitación: 400 - 600 mm durante el ciclo
 Temperatura: 12 –16 °C en promedio

SUELO: Franco o franco arenoso, con buen drenaje.
 pH 5,6 a 7,6
 Requiere abundante luz solar durante su existencia,
 Se debe mantener permanentemente húmedo durante la
 germinación sin exceso.

FRUTO: En legumbre alargada de 7 cm con 10 semillas en promedio. La
 arveja posee bastante resistencia a las heladas y poca tolerancia a la
 sequía.
 Las texturas pesadas y los suelos mal drenados dificultan su
 desarrollo

Para la cosecha se debe recolectar antes de que las vainas se hagan demasiado fibrosas. Una buena hilera deberá dar por lo menos tres cosechas, si se empieza a recolectar las vainas más bajas. Una vez pasada la recolección, corta las plantas al nivel del suelo y deja que las raíces se descompongan, las cuales aportarán al suelo el Nitrógeno que han fijado de la atmósfera a las cosechas siguientes.

Foto 1. Arveja



Fuente www.infojardin.com

En Colombia su importancia aumenta día a día y su producción se extiende a 11 departamentos, concentrándose en Cundinamarca y Boyacá

⁸ Tomado de <http://fichasinfojardin/hortalizasverduras/avejas-chicharos.htm>

6.2.2. HABA⁹

NOMBRE CIENTIFICO: Vicia Faba

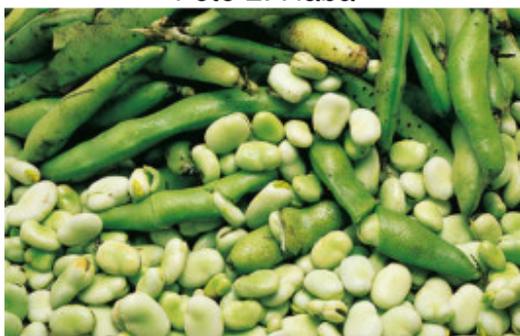
CLIMA: Altitud: 2800 a 3200 m s n m
 Precipitación: 700 a 1000 mm durante el ciclo
 Temperatura: 8 y 14 °C en promedio
 Es costumbre muy buena esperar el fin del verano o principios de las
 lluvias

SUELO: Franco -arcilloso, con buen drenaje.
 pH 5,6 a 7,5
 La apertura de surcos a la distancia de 80 centímetros a un metro
 entre surcos.

FRUTO: Para la siembra se deben colocar las semillas al fondo del surco,
 dejando 2 – 3 granos por sitio y a una distancia de 50 centímetros
 entre plantas; a continuación se tapa con tierra.

Para aprovechar mejor el suelo y su fertilización, se acostumbra sembrar las habas, intercaladas o combinadas con maíz, frijol y arvejas; pues debido a sus diferentes períodos vegetativos y de cosecha, permite recolectar los productos en forma escalonada: primero se cosecha la arveja, luego el haba, después el frijol y al mismo tiempo el maíz. Dan mejores resultados las siembras de surcos de maíz con frijol y habas con arvejas.

Foto 2. Haba



Fuente: <http://bertan.gipuzkoakultura.net>

⁹ Tomado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/haba2.asp>

6.2.3. PASTO RAY GRASS¹⁰

NOMBRE CIENTIFICO: Lolium multiflorum

CLIMA: Altitud: 1700 - 2800 m
 Precipitación: 700 a 1000 mm durante el ciclo
 Temperatura: 12 –16 °C en promedio

SUELO: Francos o franco arcillosos
 pH 5,6 a 7,5

SEMILLA: A los 5-7 días después de sembrar ya está la hierba fuera.- se emplea solo o mezclado con trébol blanco o rojo.
 El Raigrás perdura tres o cuatro años a pesar de requerir frecuentes siegas que debilitan las plantas, por lo que es aconsejable su mezcla con otras especies perennes de germinación y desarrollo más lento.

Es un pasto denso con mucho follaje, excelente sabor y buena aceptación por los animales, los cuales lo consumen aún en estado de floración. Resiste el pastoreo continuo muy cerca del suelo sin reducirse la población de plantas. Se considera un pasto superior al exhibir una germinación, vigor y desarrollo sobresalientes. Es muy resistente a las heladas, moderadas y severas; no tolera cortes frecuentes, posee extraordinaria densidad y excelente comportamiento estival e invernal, con un color verde oscuro y un aspecto estético del mejor nivel. crece en macollas, de tallos firmes y erectos, con nudos largos y oscuros, hojas basales numerosas de 28 a 50 cm de longitud

Foto 3. Ray Grass perenne



Foto 4. Ray Grass perenne



Fuente: <http://www.gazonsport.com>

¹⁰ Tomado de <http://fichasinfojardin.com/cesped/lolilum-perenne-ray-grass>

6.3. CONTAMINANTES PRESENTES EN EL SUELO

6.3.1. PLAGUICIDAS

Es una sustancia o mezcla de sustancias químicas de origen organosintético, de naturaleza tóxica y por consiguiente con un alto poder para alterar en forma drástica la fisiología de los organismos. Se utilizan en la actividad agrícola como medio de control para enfermedades, plagas y malezas. Normalmente, la acción del plaguicida no es específica para la especie objetivo y en consecuencia se producen efectos de diferentes magnitudes sobre otras especies y sobre los ámbitos expuestos a su acción.

Se clasifican por:

- ❖ Organoclorados: Son persistentes. Es tóxico y persiste en el ambiente por mucho tiempo.
- ❖ Organofosforados: No son persistentes. Se descomponen rápidamente pero tienen una elevadísima toxicidad.
- ❖ Carbamatos: Bastante tóxicos. Los organismos empezaron a crear rápidamente resistencia a ellos. No son persistentes.

Se ha detectado que los productos no persistentes se convierten en otros que si lo son y que los productos en descomposición son generalmente más dañinos que el producto padre. Se presenta también que los acompañantes de un elemento activo son mucho más dañinos que este mismo.¹¹

Los plaguicidas se dividen en cuatro categorías, de acuerdo con su grado de toxicidad, clasificación elaborada por la FAO y la OMS y avalada por el Ministerio de la Protección Social así:

- I- Extremadamente tóxico
- II- Altamente tóxico
- III- Medianamente tóxico
- IV- Ligeramente tóxico

Según investigación realizada por un funcionario del IDEAM para optar por el título en la maestría de Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia, en la cuenca del Río Magdalena la cual comprende el 85% de las tierras cultivables del país, durante el año 1998 se aplicaron aproximadamente 40.000 toneladas de plaguicidas, entre los cuales se encontraban los siguientes:

¹¹ Tomado de AUDITORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. Auditoria analítica de gestión al uso y manejo de plaguicidas en Colombia. Pg.12.

- Categoría I- Extremadamente tóxicos: Propineb, clorpirifos, Terbutilazina
- Categoría II- Altamente peligrosos: Carboforano, triclorfon, paraquat.
- Categoría III- Medianamente peligrosos: Mancoceb, propanil, biuron, ametrina

El investigador ya mencionado incorpora un nuevo concepto de daño ambiental originado por los plaguicidas, al que denominó efectos ecotoxicológicos, que consisten en el deterioro del ecosistema, a través de la toxicidad que estos producen no solo al ser humano sino también a los demás cuerpos vivientes tales como aves, peces, y otros componentes de la naturaleza.

En la salud humana se clasifican los efectos del uso indiscriminado de plaguicidas en agudos y crónicos. Los primeros dependen de la cantidad y del poder tóxico que contenga el producto; los daños aparecen rápidamente y suelen ser muy graves. Los crónicos, aparecen con el tiempo, muchas veces años después de haber estado en contacto con el producto.¹²

Se puede afirmar que gran parte de la población colombiana se encuentra expuesta a plaguicidas no biodegradables (o persistentes). La exposición a otros plaguicidas se encuentra mucho más limitada a los grupos ocupacionalmente expuestos, en especial en las regiones agrícolas. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de exposición mediante la ingestión de alimentos entre las poblaciones residentes en las regiones donde sea habitual el uso de plaguicidas.¹³

CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Las principales alteraciones que se presentan en el recurso suelo están dadas por la salinidad, la alteración de la fertilidad y la disminución de la fauna y flora. Se considera que el 50% de los plaguicidas utilizados se asienta en los suelos, impidiendo su proceso natural de fertilización. Como consecuencia de ello, estos pierden capacidad, los productos son de menor calidad nutritiva y, en algunos casos, los niveles de contaminación son peligrosos para la salud de quienes los van a consumir.¹⁴

Adicionalmente, el uso generalizado de plaguicidas elimina los sistemas bioquímicos naturales, es decir, especies útiles que mantienen normalmente bajo control la proliferación de plagas potenciales (Auditoria general de la república 2004)

¹² Tomado de COY, Gustavo Alfonso. Tesis de Grado.

¹³ Tomado de AUDITORIA GENERAL DE LA REPUBLICA. Auditoria analítica de gestión al uso y manejo de plaguicidas en Colombia. Pg.14.

¹⁴ Tomado de <http://www.ecojoven.com/ecologia.html>

6.4. METALES PESADOS

METALES PESADOS EN SUELOS

La toxicidad de un agente contaminante no sólo va a depender de sí mismo sino que las características del suelo donde se encuentre van a ser decisivas. La sensibilidad de los suelos a la agresión de los agentes contaminantes va a ser muy distinto dependiendo de una serie de características edáficas. Por ejemplo el pH; es un factor esencial. La mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, excepto As, Mo, Se y Cr, los cuales tienden a estar más disponibles a pH alcalino.

La textura influye de una forma muy importante; por ejemplo la arcilla tiende a adsorber a los metales pesados, que quedan retenidos en sus posiciones de cambio. Por el contrario los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados, los cuales pasan rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos; la estructura: Favorece la entrada e infiltración de la contaminación de metales pesados en el suelo.

Por su parte la materia Orgánica: Reacciona con los metales formando complejos de cambio y quelatos. Los metales una vez que forman quelatos o complejos pueden migran con mayor facilidad a lo largo del perfil. La materia orgánica puede adsorber tan fuertemente a algunos metales, como es el Cu, que pueden quedar en posición no disponible por las plantas. Por eso algunas plantas, de suelos orgánicos, presentan carencia de ciertos elementos como el Cu. El Pb y el Zn forman quelatos solubles muy estables.

La complejación por la materia orgánica del suelo es uno de los procesos que gobiernan la solubilidad y la bioasimilación de metales pesados. La toxicidad de los metales pesados se potencia en gran medida por su fuerte tendencia a formar complejos organometálicos, lo que facilita su solubilidad, disponibilidad y dispersión. La estabilidad de muchos de estos complejos frente a la degradación por los organismos del suelo es una causa muy importante de la persistencia de la toxicidad. Pero también la presencia de abundantes quelatos puede reducir la concentración de otros iones tóxicos en la solución del suelo.

La estabilidad de los complejos tiende a seguir la siguiente secuencia: $Cu > Fe > Mn = Co > Zn$. Respecto a la capacidad de cambio es función del contenido de arcilla y materia orgánica, fundamentalmente. En general cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El potencial de oxidación-reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido.

En general se considera que la movilidad de los metales pesados es muy baja, quedando acumulados en los primeros centímetros del suelo, siendo lixiviados a los horizontes subsuperficiales en muy pequeñas cantidades. Es por ello que la presencia de altas concentraciones en el horizonte superficial seguida de un drástico decrecimiento a los pocos centímetros de profundidad es un buen criterio de diagnóstico de contaminación antrópica.

METALES PESADOS EN PLANTAS

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, traslocar y acumular nutrientes, sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, traslocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos.

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen de: el movimiento de los metales desde la solución suelo a la raíz de la planta, el paso de los metales por las membranas de las células corticales de la raíz, el transporte de los metales desde las células corticales al xilema desde donde la solución con metales se transporta de la raíz a los tallos, y la posible movilización de los metales desde las hojas hacia tejidos de almacenamiento usados como alimento (semillas, tubérculos y frutos) por el floema. Después de la absorción por los vegetales los metales están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria.¹⁵

Otro mecanismo de ingreso de sustancias potencialmente tóxicas a las plantas, como los metales pesados, es mediante la absorción foliar. La disponibilidad a través de las hojas de algunos elementos traza provenientes de fuentes aéreas puede tener un impacto significativo en la contaminación de las plantas y también es de particular importancia en la aplicación de fertilizantes foliares.¹⁶

La capacidad de las plantas para bioacumular metales y otros posibles contaminantes varía según la especie vegetal y la naturaleza de los contaminantes. Los tallos de arveja (*pisum sativum*) acumulan más cadmio que plomo en suelos tratados con dosis crecientes de metales. Estas diferencias en la absorción de metales, puede ser atribuida a la capacidad de retención del metal por el suelo y a la interacción planta-raíz-metal. El comportamiento de la planta frente a los metales pesados depende de cada metal.¹⁷

¹⁵ Tomado de John y Leventhal, 1995).

¹⁶ Tomado de (Kabata – Pendias, 2000)

¹⁷ Tomado de <www2.sag.gob.cl/RecursosNaturales/criterios_calidad_suelos_agricolas/pdf

6.4.1. PLOMO

El plomo se encuentra en el ambiente en forma natural. Sin embargo, la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas. Los niveles ambientales de plomo han aumentado más de mil veces durante los tres últimos siglos como consecuencia de la actividad humana. El mayor incremento ocurrió entre los años 1950 y 2000 y reflejó el aumento del uso de gasolina con plomo en todo el mundo. El plomo puede entrar al ambiente a través de liberaciones desde minas de plomo y otros metales, y desde fábricas que manufacturan o usan plomo, aleaciones de plomo o compuestos de plomo. El plomo es liberado al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos. Antes de que se prohibiera el uso de gasolina con plomo, la mayor parte del plomo liberado al ambiente en EE. UU., provino del escape de automóviles. En el año 1979, los automóviles liberaron 94.6 millones de kilogramos (208.1 millones de libras) de plomo al aire en Estados Unidos. El año 1989, cuando se restringió el uso del plomo, los automóviles liberaron solamente 2.2 millones de kilogramos (4.8 millones de libras) al aire. Desde que la EPA prohibió el uso de gasolina con plomo para transporte por carretera el año 1996, la cantidad de plomo liberada al aire ha disminuido aun más. Antes del año 1950, el plomo se usó en plaguicidas que se aplicaron a huertos frutales. Una vez que el plomo entra a la atmósfera, puede viajar larga distancia si las partículas de plomo son muy pequeñas. El plomo es removido del aire por la lluvia y por partículas que caen al suelo o a aguas de superficie.¹⁸

Entre las fuentes de plomo en el polvo y la tierra se incluyen al plomo que cae al suelo desde el aire y el desgaste y desprendimiento de pedazos de pintura con plomo desde edificios, puentes y otras estructuras. Los rellenos sanitarios pueden contener desechos de minerales de plomo proveniente de la manufactura de municiones o de otras actividades industriales como por ejemplo la manufactura de baterías. La mala disposición de productos que contienen plomo contribuye a la cantidad de plomo en vertederos municipales. Los usos del plomo en el pasado, por ejemplo en la gasolina, son una de las causas principales de la presencia de plomo en el suelo, y de los niveles más elevados de plomo que se encuentran cerca de carreteras. La mayoría del plomo en el suelo en áreas urbanas descuidadas proviene de casas viejas con pintura con plomo y de material emitido por el escape de automóviles cuando la gasolina contenía plomo.¹⁹

Una vez que el plomo cae al suelo, se adhiere fuertemente a las partículas y permanece en la capa superior del suelo. Es por esta razón que los usos del plomo en el pasado, por ejemplo en la gasolina con plomo, y en pinturas y

¹⁸ Tomado de <http://www.epa.com> (2002)

¹⁹ Tomado de <http://www.uniplom.com/el-plomo-hechos-y-realidades>

plaguicidas han tenido un impacto tan importante en la cantidad de plomo que se encuentra en el suelo.

Pequeñas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos y arroyos cuando partículas del suelo son movilizadas por el agua de lluvia. Pequeñas cantidades de plomo provenientes de cañerías o de soldaduras de plomo pueden liberarse al agua cuando el agua es ácida o «blanda.» El plomo puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años. La movilización del plomo desde partículas en el suelo al agua subterránea es improbable a menos que la lluvia que cae al suelo sea ácida o «blanda.» La movilización del plomo en el suelo dependerá del tipo de sal de plomo y de las características físicas y químicas del suelo.

Entre las fuentes de plomo en el agua de superficie o en sedimentos están la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera, el agua residual de industrias que manejan plomo (principalmente las industrias de hierro y acero y las que manufacturan plomo), agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales.

Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y el agua. Sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado.

Los niveles de plomo pueden ser más altos en plantas y animales en áreas donde el aire, el agua o el suelo están contaminados con plomo. Si los animales comen plantas u otros animales contaminados, la mayor parte del plomo que consumen pasará a través del tubo digestivo y será eliminada en las heces.

La tasa de absorción depende de las propiedades de los suelos. Existe una gran afinidad con las sustancias húmicas. El valor pH juega un papel importante para la disponibilidad del plomo contenido en sus compuestos: cuanto más bajo el pH, tanto más alta es su desorción a la solución de suelo. Pero, puesto que el plomo es muy poco móvil (menos móvil que, por ejemplo, el cadmio) permanece en los horizontes superiores y no es asimilado en la misma medida que el cadmio por las plantas, por lo que los suelos resultan ser una importante trampa para los compuestos del plomo. Una contaminación adicional se produce cuando se distribuyen lodos de clarificación con contenido de plomo sobre las tierras de cultivo.

6.4.2. CADMIO (Cd)

El Cd pertenece al Grupo II de la Tabla Periódica y es sustituto de éste en forma de impureza en los minerales de Zn, por esto el Cd es un subproducto de las fundiciones de Zn y otros metales. El Cd también se presenta como sustituto del Ca en la apatita y la calcita, pudiendo aumentar sus impurezas en los fertilizantes fosfatados. El hecho que el Cd sea un metal pesado tóxico y Zn sea un elemento esencial hace que de esta asociación se puedan prevenir los posibles efectos tóxicos del Cd mediante un tratamiento preventivo con Zn (Das et al., 1998).

La concentración de Cd en cereales, papas y verduras no es alta al compararla con la que hay en otros productos alimenticios como las semillas de maravilla, linaza, riñones e hígado de mamíferos y el hepatopáncreas de los mariscos (Jorhem y Sundström, 1993).

Sin embargo, debido a que el consumo de cereales, papas y verduras es alto, el consumo total de Cd desde esas fuentes es considerable. Según la FAO y la OMS (1993), el valor límite sugerido para cereales y leguminosas de grano es de 0,1 mg kg⁻¹ de Cd. Se ha observado que las plantas de lechuga traslocan mucho más Cd a hojas y tallos que otros cultivos como ballica y pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) (Jarvis et al., 1976). Las hojas nuevas de lechuga y espinaca tienen mayor acumulación de Cd que las hojas viejas (McKenna et al., 1993). En plantas de tomate el Cd se trasloca fácilmente a las partes aéreas, sin embargo, en los frutos se encuentra a niveles no detectables (Moral et al., 1994).

En las plantas, los síntomas más generales de toxicidad por Cd son atrofia y clorosis. La clorosis puede aparecer debido a una interacción directa o indirecta con el Fe, el Zn, el P y el Mn. Altos contenidos de Cd en el medio de crecimiento inhiben la absorción de Fe en las plantas. Aun cuando los efectos del Cd varían a nivel de especie, e incluso varietal, en general el Cd interfiere en la absorción y transporte de varios elementos

El Cd es uno de los metales traza del suelo más solubles (Jansson, 2002) y peligrosos, debido a su alta movilidad y que en pequeñas concentraciones tiene efectos nocivos en las plantas. Es soluble en estados oxidados. Bajo condiciones de reducción precipita como sulfuro de cadmio, por ello, el contenido de Cd en arroz es mayor si el cultivo se establece en suelos no anegados. Aunque el arroz se cultiva generalmente en suelos mal drenados, no hay una relación directa entre la concentración de Cd en el suelo y el arroz cosechado (Chen, 2000).

6.4.3. CROMO (Cr)

El Cr puede presentarse en varios estados de valencia, los más comunes e importantes son: Cr metálico (valencia 0), Cr trivalente (Cr III) y Cr hexavalente (Cr VI). El Cr trivalente comúnmente está en la naturaleza y es un nutriente esencial para el ser humano ya que estimula la acción de la insulina en los tejidos. No se ha informado que el Cr como metal puro presente efectos tóxicos al ambiente o al ser humano. La toxicidad aguda y crónica por Cr es causada principalmente por los compuestos de Cr hexavalente (Cunat, 2002), siendo ésta la forma más disponible, pero inestable en el suelo, para la absorción por las plantas. No existe evidencia que el Cr sea un elemento esencial para el metabolismo de las plantas.

La mayoría de los suelos contienen cantidades significativas de Cr, pero su disponibilidad para las plantas es limitada. Los suelos ricos en los desechos de curtiembre tienen una concentración alta de Cr (III), sin embargo, el Cr (VI) es la forma más biodisponible (pero inestable) para las plantas en el suelo.

Los cambios de pH y los exudados radiculares pueden influenciar el estado de oxidación del Cr y con esto aumentar o disminuir la cantidad de Cr disponible para las plantas. El Cr (VI) aumenta su solubilidad en rangos de pH bajo 5,5 y sobre 8. Se observa que la reducción del Cr(VI), seguida de la complejación del recién formado Cr (III), en la zona radical, puede aumentar la absorción y traslocación de Cr en raíces y tallos de maíz (*Zea mays* L.). Los ácidos carboxílicos también incrementan la absorción de Cr en tomate y maíz.

En la figura 4 se muestra contenidos de cromo en plantas de consumo directo y en forraje. En las plantas generalmente se observa un contenido de cromo mayor en las raíces que en las hojas y tallos, mientras que la concentración más baja está en los granos.

Figura 4. Rango y contenido medio de Cr en plantas de consumo directo y forraje (Modificado de Kabata - Pendias, 2000).

País	Cultivo	Órgano	Contenido (mg kg ⁻¹ , base PS)
Finlandia	Pasto	Canopia	0,11-0,35
Polonia	Avena	Grano	0,55
	Trigo	Grano	0,2
	Centeno	Grano	0,16
	Trébol	Canopia	0,2 - 4,2
	Pasto	Canopia	0,6 - 3,1
U.S.A.	Trigo sarraceno	Semillas	0,03
	Trigo	Grano	0,014
	Papa	Tubérculo	0,021
	Porotos	Vainas	0,15
	Lechuga	Hojas	<1,5♣
	Cebolla	Bulbos	0,021
	Zanahoria	Raíz	<1,5♣
	Tomate	Fruto	0,074
	Manzana	Fruto	0,013
	Naranja	Fruto	0,029
Alfalfa	Canopia	0,10 - 0,91	

♣peso de cenizas

Fuente: <http://www.2sag.gob.cl/recursosnstrales/criterios-calidad-suelos-agricolas/pdf/6>

7. ZONA DE ESTUDIO

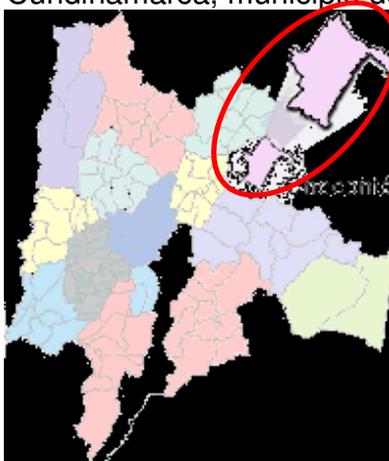
7.1. GENERALIDADES²⁰

Alcalde: Dr. HÉCTOR ARCENIO CAMELO LARA

El municipio de Chocontá es uno de los principales proveedores de alimentos para la sabana de Bogotá, su ubicación geográfica se encuentra en la parte norte del Departamento de Cundinamarca, como se observa en la figura 5.

Ubicación alcaldía:	Palacio Municipal
Teléfonos:	91-8562125 Fax 91-8561352
Horario atención:	de lunes a sábado
E-Mail:	choconta@cundinamarca.gov.co
Año de Fundación:	1573
Provincia de:	Almeidas
Altitud:	2655
Temperatura:	13°
Distancia a Bogotá:	75 (km)
Número de Habitantes:	17974
Día de Mercado:	viernes
Transporte:	Valle de Tenza, Aguila, Arizona

Figura 5. Departamento de Cundinamarca, municipio de Chocontá (Ver anexo A.)



Fuente: <http://www.cundinamarca.gov.co>

²⁰ Tomado de <http://www.choconta-cundinamarca.gov.co>

Reseña histórica:

La fundación de Chocontá, según documentos históricos se le atribuye al Zipa Nemequeme. Este aborigen chibcha tuvo fama de ser un gran jefe indio y un destacado legislador de las provincias. Desde su nacimiento Chocontá tuvo un significado de bondadoso y humanitario, pues cuentan que en idioma nativo quiere decir "labranza del aliado bueno o huerta del buen vecino". Debido a las permanentes disputas entre el Zaque de Tunja y el Zipa de Funza, lo que hoy es Chocontá en ese entonces resulto ser el punto de equilibrio entre estos dos reinos que para sus intercambios comerciales, olvidaron por un momento sus instintos guerreros, para comercializar en la noble villa de este municipio.

Inició su función como municipio en el sitio llamado Pueblo Viejo, de donde se trasladó al actual lugar a causa de un incendio.

Geografía

Descripción Física:

La cabecera municipal está situada a los 5° 09' de Latitud Norte y 73° 42' de Longitud Oeste, sobre una altura sobre el nivel del mar 2.655 m. y temperatura media 13°C.

Límites del municipio:

Limita por el Norte con los municipios de Lenguazaque y Villapinzón; al Occidente con Suesca; al Sur con Sesquilé y Machetá y; al Oriente con los municipios de Villapinzón, Tibirita y Machetá.

- ❖ Extensión total: El municipio tiene una extensión territorial de 301.1 Km²
- ❖ Extensión área urbana: 1.44 Km² (0.48%) corresponden al área urbana Km²
- ❖ Extensión área rural: 299.66 Km² (99.52%) al sector rural. Km²
- ❖ Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2655
- ❖ Temperatura media: 13° C
- ❖ Distancia de referencia: 75 Km

7.2 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

7.2.1. DEMOGRAFIA Y EDUCACIÓN

Desarrollo a escala humana (educación, vivienda, calidad de vida)

Este modelo responde en lo posible para el municipio de Chocontá de manera coherente a su tradición, como territorio predominantemente agropecuario con invaluable recursos naturales, buena oferta hídrica y escenarios de gran valor estético, que le podría proveer importantes ventajas y posibilidades para el desarrollo del ecoturismo, bajo la concepción de un municipio mayoritariamente verde, en marcado dentro de parámetros de desarrollo sostenible y en beneficio directo de su población.

Adicionalmente la tradición y relevancia histórica que ha tenido el municipio en la prestación de servicios educativos a las poblaciones de los intervalos local, regional y nacional, tanto por su buena cantidad de establecimientos como de infraestructura educativa y coadyuvados por el reciente impulso que se le viene dando a la educación superior dentro del municipio, permite pensar en un futuro cercano, al municipio de Chocontá como una Villa Educativa que provea a la población en edad escolar de los diferentes facilidades de alojamiento, alimentación, recreación y deporte, infraestructura facilidades logísticas y soporte tecnológico educativo de avanzada.

Población

Del total de la población rural inscrita, en cuanto a nivel de educación alcanzada se presenta que un 31% no ha asistido a establecimientos educativos, un 17% terminaron la educación básica primaria y ninguna persona la básica secundaria; siendo estos porcentajes similares para los dos sexos.

Las familias en un gran porcentaje (91%) viven en hogares individuales, mostrando que solo en un 8% habitan dos familias por vivienda y en un 1% tres.

De esta población se reporta que nadie asiste a establecimientos de educación preescolar, un 20% a escuela, colegio o universidad pública y un 80% no reciben ningún tipo de educación.

Principales colegios

- ❖ Colegio Departamental Rufino Cuervo.
- ❖ Colegio Nuestra Señora del Rosario.
- ❖ Escuela Familiar Agropecuaria Efa Altavista

❖ Colegio Agroindustrial Santiago de Chocontá

Dentro del aspecto ocupacional, un 21% pertenecen al grupo de empleado u obrero particular, un 5% son trabajadores independientes, un 1% trabajan con la familia sin remuneración y un 73% no trabajan. Igualmente, dentro de este grupo tan solo un 2% corresponde a productores agropecuarios.

Viviendas

Del total de 3.576 viviendas particulares censadas en el municipio por condición de ocupación, el 79.31% están ocupadas con personas presentes, el 10.43% con personas ausentes y un 10.26% de las viviendas se encuentran desocupadas; igualmente del total de viviendas censadas se tiene que el 28.02% pertenecen al área urbana del municipio y el restante 71.98% a su área rural.

7.2.2. ECONOMIA

Actividades Económicas

Sector Primario Actividades Agropecuarias

El 70 % de la población de Chocontá se dedica a las actividades agropecuarias, ocupando así el primer renglón de la economía del municipio.

El principal producto agrícola y de mayor área sembrada en el municipio de Chocontá, es el cultivo de papa con 850 Ha., su rendimiento se estima entre 15 y 20 toneladas por hectárea (120 – 160 cargas de 10 arrobas cada una), disminuye su producción especialmente durante las épocas en que se presentan las heladas y por la afectación de enfermedades y plagas. La principal enfermedad que ataca a este cultivo es la gota, producida por el hongo *Phytophthora infestans*; entre otras plagas se encuentran el gusano blanco (*Premnotrypes Borax*), la chiza (*Ancognata scaraboides*), las pulgillas (*Epitrix spp.*) y la palomilla guatemalteca de la papa.

Actualmente los agricultores de la zona disponen de variedades mejoradas altamente resistentes a la gota, que producen altos rendimientos y son de buena calidad; entre ellas se destacan las variedades Parda Pastusa, Diacol Monserrate, Diacol Guadalupe e Ica-Puracé. La variedad más utilizada en el municipio de Chocontá es la Parda Pastusa.

Las veredas del municipio donde se cultiva la mayor cantidad de papa son Hato Fiero, Guanguíta, Cruces, Tilatá, Soatama, Tejar y el sector de Suralá. La economía local presenta inestabilidad con respecto a este cultivo ya que depende de la fluctuación de los precios que ofrezca el mercado.

Otros cultivos de interés son los de leguminosas; el de alverja que se realiza especialmente en las veredas de Tilatá, Tablón, Hato Fiero, Pueblo Viejo y Capellanía, genera un rendimiento de 4 toneladas por hectárea; el cultivo de haba realizado en las veredas Mochila, Agua Caliente, Hato Fiero, Tablón y Capellanía con un mayor rendimiento de 8 toneladas por hectárea.

El cultivo de fresa con un rendimiento de 28.000 toneladas por hectárea es realizado en las veredas Retiro de Blancos, Tablón, Agua Caliente, Veracruz y Retiro de Indios.

La agricultura y la ganadería, que extienden sus territorios principalmente a las zonas de bosque andino y de páramo, destruyen en gran parte la vegetación nativa. Estas actividades impiden la función reguladora del sistema hídrico y favorece la erosión del suelo por encontrarse en zona de pendiente. Por otro lado limita el desarrollo de las especies vegetales nativas de zona y restringe el hábitat y la comida de las especies de fauna.

Las actividades agrícolas de la región atraviesan una crisis, ya que ha disminuido el área dedicada a estas labores y la oferta de agua, con el agravante que la producción de cereales tiende a desaparecer del panorama agrario, la involución de la actividad cerealera se relaciona con factores económicos de carácter regional, nacional e internacional y con los problemas fitosanitarios de los cultivos. A esto se le suma la disminución ostensible de población en los campos sabaneros, la cual ha migrado en busca de mejores ingresos y calidad de vida, ocupándose en la industria y en el sector terciario formal e informal y más tarde, en los cultivos de flores.

Por otro lado el cultivo de la papa ha sido confinado a los municipios más alejados de Bogotá o a los más quebrados pues, es allí, únicamente donde esta práctica agrícola puede competir con otras alternativas en su viabilidad económica.

Últimamente se ha incrementado también el asentamiento y producción de la industria de las flores que se ha difundido aceleradamente en la región, en el municipio hay un aprovechamiento de 7,7 Ha. para esta actividad. Esta difusión ha producido un gran impacto socio - espacial de características contradictorias, ya que junto al principal impacto positivo que es la generación de empleo directo, están los efectos negativos entre los que se encuentran:

- ❖ El aumento en la demanda de vivienda, ha originado el surgimiento de asentamientos subnormales precarios y el incremento de inquilinatos en la cabecera municipal.

- ❖ La gran presión sobre el recurso hídrico por el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes, los cuales tienen niveles altos de toxicidad capaces de matar, en pequeñas dosis ratas, conejos, peces y personas.
- ❖ La contaminación del ambiente de trabajo y los graves problemas de disociación familiar y cultural ocasionados por las propias condiciones laborales, en las que debe adaptarse una mano de obra de escasa calificación y con valores culturales previos muy diferentes.
- ❖ Otro problema menos grave, es la inadecuada disposición y utilización de los residuos vegetales que en algunas ocasiones se comercializan como forraje para el ganado, en cuyos tejidos se concentran los pesticidas, para luego hacer presencia en el producto cárnico y lácteos. En otras ocasiones se abandonan sobre el terreno convirtiéndose en patios de infección o infestación, tanto de enfermedades como de plagas incidentes nuevamente en los cultivos, lo que aumenta los costos de producción por los controles que se deben ejercer, al igual que se convierten en un problema ambiental por la contaminación de las fuentes hídricas, el suelo, el aire y la intoxicación continuada de los operarios.

Frente a las restricciones crecientes en términos de costos de los factores y disponibilidad de agua, los floricultores responden buscando áreas menos próximas a Bogotá; de tal forma que la expansión del cultivo en la década de los noventa se dirige principalmente a las subregiones Centro – Norte, Norte, Oriente, al territorio de los Almeidas, a la región del Guavio y al propio departamento de Boyacá.

En cuanto a superficie con cobertura en pastos, en 1990, el municipio contaba con una extensión equivalente a 28.300 Ha., mientras que en 1998 la extensión se redujo en aproximadamente un 20%, quedando 22.700 Ha. con esta cobertura; las variedades predominantes son Imperial con 3.000 Ha. de área cubierta, Kikuyo con 14.700 Ha. de área cubierta y Ray grass con 5.000 Ha. de área cubierta que representan el 76% del área municipal y el 2,06 % del área total del departamento.

El sector pecuario al igual que todos los sectores tiene tantos momentos óptimos como momentos mínimos pero es quizás el que más regularidad presenta si se tiene en cuenta el nivel económico de sus integrantes

7.2.3. SALUD

El municipio de Chocontá cuenta el Hospital Regional de primer nivel de atención “San Martín de Porres” fundado en 1910, localizado en la cabecera municipal sobre un área construida de 4.000 m², para atender la población tanto de la

jurisdicción como de los centros aledaños directamente o indirectamente, porque de él dependen los Puestos de Salud de Manta, Machetá, Villapinzón y Tibiritá.

Servicio Actual

La capacidad del Hospital es de 46 camas distribuidas en 61 cuartos, así:

- 6 médicas - hombres
- 3 media pensión hombres
- 4 quirúrgica media pensión mujeres
- 8 maternidad
- 3 pensión primera
- 8 pediátrías
- 3 pabellón quemados
- 6 médicas mujeres
- 3 tratamiento especial infecto para adultos

Urgencias:

Las salas con mayor actividad son las de maternidad y pediatría, le siguen las quirúrgicas para operaciones de tipo cesárea, vesicular y apéndice.

El servicio de salud del municipio cuenta con 101 empleados, discriminados en 86 de planta en el Hospital, 6 en el Puesto de Salud de Manta, 3 en el de Machetá, 4 en el de Villapinzón y 2 en el de Tibiritá. La relación de detallada se presenta en la Tabla 5.53.

Se cuenta en el Hospital con los siguientes servicios:

- ❖ Rayos X
- ❖ Laboratorio Clínico
- ❖ Odontología
- ❖ Farmacia
- ❖ Consulta Externa
- ❖ Jornadas de Vacunación
- ❖ Traumatólogos
- ❖ Oftalmólogos
- ❖ Consulta Especializada
- ❖ Ortopedia
- ❖ Cirugías
- ❖ Nutrición
- ❖ Ginecología
- ❖ Medicina Interna
- ❖ Terapia Física

7.2.4. SERVICIOS PUBLICOS

ABASTECIMIENTO: El Municipio de Chocontá cuenta con la zona de protección ambiental denominada “Cuchilla del Choque”, y Quebrada el Tejar de donde se abastece el acueducto del casco urbano. En las zonas rurales los acueductos veredales se abastecen de los diferentes nacederos y reservorios ubicados en sus respectivas veredas. Las redes de conducción del sector denominado el Choque hasta los tanques Municipales son de aproximadamente 7 Km. c/u, estas tuberías son en tubería PVC.

TRATAMIENTO: El tratamiento que se realiza al agua que surte el casco urbano comienza en la planta de tratamiento Municipal, la cual se encuentra ubicada en la parte oriental del Municipio. Allí mediante tratamiento con químicos se realiza la purificación de la misma. Mediante plan maestro de acueducto y alcantarillado la planta de tratamiento Municipal estará en proceso de mejoramiento y actualización.

DISTRIBUCIÓN: Mediante el proyecto denominado Plan Maestro de Acueducto Y alcantarillado del Municipio de Chocontá, se plantea el desarrollo de nuevas redes de distribución hacia el sector sur-oriental del Municipio, además se restauraran las redes existentes y se cambiaran de asbesto cemento por PVC.

En el caso de disposición de aguas servidas, el proyecto en mención plantea el cambio de redes urbanas para separar las aguas lluvias de las aguas negras, además plantea el aumento de la cobertura de redes hacia la parte norte del Municipio, en los sectores que en este momento no cuentan con este servicio.

Se plantea la construcción de otro tramo de la red “paralela” la cual recibe todas las aguas servidas y las conduce a las lagunas de oxidación ubicadas en la parte suroccidental del casco urbano.

ASEO Y RECOLECCION DE BASURAS: En este aspecto el Municipio viene adelantando el proyecto de Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos con alcance regional, en conjunto con la CAR, el cual se ubicaría luego de realizados los estudios técnicos que demuestren su viabilidad, en un predio de la Vereda Chinatá con una extensión de 107 Hectáreas.

Las áreas de afectación para infraestructura de servicios públicos son las requeridas para las ampliaciones y/o complementación de las redes y equipamiento anexo, afectarán a los inmuebles públicos y privados para los procesos de urbanización y construcción. Dichas afectaciones serán consignadas en detalle al plano oficial por la Secretaria de Planeación Municipal.

Se entienden los servicios públicos como el complemento indispensable de la lotificación. Toda urbanización o parcelación deberá estar provista por lo menos de: Acueducto, alcantarillado, energía eléctrica teléfonos. Por lo tanto al urbanizador le compete la construcción de las redes las instalaciones complementarias, inherentes al globo de terreno que vaya a desarrollar, sin detrimento de que los urbanizadores coadyuven a la solución de las redes principales del sistema.

La empresa responsable, cada una, exigirá el cumplimiento de las normas técnicas existentes, ejercerá la supervisión recibirá a satisfacción a título gratuito, las redes construidas.

En consideración a lo anterior las normas básicas, para cada uno de los cinco servicios, serán las que se indican a continuación:

La Administración Municipal en asocio con la CAR en el corto plazo, asesorará a las Juntas de Acción Comunal, Juntas Administradoras de los Acueductos Veredales (redes de conducción de agua cruda), para que realicen los estudios correspondientes para la transformación en verdaderas Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios rurales regionales.

. Manejo de aguas residuales residuos sólidos en el sector rural:

Ante la inexistencia de sistemas de evacuación, conducción tratamiento de aguas residuales en el sector rural, todos los proyectos de vivienda de explotaciones agropecuarias, deberán dar solución al manejo de las aguas residuales de acuerdo a los términos de Referencia que establezca la Autoridad Ambiental para cada uno de los usos o explotaciones agropecuarias.

La Secretaria de Planeación exigirá como requisito para la aprobación del respectivo proyecto un Estudio de Impacto Ambiental el cual deberá contener como mínimo lo siguiente:

1. Captación disposición de aguas
2. Disposición de residuos sólidos
3. Disposición de residuos líquidos (aguas industriales aguas domesticas por separado)
4. Grado de intervención sobre el paisaje

En el caso de parcelaciones para vivienda campestre parques industriales, en cada caso de acuerdo a las circunstancias, se expedirán disposiciones particulares, que garanticen un servicio eficiente. Se deberá dar previo cumplimiento a los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental.

La Administración Municipal en asocio con la autoridad ambiental, adelantarán programas de saneamiento básico en el sector rural. Encaminados a dar solución al manejo de aguas residuales de manejo de residuos sólidos.

Planta de Tratamiento:

Es de tipo Pulsator Convencional Compacta con una capacidad de 30 litros por segundo y consta de:

- ❖ Mezcla rápida y sifón
- ❖ Floculación – Decantación acelerada de tipo compacto y de operación hidráulica
- ❖ Batería de tres filtros auto lavables compactos
- ❖ Bombas dosificadoras de operación eléctrica para cloro y sulfato
- ❖ Aforador de caudal tipo vertedero rectangular
- ❖ Tiempo de funcionamiento 4 años
- ❖ Anexa a la Planta se encuentran construidas las instalaciones de laboratorio, depósito y cuarto de celaduría
- ❖ Tipo de tratamiento: mezcla rápida, floculación, sedimentación, decantación, filtración y desinfección
- ❖ Insumos químicos utilizados para la desinfección y coagulación: Hipoclorito de Sodio granulado y Sulfato de Aluminio tipo B

Procesos en la Planta de Tratamiento:

Floculación y Decantación. Se realiza en un decantador floculador acelerado mediante pulsaciones hidráulicas, el cual ayuda a obtener una mezcla eficaz de los reactivos

Filtración: La filtración es realizada en una batería de tres filtros verticales cilíndricos de arena autolavables a presión con transferencia por gravedad con un diámetro de 2 m. x 1 m.

Desinfección: Se hace por intermedio de bombas dosificadoras de hipoclorito de sodio líquido

Foto 5 y 6. Planta de tratamiento de agua potable Municipio de Chocontá



Fuente: Delgadillo L.

Almacenamiento: Se cuenta con 5 tanques de almacenamiento en concreto simple, con necesidad de mantenimiento por problemas de filtración y reposición de válvulas de salida y lavado, discriminados así:

- ❖ Un tanque en la planta con capacidad de 350 m³
- ❖ Dos tanques llamados “Carnicerías” con capacidad de 175 m³ cada uno
- ❖ Dos tanques del acueducto antiguo de capacidad 250 m³ cada uno.

Precloración: Se inyecta el hipoclorito de sodio líquido en el tanque a la llegada del agua cruda para ayudar a eliminar bacterias

Coagulación: Se inyecta sulfato de aluminio tipo B, el cual cumple la función de acumular lodos en los bolsillos de extracción de los mismos.

Postcoloración: Se inyecta hipoclorito de sodio en la salida de los filtros para eliminar toda clase de bacterias y obtener un residual para mayor potabilización del agua para consumo humano

Al realizar el anterior tratamiento se obtienen los siguientes resultados:

- Un pH entre 6.8 y 8.0, dependiendo de la calidad y dosificación de los reactivos químicos

- Un cloro residual que varía entre 0.6 y 2.5 dependiendo del caudal y el residual en los domicilios, el cual no debe bajar de 0.6 en las partes más distantes de la red de distribución

Los análisis físico – químicos y bacteriológicos de la calidad del agua los adelanta en la actualidad la Unidad de Saneamiento del Hospital San Martín de Porres; el análisis de estos parámetros se presenta en el ítem Calidad del Agua.

A partir del mes de Julio de 1998 se cambio el hipoclorito de sodio por HTH (hipoclorito granulado), el cual cuenta con una mayor concentración, favorece el proceso de desinfección y facilita para la manipulación del producto.

De acuerdo a lo evidenciado en la visita de campo realizada por el grupo de A.G.S. Ltda., en la planta de tratamiento no se está llevando a cabo el proceso completo de tratamiento de agua, únicamente se realiza desinfección.

SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Carencia de sistemas de tratamiento de agua potable en el área rural ❖ Irregularidad en la prestación del servicio de abastecimiento ❖ Mal estado de las redes de abastecimiento y las estructuras de captación ❖ Baja cobertura del servicio de acueducto ❖ Falta de identificación de las potenciales fuentes de abastecimiento de agua potable que permitan el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de redes de acueducto que garanticen el servicio a la población que carece de él. ❖ Déficit de obras de saneamiento básico en el área rural ❖ Carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales e industriales en el área rural ❖ Deficiencia en la capacidad y mal estado de las redes de alcantarillado del área urbana ❖ Existencia de redes combinadas de aguas lluvias y aguas residuales en el área urbana ❖ Dificultad para conectar las redes de alcantarillado existentes a las urbanizaciones subnormales 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Adelanto del Estudio “Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Chocontá” ❖ Existencia de la infraestructura para el tratamiento de agua potable para el área urbana ❖ Haber alcanzado una cobertura del 85% en la instalación de micromedición para los suscriptores del servicio de acueducto y alcantarillado en el área urbana ❖ Adelanto del Estudio “Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Chocontá” ❖ Existencia de la plantas de tratamiento de aguas residuales (lagunas facultativas) construidas por la CAR para el área urbana y programas de saneamiento básico (unidades sanitarias y pozos sépticos) en la zona rural

8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

8.1. IDENTIFICACION DE LAS FUENTES CONTAMINANTES

El diagnostico ambiental del suelo de la cuenca alta del río Bogotá a nivel de Chocontá comprende el análisis tanto de la información primaria obtenida de la fase de observación y evaluación de la situación actual, del medio ambiente y de los recursos naturales, como de la información secundaria adquirida en el transcurso de la investigación, sobre anteriores estudios realizados en el sitio, geología, climatología aspectos socioeconómicos, flora y fauna.

La fase de observación y evaluación de la situación actual del suelo de la zona fue obtenida a través de visitas al municipio, análisis de laboratorio de cuatro puntos de muestreo ubicado en el predio Hacienda Casablanca que riega sus pastos con agua del río Bogotá, revisiones bibliográficas en centros de investigación, universidades, y otras referencias, de tal manera que permitieran elaborar el siguiente diagnostico.

Las zonas de Villapinzón y Chocontá se han considerado como áreas rurales de deterioro ambiental, principalmente por: vertimientos de las curtiembres, explotación nociva de los recursos naturales sobre explotación del suelo con monocultivos, crecimiento desordenado del perímetro urbano, destrucción de bosques andinos, el abuso de los agroquímicos y la contaminación especialmente del suelo y del agua.

La identificación de las fuentes aportantes de contaminación nos abre un camino para poder trabajar sobre los principales problemas que afectan a esta comunidad perteneciente a la cuenca alta del río Bogotá.

8.2. METODOLOGIA DE CAMPO

La zonificación se refiere a la separación espacial de una región e sus zonas o áreas componentes consideradas a partir de un criterio de homogeneidad, a diferentes niveles de detalle y desde una perspectiva integral, con el fin de optimizar su utilización de acuerdo con sus condiciones naturales y sociales específicas. (Rodríguez Mojica, 2003)

Esta zonificación permite una aproximación al conocimiento de la realidad geográfica, facilitando la identificación y caracterización de áreas con potencialidades o limitaciones que requieren del establecimiento de programas de desarrollo, conservación, o cambios en las actividades relacionadas con los tipos

de uso del suelo, principalmente en zonas donde la relación hombre-ambiente ha traído impactos benéficos y en la mayoría de los casos impactos adversos generando conflictos socioeconómicos y ambientales.

8.2.1. PRECISION DEL AREA DE ESTUDIO

Para la zona de estudio se escogió la zonificación Ecológica, la cual era la que más se ajustaba al tipo de modelo estadístico seguido para la prueba piloto y consiste en un proceso de sectorización de un área compleja, en unidades relativamente homogéneas, estructuradas jerárquicamente y caracterizadas con respecto a factores físicos (clima, suelos, formas de la tierra, etc.), biológicos (vegetación, fauna, etc.), y socioeconómicos (recursos de valor económico, la presencia del hombre y sus actividades) y su evaluación con relación a su potencial de uso sostenible para algunos fines específicos. (MINAMBIENTE – IGAC, 2000).

Para la realización de la prueba piloto, se escogió la Hacienda Casablanca, la cual se encuentra ubicada antes de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio (ver figura 6); y como característica fundamental, la atraviesa el río Bogotá de norte a sur, como se puede apreciar en la figura 7.

Figura 6. Ubicación Hacienda Casablanca en el municipio de Chocontá



Fuente: Cartografía IGAC HOJA Nº. 209-II-C-4

Figura 7. Detalle Ubicación Hacienda Casablanca



Fuente: Cartografía IGAC HOJA Nº. 209-II-C-4

Esta hacienda tiene una extensión de 80 fanegadas equivalentes a 51,2 hectáreas. Se escogió debido a la homogeneidad de su terreno, porque es atravesada por el cauce del río Bogotá como se puede observar en la figura 7 y el motivo más importante es el de la utilización de agua para el riego de sus terrenos a ambos lados de la finca; gracias a esta característica cumple con uno de los objetivos específicos planteados en este proyecto y que son de gran utilidad para la realización de la prueba piloto con las especies vegetales arveja, haba y pasto ray grass.

La cartografía del municipio de Chocontá se encuentra en el anexo B de este documento, en el cual se observa la ubicación de la hacienda dentro del municipio y su cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales.

8.2.2. SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

Para los puntos de muestreo, se escogieron cuatro hectáreas en este predio, cumpliendo las siguientes características:

- ❖ Suelo regado con agua del río Bogotá.

- ❖ Homogeneidad por tipo de suelo.
- ❖ Homogeneidad del relieve.
- ❖ Homogeneidad de la vegetación dominante.
- ❖ Homogeneidad en el manejo.
- ❖ Distancia al río Bogotá de 100 metros.
- ❖ Distancia de 500 metros entre puntos de muestreo.
- ❖ Cercanía a la PTAR del municipio.

No se tomaron muestras cerca de cortes de camino o carreteras, zonas de rellenos, construcciones, botaderos de basura, cercas, galpones o zonas de alimentación de ganado.

Se evitó tomar las muestras en periodos muy lluviosos, inmediatamente después de un aguacero de gran intensidad o en periodos de sequía prolongados, tampoco después de haber aplicado fertilizantes o enmiendas al suelo.

8.2.3. RECOLECCION Y PRESERVACION DE LAS MUESTRAS

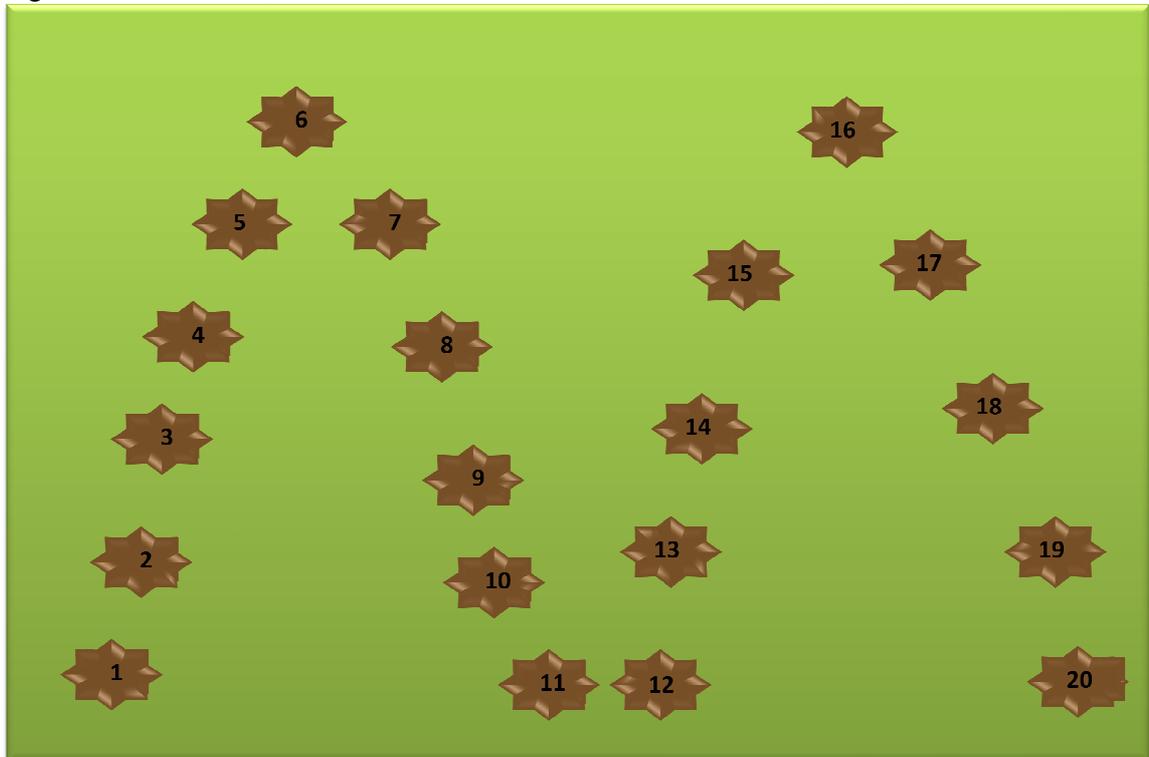
Un análisis de suelo confiable y representativo se fundamenta en la toma de una muestra compuesta, la cual debe estar constituida de varias porciones o submuestras obtenidas en diferentes sitios del lote homogéneo.²¹

Para el terreno de la Hacienda Casablanca, y según lo recomendado por el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, se tomaron cuatro muestras de una hectárea cada una, como representativas de las 51,2 hectáreas de la propiedad y siguiendo las características nombradas anteriormente; puesto que según este laboratorio, para los terrenos planos se recomienda una muestra por cada 10 hectáreas y siguiendo con la metodología experimental estas fueron tomadas completamente al azar.

Cada muestra se constituyó por 20 submuestras de 20 cm x 20 cm; estas se tomaron en zigzag, cubriendo toda la hectárea. Como se puede observar en la figura 8. Para cada submuestra, se despejó el sitio donde se tomó la muestra de manera que no quedara material vegetal que pudiera afectar el resultado. El muestreo se hizo a 20 cm de profundidad, a la tajada de suelo se le retiró el sobrante de los lados aproximadamente de 3 cm y luego se procedió a depositar la parte central de la tajada en un balde de plástico limpio; después de tener las 20 submuestras en el balde, este se depositó sobre un plástico y se mezcló hasta obtener un suelo homogéneo.(Ver anexo C).

²¹ Tomado del folleto del laboratorio de aguas y suelos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia.

Figura 8. Detalle Ubicación submuestras.



Fuente: Camacho y Robles

La preservación de las muestras para los análisis de metales pesados, empieza por depositar 500 gramos de la muestra bien homogenizada en una bolsa plástica gruesa tipo ziploc, utilizando todos los implementos limpios y sellándola, tratando de que quede sin aire para después cubrirla con papel aluminio y refrigerándola para evitar que los metales reaccionen con la luz solar.

8.3. IMPACTOS MÁS NOTORIOS DE LA INTERACCION HOMBRE-AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE CHOCONTÁ

Los impactos más importantes en la interacción hombre-ambiente en el municipio de Chocontá son los siguientes:

1. La necesidad de regar los cultivos y pastos con aguas del río Bogotá al no tener otra fuente de abastecimiento con mejor calidad y más cercana en el tramo Villapinzón Chocontá.
2. La contaminación del suelo por el abuso de agroquímicos por parte de los agricultores sin tener el conocimiento suficiente y necesario para aplicar las

cantidades correctas y la disposición adecuada de las bolsas y envases en los que se vende el producto.

3. Sobre explotación del suelo

4. Eliminación de la cobertura vegetal natural por causa del crecimiento desordenado del perímetro urbano y eliminación de la cobertura vegetal nativa para cultivar.

8.3.1. RIEGO DE CULTIVOS Y PASTOS CON EL RÍO BOGOTÁ EN EL TRAMO VILLAPINZÓN, CHOCONTÁ

Desde el momento en el que se implementó el curtido del cuero con cromo en Colombia, en 1960, la tecnología de las curtiembres ha evolucionado en producción y en calidad de las prendas y utensilios de cuero, pero en los vertimientos, es muy poco lo que se ha hecho desde esta época; el curtidor no ve rentable la depuración de las aguas negras producidas en el proceso, por el contrario lo ven como un gasto completamente innecesario.

La falta de interés por parte de las autoridades policivas también es la causante de este problema que afecta a todo el municipio, la legislación ha sido bastante permisiva, y no ha tomado medidas correctivas definitivas a este problema.

Todos estos hechos, son los que convierten al río Bogotá en el sitio de disposición final de todos los vertimientos no solo de las curtiembres sino de las cargas contaminantes domésticas de Villapinzón y Chocontá.

Una parte importante de la economía de Chocontá depende de la agricultura. Respecto al riego de los cultivos existen dos puntos fundamentales; el primero es que el agua debe tener una fuente de buena calidad, y el segundo debe estar ubicada espacialmente de tal manera que los costos de producción no se incrementen. El río Bogotá solo tiene el segundo beneficio, por esto que los agricultores se ven obligados a tomar el agua de éste para regar pastos y cultivos.

8.3.2. EMPLEO DE AGROQUÍMICOS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

Desde la revolución verde, y el impulso del gobierno por los agroquímicos se han utilizado sin mirar sus consecuencias a largo plazo, en algunos casos luego de ser utilizados por largos periodos de tiempo se han prohibido como es el caso de PARATHION, PARACUAT, DDT, LINDANO, 2.4.5T, PENTACLOROFENOL, (AUDITORIA GENERAL DE LA REPÚBLICA 2004) los dos primeros actualmente son comercializados, bajo otro nombre.

Otro punto muy cuestionable de los agroquímicos y en especial de los plaguicidas especialmente, es el hecho de que las plagas evolucionan y a través del tiempo se hacen más resistentes a las dosis recomendadas por el productor, por esto el agricultor para controlarlas aplica una mayor cantidad a la recomendada, esto conlleva a acabar con la plaga por ese momento pero este exceso es perjudicial tanto para el suelo como para las plantas y cosechas que se recogerán posteriormente.

Las maquinas de fumigación en algunos casos no se encuentran en las mejores condiciones, debido a esto la aspersion no se hace de forma uniforme, goteando y dejando excesos en el suelo.

Otro aporte de residuos tóxicos proveniente de la actividad agropecuaria es el manejo y disposición de los empaques y residuos de agroquímicos (funguicidas, fertilizantes y abono principalmente). Dentro de las prácticas agropecuarias en la aplicación de los productos mencionados, los usuarios toman directamente el agua de las fuentes hídricas para su preparación, posteriormente, efectúan el lavado de recipientes y utensilios en ellas produciendo la alteración de sus aguas.

8.3.3. FALTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

La rotación de cultivos es una práctica que es vista por los agricultores como poco productiva, pues en algunos casos las plantas que se deben sembrar son las de más baja rentabilidad, o las que en ese momento en el mercado se encuentran a menor precio, por este motivo no es una práctica que tenga mucha acogida; debido al desconocimiento de los problemas que el monocultivo puede causar, no ven las ventajas que a largo plazo les va a presentar la rotación de cultivos.

Aunque a este punto no se ha visto tanto como un impacto ambiental nocivo, sino como un medio de rentabilidad sostenible de la agricultura; el monocultivo contribuye a la erosión del suelo, a la proliferación de plagas, debido a que tiene la posibilidad de evolucionar al tener siempre las mismas plantas, contribuye al empobrecimiento nutricional del suelo debido a que el cultivo siempre va a tomar el mismo nutriente y no va a tener la posibilidad de recuperarse.

8.3.4. ELIMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL NATIVA

El uso no moderado del suelo por parte del agricultor para el desarrollo de actividades de explotación, es una de las principales causas que alteran la capa vegetal. Es provocada por los habitantes del sector rural de Chocontá; se origina por la necesidad de mantener sus ingresos económicos, adecuando los terrenos para la producción de los principales cultivos agrícolas (papa, fresa, arveja, pastos

y haba). Generando con estos, cambios bruscos en el suelo, la tala de árboles nativos, y erosión.

El largo período de uso dado al tractor, maquinaria agrícola empleada para los cultivos de papa, fresa, arveja, pastos y haba, sobre los terrenos de la zona, conlleva al desarrollo de los siguientes impactos:

- ❖ La tierra en donde se cultiva estará pobre de nutrientes en la medida que dicha actividad se desarrolle intensamente.
- ❖ El volteamiento de los suelos hace que los microorganismos que se encontraban en el subsuelo perezcan, interrumpiendo la evolución normal.

El afán de expansión por el desarrollo agrícola, ha alcanzado las demás áreas de la zona, afectando la ladera del río, donde no es posible encontrar algún tipo de vegetación propia del municipio, por el contrario es utilizada por el agricultor para el pastoreo y abrevadero de bovinos.

En cuanto a la tala de árboles se ejecuta con los siguientes fines:

- ❖ Para ser distribuidos al sector industrial, como materia prima para la elaboración de muebles, construcciones e instrumentos musicales.
- ❖ La obtención del instrumento empleado como fuente de energía térmica, para estufas de carbón vegetal.

Por otro lado debido al continuo crecimiento de la zona urbana, y a la ampliación de la carretera Bogotá - Sogamoso, los habitantes, están convirtiendo las zonas que anteriormente eran utilizadas para el cultivo de pancoger, como lotes para la construcción, o creación de talleres, depósitos de comida, que no tiene ningún tipo de manejo, planeación, o distribución geográfica ordenada.

8.3.4.1. Efectos debido a la eliminación de la cobertura vegetal nativa.

La erosión de los suelos es uno de los efectos generados por la alteración de la cobertura vegetal protectora y por el largo período de uso al suelo, que conducen a la infertilidad en ellos.

Otro efecto importante y que afecta las características del suelo, es la alteración en los nutrientes que sirven para alimentar las plantas, tales como: El nitrógeno que sirve para el crecimiento y aumento del contenido proteínico, el fósforo acelera la maduración y es indispensable para la formación de semillas y potasio: proporciona la resistencia a las enfermedades que afectan a las plantaciones. En definitiva el uso del suelo no acorde con su aptitud induce al deterioro de las características físicas y químicas de este, la cual es una de las prácticas presentes en el municipio de Chocontá.

Al provocar sobre la cobertura vegetal, los impactos de deforestación, compactación y pisoteo de ganado en los terrenos por el desarrollo de la actividad ganadera que se está desarrollando en la parte alta de la cuenca, encaminan a presenciar otro fenómeno evidente en la zona de estudio, denominado escurrimiento de los suelos. Dicho fenómeno es un proceso que comienza con pequeñas formaciones de cárcavas (hoyos en el suelo por las crecidas de agua), para convertirse posteriormente, en deslizamientos de suelo.

En el municipio de Chocontá, sobre las quebradas y en algunos predios, se evidenció la presencia de pinos y eucaliptos que están ocasionando un daño al sistema hídrico. Estas especies exóticas, no funcionan adecuadamente en las cuencas como vegetación protectora, pues el consumo de agua es excesivo debido que estos árboles evolucionaron en otras latitudes donde se presentan estaciones. Debido a la elevada transpiración que realizan, ayudan al desecamiento y empobrecimiento del suelo.

8.3.5. IMPACTOS EN MENOR GRADO A OTROS COMPONENTES AMBIENTALES

Del componente atmosférico, la calidad del aire en esta zona de estudio, no se observó que estuviera afectada críticamente. No se comprobó esta calidad por medio de mediciones. Aunque existen fuentes móviles y que la carretera es paralela al río, la modificación al recurso aire en este sector no es impactante como se observa río abajo debido a industrias como Termozipa; estos impactos solo fueron identificados de forma visual.

Del componente biosférico, la presencia de la fauna en el sector se limita a la ganadería, a aves de corral que se tienen en fincas, ovejas, en cuanto a la fauna nativa no es atacada por el agricultor.

8.4. CALIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para realizar la cuantificación de los impactos ambientales se empleó el método de la calificación ecológica que considera en forma cuantitativa las consecuencias de los impactos ambientales empleando una ecuación que maneja criterios como son: presencia (Pr), desarrollo (De), magnitud (Ma) y duración, las cuales se evalúan cualitativa y cuantitativamente. Igualmente a y b son constantes con valores de (0,3 y 0,7) y el signo (+ y -) califica los impactos según sean considerados beneficiosos o perjudiciales para el hombre y el ambiente:

$$CE = \pm [Pr * (a * De * M + ab * Du)]$$

Para esta calificación, la presencia manifiesta la probabilidad que el impacto pueda ocurrir; el desarrollo, identifica la velocidad de presencia del impacto desde que se inicia hasta que se hace presente con todas sus consecuencias; la magnitud califica el tamaño de cambio ambiental producido sobre un indicador ambiental y la duración califica el periodo de existencia del impacto y sus consecuencias desde que se manifiesta; los rangos y valores de calificación se encuentran en el anexo D.

8.4.1. FICHA DE EVALUACION No 1

Actividad impactante: Riego de cultivos y pastos con vertimientos del río Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá.

Impacto: deterioro en la calidad de producción de cultivos, erosión del suelo. Metales pesados en los alimentos

Descripción: La falta de recurso hídrico de buena calidad en la ladera del río y específicamente en el sector de Chocontá, obliga a los agricultores a regar sus pastos y cultivos con los vertimientos producidos aguas arriba por las curtiembres de Villapinzón y las aguas residuales de las zonas urbanas aledañas. Esto conlleva a que la calidad del producto de las cosechas sea regular, que el tiempo de vida útil de las plantas disminuya y su productividad se vea seriamente disminuida.

Por otra parte la calidad de los suelos por el mal manejo a través del tiempo ha hecho que sea necesario irrigar con estos vertimientos de forma continua, esto debido al cultivo y la sobre explotación del suelo, erosionándolo lentamente. En la tabla 2 se cuantifican los impactos ambientales según la calificación ecológica.

Tabla 2. Cuantificación del impacto por el riego de cultivos y pastos con Vertimientos del río en el tramo Villapinzón Chocontá.

	DETERIORO EN LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS	EROSIÓN DEL SUELO	METALES PESADOS EN LOS ALIMENTOS
Pr	0,9	0,9	0,3
De	0,3	0,5	0,6
Du	9	9	9
Ma	0,3	8	5
A	0,3	0,3	0,3
B	0,7	0,7	0,7
C.E.	-5.69	-6,75	-6.48
Rango	MEDIO	MEDIO	MEDIO

Fuente: Gamacho y Robles

En cuanto al deterioro en la producción de los cultivos no se ve gravemente afectada, pues la disminución en la productividad no llega a ser tan grave, como

si lo es en cuanto a los metales pesados que son absorbidos por las hortalizas y que son vendidos al público sin ningún control.

La contribución de la erosión por parte de los vertimientos es media; como ya se mencionó considerando que anteriormente este no es el único factor que contribuye con este impacto ambiental nocivo.

8.4.2. FICHA DE EVALUACION No 2

Actividad impactante: Empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas

Impacto: contaminación del agua y del suelo.

Descripción: En el desarrollo de las actividades agropecuarias se requiere de fertilizantes químicos que aceleren la productividad del suelo y suplan algunos nutrientes que no se encuentran de forma natural, también se requiere de fungicidas que eliminen plagas o enfermedades que invadan a los cultivos; el abuso de estos, hace que los residuos queden en la biosfera; afectando futuras cosechas y perjudicando al suelo de forma permanente; todos estos factores se cuantifican en la tabla 3; además de esto, la falta de información sobre la disposición de los envases y bolsas en los que se venden los agroquímicos hace que este contamine las aguas en época de invierno.

Tabla 3. Cuantificación del impacto por el empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas

	CONTAMINACION DE SUELOS	CONTAMINACION DE FUENTES HIDRICAS
Pr	0,9	0,9
De	0,5	0,6
Du	7	9
Ma	8	8
A	0,3	0,3
B	0,7	0,7
C.E.	-5,49	-6.9
Rango	MEDIO	ALTO

Fuente: Camacho y Robles

Mediante esta metodología para la calificación de impactos, se estimó que de la actividad agrícola, con el empleo de agroquímicos genera mayor afectación al componente hidrosférico, alterando las características físicas químicas del suelo y de las quebradas pertenecientes al municipio de Chocontá.

No obstante, el efecto que tiene el mal uso y disposición de los residuos de los agroquímicos en el componente litosférico, también es evidente en su calificación negativa aunque éste en un rango medio de aceptación. Además, por la acumulación que éste presenta en el suelo cuando se hace con una cantidad mayor a la recomendada.

8.4.3. FICHA DE EVALUACION No 3

Actividad impactante: Falta de rotación de cultivos

Impactos: Incremento de plagas y malezas, falta de nutrientes al suelo.

Descripción: Existen diversos tipos de cultivos que se pueden rotar de forma periódica, el problema es que el campesino solo tiene en cuenta la rentabilidad de la cosecha mas no los nutrientes que esta adsorberá y el estado en el que quedara después del cultivo. Para poder cuantificar el impacto tanto en cuanto a plagas y malezas y falta de nutriente al suelo, en la tabla 4

Tabla 4. Cuantificación del impacto por la falta de rotación de cultivos

	Incremento en plagas y malezas	Falta de nutrientes al suelo
Pr	0,8	1
De	0,3	0,4
Du	7	10
Ma	7	9
A	0,3	0,3
B	0,7	0,7
C.E.	-4,97	-7,72
RANGO	MEDIO	ALTO

Fuente: Camacho y Robles

El incremento en plagas y malezas tiene un impacto medio, esto es debido a que el control de estas es relativamente fácil, con la aplicación de agroquímicos es posible mantenerlos controlados.

En cuanto a la falta de nutrientes al suelo el problema es muchísimo más grave pues en algunos casos la recuperación del suelo es costosa y requiere que permanezca en largos periodos de latencia para poder recuperar los índices normales de un suelo fértil en cuanto a nitrógeno, fosforo potasio calcio magnesio y nutrientes menores.

8.4.4. FICHA DE EVALUACION No 4

Actividad impactante: Alteración de la cobertura vegetal nativa

Impactos: desecamiento de fuentes hídricas, deforestación de Bosque nativo, siembra de especies foráneas

Descripción: En este momento y debido al aumento en el precio comercial del suelo el agricultor aprovecha las pocas zonas de bosque nativo alterando de forma indebida la cobertura vegetal y generando desecamiento de las fuentes hídricas.

Muy pocos agricultores conocen de la existencia de semillas específicamente para las condiciones climáticas y de altura para el sitio, estas son más productivas y más rentables, pero por la falta de concomitamiento se siembran especies que no dan todo su potencial. Por otro lado en algunas zonas es posible observar siembra de eucaliptos y pinos que se usan para obtener madera o para alindar predios.

Tabla 5. Cuantificación del impacto por la alteración de la cobertura vegetal nativa

	Desecamiento de las fuentes hídricas	Deforestación del bosque nativo	Siembra de especies foráneas
Pr	0,6	0,6	0,8
De	0,2	0,8	0,8
Du	5	6	6
Ma	7	8	8
A	0,3	0,3	0,3
B	0,7	0,7	0,7
C.E.	-3,52	-5.50	-5,51
Rango	BAJO	MEDIO	MEDIO

Fuente: Camacho y Robles

El conjunto de estos tres impactos debido al cultivo intensivo del suelo es grave e irreversible puesto que una vez que se halla desecado una fuente hídrica es casi imposible recuperarla. Como se observa en la tabla 5 el impacto del desecamiento de las aguas es bajo pero unido a los otros impactos se convierte en un problema ambiental importante a largo plazo

8.4.5. SINTESIS DE LA CALIFICACION DE IMPACTOS

En la tabla 6 se encuentra de manera resumida todas las fichas realizadas identificando los principales impactos ambientales presentados, como la falta de rotación de cultivos y el empleo indiscriminado de agroquímicos en cultivos agrícolas.

Tabla 6. Resumen calificación y cuantificación de impactos ambientales

ACTIVIDAD IMPACTANTE	IMPACTO	CALIFICACION ECOLOGICA	RANGO
Falta de rotación de cultivos	Falta de nutrientes al suelo	-7,72	Alto
Empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas	Contaminación de fuentes hídricas	-6.9	Alto
Riego de cultivos y pastos con vertimientos del rio Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá	Erosión del suelo	-6,75	Medio
Riego de cultivos y pastos con vertimientos el rio Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá	Metales pesados en los alimentos	-6.48	Medio
Riego de cultivos y pastos con vertimientos del rio Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá	Deterioro en la calidad de producción de cultivos	-5.69	Medio
Alteración de la cobertura vegetal	Siembra de especies foráneas	-5,51	Medio
Alteración de la cobertura vegetal	Deforestación del bosque nativo	-5.50	Medio
Empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas	Contaminación de suelos	-5,49	Medio
Falta de rotación de cultivos	Incremento en plagas y malezas	-4,97	medio
Alteración de la cobertura vegetal	Desecamiento de las fuentes hídricas	-3,52	Bajo

Fuente: Camacho y Robles

8.4.6. ACCIONES PROPUESTAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS

El manejo ambiental, está conformado por el conjunto de estrategias, programas y proyectos, necesarios para prevenir, mitigar y compensar los impactos generados por las actividades y acciones del hombre, identificados en la evaluación de impactos.

8.4.6.1. Riego de cultivos y pastos con vertimientos del rio Bogotá en el tramo Villapinzón, Chocontá

Respecto a este punto es conveniente introducir la medida de los costos ambientales con mayor rigidez y cumplimiento, específicamente sobre aquellas acciones enfocadas en el aprovechamiento insostenible de los recursos naturales; como es el caso de las curtiembres y las fabricas informales que descargan sus vertimientos en el Rio Bogotá. Se deben realizar muestreos estrictos, propiciando el cumplimiento de las normas actuales.

Es necesario que los municipios canalicen sus aguas residuales, industriales y domesticas, separándolas y construyendo una planta de tratamiento para cada tipo de vertimiento y no utilizando al rio como el alcantarillado Municipal. Para este caso, Villapinzón y Chocontá son privilegiados. Puesto que son los primeros en contaminar y no dependen de otros municipios para poder recuperar el rio.

La medida anteriormente mencionada puede tardar muchos años; mientras esto es ejecutado es necesario informar al agricultor del daño irreversible que está realizando al regar sus cultivos con esta agua, de esta forma es posible que busque otra fuente de abastecimiento, aunque esta sea más costosa. De la misma manera se debe informar sobre la disminución de la producción de los cultivos. Y las posibles trazas de metales pesados en algunas hortalizas que pueden generar enfermedades crónicas incurables.

8.4.6.2. Empleo de agroquímicos en los cultivos agrícolas

El uso de los agroquímicos ha disminuido pues actualmente, los agricultores están utilizando en forma paralela el abono orgánico y los agroquímicos. Se debe continuar incentivando este tipo de abono hasta eliminar la dependencia que existe actualmente por los agroquímicos.

Sin embargo, no todos los abonos orgánicos son menos tóxicos que los químicos, para lo cual se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos con la respectiva licencia, ya que se ha observado en la composición de algunos fertilizantes no legalizados, productos más tóxicos que los que contienen los fertilizantes

químicos, esto se debe a que los extraen de rellenos sanitarios o composteras que no cumplen con las normas de salubridad. Para ello, el ICA vela por el control de los centros de distribución de fertilizantes que no ofrezcan estos abonos tóxicos.

Además, falta Instruir a los agricultores en la correcta disposición de los residuos sólidos y líquidos de los agroquímicos empleados en la actividad agropecuaria y concientizarlos del perjuicio que ocasiona con la acción del lavado de los recipientes sobre las aguas, produciendo la alteración en las condiciones de calidad del recurso hídrico. Otro punto importante es el adecuado manejo y dosificación de los agroquímicos que deben ser técnicamente correctos para cada situación de siembra. El encargado de esta labor debe ser el expendio de agroquímicos, pues el agricultor siempre pide el asesoramiento del vendedor de los productos, siempre y cuando este capacitado.

Para que estos puntos de distribución de agroquímicos expliquen de forma correcta la utilización del agroquímico, la alcaldía y demás entes responsables deben estar vigilando y actualizando a los trabajadores.

8.4.6.3. Falta de rotación de cultivos

Es evidente que la economía de los habitantes que conforman la zona de estudio, se encuentra centralizada en el desarrollo de la actividad agropecuaria y ganadera; por lo tanto, requieren del aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, presionan sobre los recursos agua, suelo, bosque y páramo, causando deterioro y pérdida de productividad.

Una de las formas más sostenibles de cultivar de forma intensiva es rotando los cultivos lo cual se, recomienda para aprovechar de forma eficiente el agua del suelo, esta puede incluirse, una leguminosa que mantenga un nivel alto de nitrógeno, por ejemplo frijol o arveja, un cultivo de raíces profundas para obtener nutrientes del suelo y proteger la permeabilidad; y por último el cultivo de pastos y praderas para aumentar el nivel de materia orgánica.

Adicional a rotar se deben incorporar abonos verdes y aplicación de cal. Esto garantizara una vida útil mayor a la esperada en la explotación del suelo de forma convencional.

8.4.6.4. Alteración de la cobertura vegetal nativa

Como medida de compensación al impacto ocasionado por la alteración de la cobertura vegetal, se debe implementar la práctica de la reforestación de las

zonas afectadas. Se debe empezar por las rondas de ríos y quebradas, que en este momento son utilizadas como abrevaderos.

Reemplazar de forma gradual a eucaliptos y pinos extranjeros por arboles nativos como: alisos para silvopastoril, mimbre, saúco, amargoso y tibar, que son los más utilizados en represas y rondas de río. El material vegetal tiene que estar dotado de nutrientes que le permitan un buen desarrollo. Es importante que el tallo de la planta esté lo suficientemente leñoso, es decir que obtenga la dureza y consistencia adecuada antes de ser plantado en el terreno, ya que las condiciones a que va estar expuesto (heladas, vientos y condiciones climáticas) pueden alterar su desarrollo.

Es necesario incluir a los propietarios de los predios para que conserven y aprecien estos árboles y no los vean como maleza.

8.5. ANALISIS GLOBAL

Dentro de toda la revisión bibliográfica se ha venido observando la amplia problemática ambiental presentada en la cuenca alta del río Bogotá, en su gran mayoría en cuestión de vertimientos de aguas residuales industriales, vertimientos de aguas residuales domesticas, presencia de residuos sólidos en su cauce, el deterioro de los suelos, la sobreexplotación y el uso masivo de agroquímicos.

Debido a todo esto, la calidad de los recursos naturales ha venido presentando un deterioro que aparte de afectar el medio ambiente, afecta también la calidad de vida de las personas que habitan en la cercanía de este río, y en menor impacto a las personas lejanas, sin dejar de ser una problemática que trasciende fronteras, tanto económicas como ecológicas, pues esto afecta el mundo entero.

Todo apunta a que desde el siglo pasado se han identificado problemáticas sin darle respuesta apropiada por parte de las autoridades ambientales y por parte de los municipios que afectan de manera irreversible el cauce de este río. La falta de conciencia ambiental y la falta de cooperación de la mayoría de empresas no formales, han aumentado el problema a tal punto que hoy este precioso recurso no se debe utilizar para casi nada.

Uno de los principales usos que se le da al las aguas de río Bogotá en la mayoría de sus tramos, en especial del de Villapinzón Chocontá, es el de riego de cultivos, pues para los agricultores resulta más fácil y económico utilizar parte del cauce de este río, que pagar por agua potable para regar los cultivos, o dejar de contaminarlo con vertimientos de aguas industriales, domesticas, residuos sólidos.

En el municipio de Chocontá esto no deja de ser una cruda realidad a diario, pues no hay un control adecuado a los aportantes de contaminantes al río por parte de las autoridades ambientales. La solución más viable que decidió tomar la alcaldía fue sacar el ACUERDO No. 018 de Septiembre 30 de 2008 por medio del cual se revisa y modifica el acuerdo 003 de 2002 “por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial municipal, se clasifican y determinan los usos del suelo”, y se dictan otras disposiciones, acuerdo que según la alcaldía ya entro en rigor, pero como la mayoría de las leyes de este país, es un saludo más a la bandera; pues al realizar la identificación del municipio y dialogar con bastantes agricultores de la ronda hidráulica, ellos comentaron que lo más económico era alquilar una motobomba y sacar el agua del río para regar sus cultivos. Aparte informaron que utilizan bastantes agroquímicos especialmente para los cultivos de papa; igualmente que estos mismos agroquímicos los utilizan para los demás cultivos, dentro de los que destacaron los de arveja, haba y pasto.

Una de las principales observaciones encontradas dentro de la revisión bibliográfica, y que la mayoría de agricultores de la zona desconocen, es que al regar los cultivos con aguas del río Bogotá, estos bioacumulan contaminantes que después los termina ingiriendo la comunidad; pues la mayoría de cultivos, especialmente hortalizas bioacumulan contaminantes como metales pesados en sus raíces y de ahí se transportan a sus tallos, hojas y frutos, dando como resultado una planta contaminada, y cultivos ineficientes con bajos rendimientos (Orlando Vargas Zarate 1995).

Por estas razones este trabajo pretende dar un valor agregado al diagnóstico, al presentar una prueba piloto de bioacumulación de contaminantes por tres especies vegetales Arveja, Haba y Pasto Ray Grass. En esta prueba se analizaron cuatro muestras de suelos para comprobar su contaminación con los metales pesados escogidos teóricamente los cuales fueron Plomo, Cadmio y Cromo; de los resultados se escogió el suelo cuyos niveles de contaminantes de metales pesados Plomo, Cadmio y Cromo estuvieran más altos, y de ahí se partió a la siembra de las semillas de las especies vegetales Arveja, Haba y Pasto Ray Grass.

8.5.1. ANALISIS FISICOQUIMICOS SUELO DE ESTUDIO

Estos análisis se realizaron con el fin de identificar todos los parámetros fisicoquímicos que se encontraban en las muestras de suelo, necesarios para garantizar que las muestras se habían tomado de forma correcta además para determinar su influencia en la bioacumulación de contaminantes como los metales pesados Plomo, Cadmio y Cromo.

Del reporte de análisis del suelo emitido por la Universidad Nacional y mostrado en el anexo E, figura 27; muestra 1. Se deduce que el suelo no tiene problemas importantes de acidez, informa que el nitrógeno se encuentra entre medio y alto al igual que la materia orgánica, en 5.9% indica que es un suelo fértil. La textura está entre media y pesada.

La figura No 28 que se muestra en el anexo E corresponde a la muestra No 2 enseña una posible fertilización debido al alto nivel de fósforo (63.3 mg/Kg); la materia orgánica es alta y el contenido de nitrógeno está entre bajo y medio. La textura de este suelo es un poco más pesada que la anterior y el porcentaje de materia orgánica es de 5,2%.

En cuanto a la muestra 3 (ver figura 29) que se encuentra en el anexo E posee una textura pesada, con el paso de agua restringido. El porcentaje de M.O. es de 8,13. Se lava menos, tiene una aceptable capacidad de intercambio y elementos menores. Posee buena fertilidad.

El porcentaje de saturación de aluminio es baja para que se afecte el cultivo, en este suelo; no debe haber problemas de fertilidad ni de absorción de otros elementos por las plantas.

Los resultados de la última muestra la cual se encuentra la figura 30 del anexo E, muestra un nivel de materia orgánica de 3,06%, inferior a las demás, la textura de este suelo es franco arcillosa, la capacidad de intercambio es medio, el aluminio es cero, el fósforo es alto.

En la tabla 7, se encuentran los datos más relevantes de estos resultados de laboratorio, sin embargo en el anexo E se pueden encontrar de forma específica todos los resultados en cuanto a los nutrientes menores.

Tabla 7. Compilación de resultados

Numero de Muestra	pH	Textura	CIC	CICE	AI	MO	CO	N
			Meq/100g			%		
1	5,7	FArA	26,9	21,3	0,00	5,9	3,45	0,30
2	5,2	FArA	22,6	18,3	0,37	5,2	3,05	0,26
3	5,0	FArA	29,4	18,1	0,81	8,13	4,72	0,41
4	6,7	FA	16,0	20,5	0,00	3,06	1,79	0,15

Fuente: Camacho y Robles

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

CICE: Capacidad de intercambio catiónico Efectiva

N: Nitrógeno total

MO: porcentaje de materia orgánica ($CO \cdot 1.724$)

CO: Carbono orgánico oxidable

AI: Acides Intercambiable

Según estos resultados, el suelo escogido para la realización de la prueba piloto fue el de la muestra cuatro, debido a que presenta las mejores condiciones para el desarrollo de las especies vegetales Arveja, Haba y Pasto Ray Grass, un pH neutro con tendencia a ser ácido para nuestro caso (6,7), garantiza la disponibilidad e nutrientes para las plantas y la absorción de contaminantes como los metales pesados, pues la mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, excepto As, Mo, Se y Cr, los cuales tienden a estar más disponibles a pH alcalino.

8.5.2. ANALISIS DE CONTAMINANTES SUELO DE ESTUDIO

Como complemento a los análisis anteriores, otros análisis específicos de metales pesados nos dieron el horizonte a seguir para determinar cual muestra de suelo sería utilizada para la prueba piloto. Según los análisis de los metales pesados Plomo, Cadmio y Cromo (ver anexo E), el suelo que presentó un mayor contenido de contaminantes fue el de la muestra cuatro, como se evidencia en la tabla 8 que recopila los resultados suministrados. De esta manera, se corrobora la elección de la muestra en los análisis fisicoquímicos y se procedió a la realización de la prueba piloto de bioacumulación de metales pesados Plomo y Cromo debido a que estos dos contaminantes son los que están en mayor concentración en esta muestra, para sembrar semillas de Arveja, Haba y Pasto Ray Grass.

Tabla 8. Resultados de contaminantes

Numero de Muestras	Cadmio	Cromo	Plomo
	Mg/ kg		
1	0,6	3,7	2,5
2	0,5	2,4	1,2
3	0,4	6,2	3,7
4	0,2	11	3,7

Fuente Camacho y Robles

Para observar los métodos realizados según la EPA, y demás características de la medición como incertidumbre y limite de detección del equipo ver anexo E.

Estos resultados indican que aunque las concentraciones halladas no son críticas y no superan las normas de la EPA (Environmental Protection Agency), si adquieren significancia, puesto que paulatinamente están contribuyendo a la contaminación de los suelos.

Por otra parte, los suelos que han sido irrigados por varios años con aguas contaminadas con Plomo, pueden llegar a producir una redistribución del elemento, pasando a las fracciones inmediata y fácilmente móviles, con lo cual su biodisponibilidad se hace mayor y por lo tanto se puede aumentar la absorción del plomo por cultivos (Siebe 1994).

González y Mejía (1994), también encontraron en algunas hortalizas (acelga y apio), cultivadas en la sabana de Bogotá, específicamente en la cuenca baja del río Bogotá e irrigadas con aguas del mismo, concentraciones de Cadmio de 1,12-2,66 mg/kg y 0,76-1,72 mg/kg respectivamente, que reflejan absorción de contaminantes, que entrarían a la cadena trófica del ser humano, produciendo enfermedades a largo plazo.

Todos estos estudios ayudaron a seleccionar para la prueba piloto, escogiendo la muestra No 4 para realizar las siembras de pasto haba y arveja, realizando unas mediciones concretas de bioacumulación con estos resultados y generar soluciones enfocadas al saneamiento ambiental cumpliendo con los objetivos planteados inicialmente en este proyecto.

8.5.3. RESULTADOS PRUEBA PILOTO

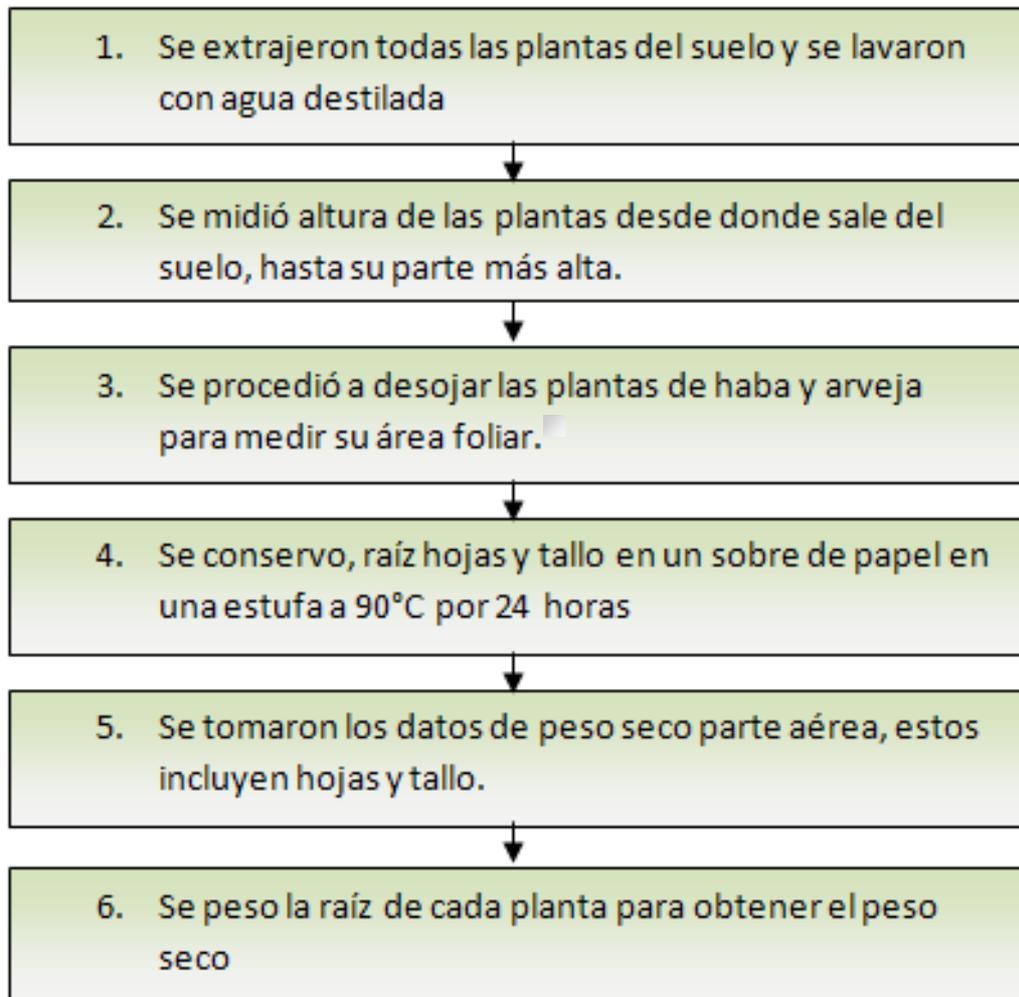
El procedimiento para realizar los análisis físicos de las plantas (figura 9), se llevaron a cabo en los laboratorios de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

La metodología utilizada para los análisis químicos (figura 10), se tomó a partir del método EPA 3050, (medición de metales pesados en suelos).

Todos estos procedimientos se hicieron con cuidado de no contaminar las muestras para no alterar los resultados finales, utilizando EPP, y lavando todos los materiales con agua, jabón y agua destilada al final.

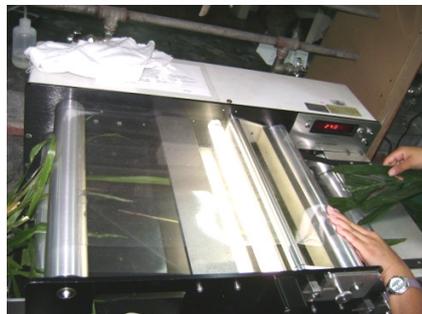
El equipo, para realizar la medición del área foliar (foto 7), en donde se colocan las hojas y éste arroja la medida en centímetros cuadrados de la sombra que las hojas hacen.

Figura 9. Análisis físicos de las plantas



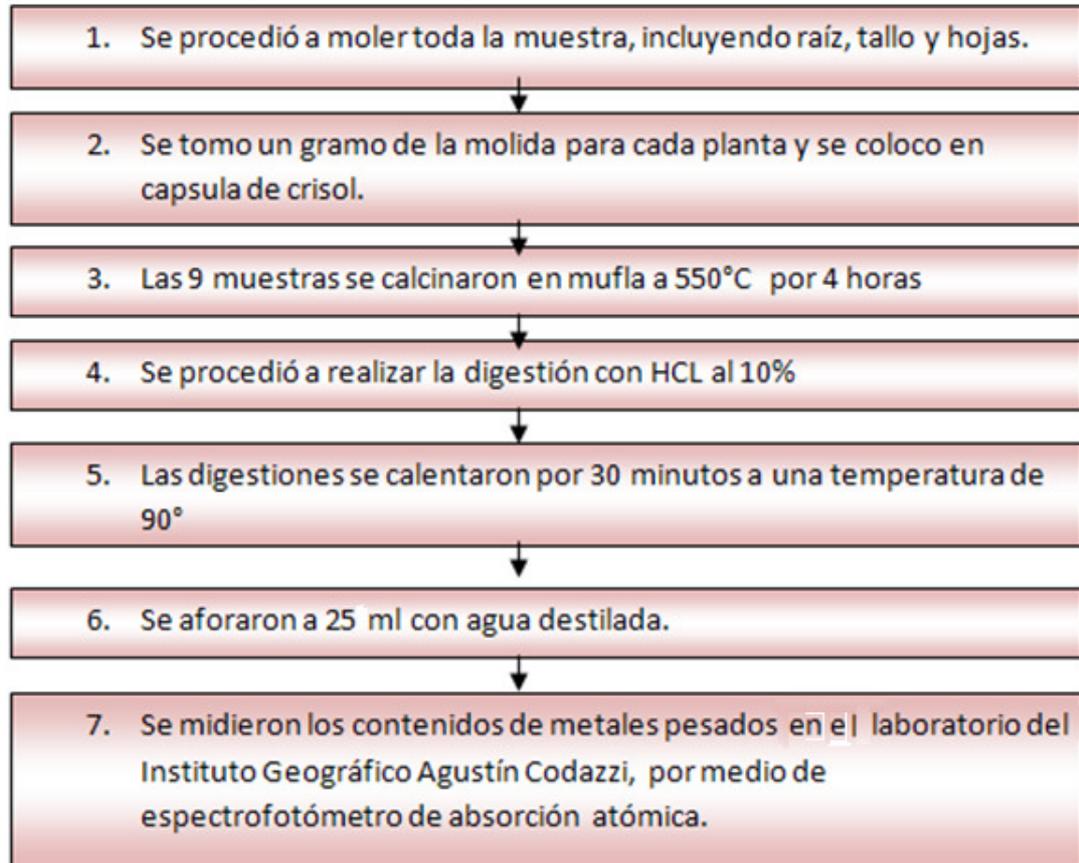
Fuente: Camacho y Robles

Foto 7. Medidor de área foliar



Fuente: Camacho y Robles

Figura 10. Análisis químicos de las plantas



Fuente: Camacho y Robles

Para la realización de la prueba piloto se sembraron tres plantas de cada especie: Haba, Pasto Ray Grass y arveja; estas plantas crecieron por un tiempo de 45 días en los que se mantuvieron bajo condiciones de clima, humedad, luz solar, temperatura uniformes.

La recopilación de los datos obtenidos en el laboratorio se encuentran en la tabla 9 donde se muestran los parámetros: área foliar, peso seco parte aérea, altura de la planta peso seco raíz y las concentraciones de cromo y plomo de cada planta en partes por millón.

Tabla 9. Resultados finales de la prueba piloto

PLANTA	REPETICIONES	METAL PESADO	MEDICION (PPM)	PARAMETROS FISICOS	MEDICION	UNIDADES
ARVEJA	1	CROMO	1,47	Altura de Planta	41,5	cm
				Área Foliar	211,85	cm ²
		PLOMO	3,015	Peso seco Parte aérea	0,59	gr
				Peso seco raíz	0,53	gr
	2	CROMO	3,276	Altura de Planta	46	cm
				Área Foliar	202,01	cm ²
		PLOMO	3,761	Peso seco Parte aérea	0,14	gr
				Peso seco raíz	0,21	gr
	3	CROMO	1,649	Altura de Planta	53,5	cm
				Área Foliar	108,46	cm ²
		PLOMO	3,523	Peso seco Parte aérea	0,62	gr
				Peso seco raíz	0,47	gr
HABA	1	CROMO	2,219	Altura de Planta	42	cm
				Área Foliar	208,25	cm ²
		PLOMO	1,332	Peso seco Parte aérea	0,55	gr
				Peso seco raíz	1,19	gr
	2	CROMO	2,195	Altura de Planta	38	cm
				Área Foliar	156,15	cm ²
		PLOMO	0,649	Peso seco Parte aérea	0,48	gr
				Peso seco raíz	0,92	gr
	3	CROMO	1,815	Altura de Planta	39	cm
				Área Foliar	191,27	cm ²
		PLOMO	2,014	Peso seco Parte aérea	0,59	gr
				Peso seco raíz	1,11	gr

Continuación...

PLANTA	REPETICIONES	METAL PESADO	MEDICION (PPM)	PARAMETROS FISICOS	MEDICION	UNIDADES
PASTO RG	1	CROMO	1,44	Altura de Planta	12,5	cm
				Área Foliar	--	cm ²
		PLOMO	0,968	Peso seco Parte aérea	0,37	gr
				Peso seco raíz	0,88	gr
	2	CROMO	1,174	Altura de Planta	12	cm
				Área Foliar	--	cm ²
		PLOMO	1,449	Peso seco Parte aérea	0,4	gr
				Peso seco raíz	1,1	gr
	3	CROMO	1,525	Altura de Planta	11	cm
				Área Foliar	--	cm ²
		PLOMO	1,275	Peso seco Parte aérea	0,41	gr
				Peso seco raíz	0,94	gr

Fuente: Camacho y Robles

8.5.3.1. ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados para el análisis arrojaron los promedios y desviaciones estándar que se observan en la tabla 10.

La arveja fue la planta que mostró una concentración más elevada tanto de plomo como de cromo, esto es evidente en la tabla 10. Este resultado muestra un factor muy importante desde el punto de vista investigativo puesto que este es uno de los alimentos principales de la comunidad y toda la población en general.

Tabla 10. Desviación estándar y promedio de haba, pasto Ray Grass y arveja para las tres repeticiones

PLANTA	CROMO		PLOMO	
	Promedio (PPM)	Desviación estándar	Promedio (PPM)	Desviación estándar
Arveja	2,13	0,99	3,43	0,38
Haba	2,08	0,23	1,33	0,68
Pasto RG	1,38	0,18	1,23	0,24

Fuente: Camacho y Robles

Las variaciones que se presentan entre las tres repeticiones, pueden deberse a factores como el raleo, la posición de la planta en el sitio de la prueba piloto,

corrientes de aire contaminadas y demás factores que pueden incidir de forma aleatoria en las plantas. Aunque existan estas variaciones no son significativas para esta prueba piloto, pues es posible con estas tres repeticiones demostrar que todas las plantas bioacumularon plomo y cromo, en cantidades similares; y con estas poder dar cumplimiento a uno de los objetivos específicos de este proyecto.

8.5.3.2. CORRELACIONES ENTRE LA MEDICION DE LOS METALES PESADOS Y LAS CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS.

En las tablas 11 y 12 se observa las correlaciones entre la concentración de cromo y el área foliar, peso seco de raíz, altura, y peso seco parte aérea.

Tabla 11: Correlación de las concentraciones de cromo contra los parámetros físicos de la planta.

Resultados creados		01-JUN-2009 21:34:46
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\TESIS_FERNANDO\datos finales.sav
	Filtro	metal=1 (FILTER)
	Peso	<ninguna>
	Segmentar archivo	<ninguna>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	9
Manipulación de los valores perdidos	Definición de valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos para cada par de variables se basan en todos los casos que tengan datos válidos para dicho par.
	Casos utilizados	
Sintaxis		CORRELATIONS /VARIABLES=Medicion Altura_plan area_foliar ps_partearea ps_raiz /PRINT=TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE .
Recursos	Tiempo transcurrido	0:00:00,11

Fuente: Camacho y Robles

Tabla 12: Correlación de las concentraciones de cromo contra los parámetros físicos de la planta.

		Medición	Altura	Área foliar	P. s. parte área	P. s. raíz
Medición	Correlación de Pearson	1	0,552	0,614	-0,532	-0,458
	Sig. (bilateral)		0,123	0,079	0,141	0,215
	N	9	9	9	9	9

Fuente: Camacho y Robles

Para realizar esta correlación se tuvieron en cuenta las 9 repeticiones; de esta se puede analizar qué: presenta una mayor correlación entre la altura de la planta y el área foliar contra la concentración de cromo; mostrando valores 0,552 y 0,614 lo que indicaría que es directamente proporcional la concentración de cromo al tamaño del área foliar y a la altura de la planta. De igual forma, se puede interpretar que con la raíz no ocurre lo mismo pues esta presenta un valor inverso (-0,458), lo que indicaría que la bioacumulación se vería mas reflejada tanto en tallos y hojas y no en la raíz.

A continuación, se presenta la correlación entre todos los parámetros físicos evaluados contra la concentración de plomo (tablas 13 y 14).

Tabla 13: Correlación de las concentraciones de plomo contra los parámetros físicos de la planta.

Resultados creados		01-JUN-2009 21:35:15
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\TESIS_FERNANDO\datos finales.sav
	Filtro	metal=2 (FILTER)
	Peso	<ninguna>
	Segmentar archivo	<ninguna>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	9
Manipulación de los valores perdidos	Definición de valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada par de variables se basan en todos los casos que tengan datos válidos para dicho par.
Sintaxis		CORRELATIONS /VARIABLES=Medicion Altura_plan area_foliar ps_partearea ps_raiz /PRINT=TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE .
Recursos	Tiempo transcurrido	0:00:00,04

Fuente: Camacho y Robles

Tabla 14: Correlación de las concentraciones de plomo contra los parámetros físicos de la planta.

		Medición	Altura planta	Área foliar	P. s. parte área	P. s. raíz
Medición	Correlación de Pearson	1	0,654	0,444	-0,079	-0,833
	Sig. (bilateral)		0,056	,231	0,839	0,005
	N	9	9	9	9	9

Fuente: Camacho y Robles

Al igual que la correlación anterior se tuvieron en cuenta las 9 repeticiones; al analizar este cuadro se observan las mismas tendencias del plomo, que a mayor concentración del plomo mayor altura de la planta y a mayor área foliar. En este metal pesado es mayor la relación inversa entre la concentración y el peso seco de la raíz mostrando un valor de (-0.833), es decir que, el cromo se bioacumula de mayor forma en hojas y tallos presentando un comportamiento similar al de Cromo.

Se realizó por medio de la correlación de Pearson puesto que muestra de forma más evidente, los impactos directamente proporcionales, o inversos que puede tener la planta frente a las concentraciones de los metales

8.5.3.3. MEDICIÓN DE ANOVA Y TUKEY PARA OBSERVAR SI EL COMPORTAMIENTO DEL CROMO AFECTA DE FORMA SIMILAR A LAS TRES PLANTAS O SI POR EL CONTRARIO SE BIOACUMULA DE FORMA ESPECÍFICA A ALGÚN TIPO.

Es necesario identificar si el cromo se bioacumula de igual forma en los tres tipos de plantas o si por el contrario ataca de forma específica a alguna clase. Para esto fue necesario correr la prueba de Tukey (tabla 20) y de esta forma identificar cuál de estas plantas bioacumula mayores concentraciones de metal pesado.

Tabla 15. Prueba de Tukey

Resultados creados		01-JUN-2009 21:38:21
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\TESIS_FERNANDO\datos finales.sav
	Filtro	metal=1 (FILTER)
	Peso	<ninguna>
	Segmentar archivo	<ninguna>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	9
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY Medicion BY PLANTA /MISSING ANALYSIS /POSTHOC = TUKEY ALPHA(.05).
Recursos	Tiempo transcurrido	0:00:00,54

Fuente: Camacho y Robles

Tabla 16. Anova para las tres plantas con cromo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,054	2	0,527	1,471	0,302
Intra-grupos	2,150	6	0,358		
Total	3,204	8			

Fuente: Camacho y Robles

Variable dependiente: Medición
HSD de Tukey

Como se observa en las tablas 17 y 18 Tanto en la Anova como en Tukey se puede afirmar que el cromo afecta de forma similar los tres tipos de plantas puesto que el nivel de significancia que muestra es de (0,302) y en Tukey los valores se encuentran alrededor de 0,993 y 0,34. Para poder mencionar que el valor dá significancia debe estar por debajo de 0,05 y este no es el caso de esta prueba en

plomo; luego se aprueba la hipótesis de que el cromo se bioacumula de forma similar en pasto Ray Grass Haba y Arveja.

Tabla 17. Comparaciones múltiples (tukey)

(I) PLANTA	(J) PLANTA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza de un 95%	
					Límite Inferior	Límite superior
1	2	0,05514	0,488782	0,993	-1,44458	1,55486
	3	0,751982	0,488782	0,34	-0,74773	2,2517
2	1	-0,05514	0,488782	0,993	-1,55486	1,44458
	3	0,696842	0,488782	0,387	-0,80287	2,19656
3	1	-0,751982	0,488782	0,34	-2,2517	0,74773
	2	-0,696842	0,488782	0,387	-2,19656	0,80287

Fuente: Camacho y Robles

Subconjuntos homogéneos (tabla 18).

Tabla 18. HSD de Tukey

PLANTA	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	1,37966
2	3	2,07650
1	3	2,13164
Sig.		0,340

Fuente: Camacho y Robles

8.5.3.4. MEDICIÓN DE ANOVA PARA OBSERVAR SI EL COMPORTAMIENTO DEL PLOMO AFECTA DE FORMA SIMILAR A LAS TRES PLANTAS O SI POR EL CONTRARIO SE BIOACUMULA ESPECIFICA A ALGÚN TIPO.

Al igual que el cromo es necesario evaluar si el plomo se bioacumula de forma similar en los tres tipos de plantas o solo en una en particular, para realizar esta medición se corrió la prueba de Tukey (tablas 19 y 20 y 21).

Tabla 19. Datos entrada

Resultados creados		01-JUN-2009 21:40:13
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\TESIS_FERNANDO\datos finales.sav
	Filtro	metal=2 (FILTER)
	Peso	<ninguna>
	Segmentar archivo	<ninguna>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	9
Tratamiento de los valores perdidos	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
Sintaxis		ONEWAY Medicion BY PLANTA /MISSING ANALYSIS /POSTHOC = TUKEY ALPHA(.05).
Recursos	Tiempo transcurrido	0:00:00,39

Fuente: Camacho y Robles

Tabla 20. Prueba de Anova para las tres plantas el plomo

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,277	2	4,638	20,760	0,002
Intra-grupos	1,341	6	,223		
Total	10,617	8			

Fuente: Camacho y Robles

COMPARACIONES MÚLTIPLES (TUKEY)

Variable dependiente: Medicion

Tabla 21. Prueba de Tukey

(I) PLANTA	(J) PLANTA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Limite Inferior	Limite superior
1	2	2,101566	0,385945	0,004	0,91738	3,28575
	3	2,202276	0,385945	0,003	1,01809	3,38646
2	1	-2,101566	0,385945	0,004	-3,28575	-0,91738
	3	0,10071	0,385945	0,963	-1,08347	1,28489
3	1	-2,202276	0,385945	0,003	-3,38646	-1,01809
	2	-0,10071	0,385945	0,963	-1,28489	1,08347

Fuente: Camacho y Robles

Subconjuntos homogéneos

A diferencia de cromo, el plomo se bioacumula de forma diferente en las tres clases de plantas, como es evidente en el nivel de significancia de la Anova, que muestra un valor de 0,002; luego si el valor del nivel de significancias se encuentra por debajo de 0,1 que es el utilizado en los análisis estadísticos agrícolas²²; como es en este caso, se acepta la hipótesis de que el plomo afecta de forma diferente a las plantas. Esta prueba se realizó con un alfa de 0,5

Como se observa en la tabla 22 el plomo se bioacumula de forma más significativa en la Planta uno, la arveja,

Tabla 22. Cuadro de medición HSD de Tukey

PLANTA	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
3	3	1,23068	
2	3	1,33139	
1	3		3,43295
Sig.		0,963	1,000

Fuente: Camacho y Robles

El análisis estadístico para cada metal se realizó, por Tukey y Anova, con el fin de identificar cual de las tres especies bioacumulaba de mayor forma el metal. Puesto que la prueba de Tukey tiene mayores valores de significancia con esta se concluye que la especie que más bioacumula metales pesados es la arveja.

²² Tomado de GONZALES, RODRIGEZ Calculo de repeticiones en experimentos agrícolas.

8.5.4. PROPUESTAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ

Desde la década de 1990, la Producción más Limpia ha sido promovida a nivel mundial, como una visión novedosa para involucrar la actividad empresarial a los programas y proyectos relacionados con la conservación y protección ambiental. Por medio de su enfoque preventivo, distinto a los esquemas tradicionales de comando y control, la Producción más Limpia busca implementar proyectos que generen beneficios económicos, tangibles para las empresas y que a la vez lleven a beneficios ambientales. Este modelo “gana-gana” parte del concepto de que la contaminación ambiental generada por las actividades empresariales es el resultado de ineficiencias en sus procesos productivos. En la medida en que la empresa logre optimizar la eficiencia de sus procesos y productos, automáticamente reduce sus niveles de afectación al medio ambiente²³.

Teniendo en cuenta lo anterior, las propuestas de saneamiento ambiental están enfocadas hacia la Producción más Limpia, pues al realizar el diagnóstico ambiental del municipio, hemos concluido que gran parte de la contaminación presente en el Municipio de Chocontá, proviene de el mal manejo de los residuos sólidos, el uso masivo de agroquímicos, el uso de aguas del río Bogotá para riego, y a eso se le suma la contaminación proveniente del municipio de Villapinzón, el cual es sabido que sus curtiembres artesanales, arrojan sin control sus desechos tóxicos (CAR 2007), matando la vida en el cauce y alrededores del río.

Esta problemática que comienza desde el municipio de Villapinzón, se traslada a todo el cauce del río Bogotá, y es en la cuenca alta de este, donde se presentan los problemas más serios, afectando la vida acuática, la terrestre, la salud humana, la calidad de los suelos y los cultivos, que según los resultados encontrados en la prueba piloto de este trabajo, y en varios estudios realizados anteriormente en la cuenca alta, ya se han empezado a evidenciar problemas de bioacumulación de contaminantes tóxicos como metales pesados, que aun sin ser lo suficientemente dañinos, se convierten en el primer eslabón para desencadenar problemas a futuro si no se toman medidas necesarias para contrarrestar sus efectos sobre el medio ambiente y en el peor escenario, para contrarrestar sus efectos en la salud humana y animal.

Es por esto, que las soluciones de saneamiento ambiental se tratan desde la raíz de la problemática, es decir, desde el municipio de Villapinzón, pasando por el municipio de Chocontá y dejar soluciones aplicables para los demás municipios afectados por el cauce del río Bogotá.

²³ Tomado de MONROY, Néstor. Producción más limpia, paradigma de gestión ambiental. Ed. Alfaomega. Pag. Introdutoria.

Existen dos caminos para aprovechar la dimensión ambiental y así mejorar la competitividad empresarial. Por un lado está, el camino de la Producción más Limpia, cuya implementación puede mejorar la competitividad mediante el uso más eficiente de los recursos y, por el otro lado, el concepto del Mercadeo Verde que busca llegar a nuevos mercados atractivos en donde la calidad ambiental es un requerimiento básico del cliente²⁴.

Según lo anterior, las propuestas para el municipio de Villapinzón están enfocadas hacia la Producción más Limpia, en las siguientes industrias:

- ❖ Curtiembres
- ❖ Galvanotecnias

8.5.4.1. Propuestas de saneamiento para curtiembres

En el municipio de Villapinzón existen 134 curtiembres artesanales, las cuales tienen los procesos de pelambre, encalado, piquelado, rebajado, engrasado, tintura y acabado. En estos procesos hay utilización en agentes químicos y sales que después de los procesos van a parar al río sin tratamiento alguno. Para estas industrias la mejor solución, es la aplicación de herramientas de Producción más Limpia, empezando desde la identificación de impactos ambientales y su jerarquización, con el fin de identificar los principales impactos a disminuir. Otra herramienta que funciona muy bien es el Ecomapa, pues en un lugar ordenado y señalado es más fácil disminuir derrames, incidentes, accidentes, identificar rutas de evacuación del personal, evacuación de residuos y es ver la realidad física de cada industria; esta herramienta ayuda a identificar los sitios donde ocurren los impactos ambientales. A partir de esto, se hace necesario realizar una matriz DOFA, donde se aterrice lo visto en el Ecomapa y las soluciones para cada debilidad y amenaza presentada. Y por último se recopila la información en una matriz de Producción más Limpia, en donde se identifican los impactos que se generan y las técnicas o programas a seguir para disminuir sus impactos.

Las siguientes actividades, a manera muy general, pueden ser aplicadas a estas industrias:

- ❖ Crear una infraestructura física lejana al sitio de trabajo y a las riberas del río, para el almacenamiento de las sustancias utilizadas en el proceso.
- ❖ Clasificar y ubicar el material en las zonas identificadas en el Ecomapa.
- ❖ Rotular todos los envases según la clasificación Europea para RESPEL y tener kit de contención de derrames cerca de los sitios de almacenamiento.

²⁴ Tomado de MONROY, Néstor. Producción más limpia, paradigma de gestión ambiental. Ed. Alfaomega. Pag. 71.

- ❖ Implementar guardarropas, lejano al sitio de trabajo para disminuir el riesgo de enfermedades.
- ❖ Adecuar un lugar de alimentación, lejano al sitio de almacenamiento y al sitio de trabajo.
- ❖ Implementar el programa de salud ocupacional y seguridad industrial a todo el personal de las industrias.
- ❖ Capacitar al personal en el manejo y uso de productos químicos, manejo ambiental de los residuos generados y preparación y respuesta ante emergencias.
- ❖ Implementar medidas de recirculación de aguas a partir del tratamiento previo de las mismas, con el fin de no verterlas al cauce del río.
- ❖ Realizar cerramientos de las áreas que puedan generar la aparición de vectores y malos olores a la comunidad.

8.5.4.2. Propuestas de saneamiento para galvanotecnias

En el municipio de Villapinzón existen varias industrias informales de galvanotecnia, las cuales tienen los procesos de pulido, pre-desengrase, desengrase, enjuague, decapado, recubrimiento con cromo y zinc, cromatizado e irizado y por último el secado. En la mayoría de estas industrias, la principal afectación es al suelo, pues se evidencian goteos de sustancias químicas, y cuando realizan labores de limpieza y aseo a estas industrias, las aguas de estos lavados van directamente al cauce del río. Para estas industrias la mejor solución, es la aplicación de herramientas de Producción más Limpia, empezando desde la identificación y evaluación de impactos ambientales y su jerarquización, con el fin de identificar los principales impactos a disminuir. Al igual que en curtiembres, es necesario realizar el Ecomapa, pues es más fácil identificar y disminuir derrames, incidentes, accidentes, identificar rutas de evacuación del personal, evacuación de residuos y es ver la realidad física de cada industria; esta herramienta ayuda a identificar los sitios donde ocurren los impactos ambientales. Por último se recopila la información en una matriz de Producción más Limpia, en donde se identifican los impactos que se generan, y las técnicas o programas a seguir para disminuir sus impactos.

Las siguientes actividades, a manera muy general, pueden ser aplicadas a estas industrias:

- ❖ Crear sistemas de recirculación y recolección de aguas lluvias, implementando sistemas de filtración para que esta agua pueda ser utilizada en los procesos de enjuagues.

- ❖ Diseñar un sistema de cárcamos que recolecten los residuos de productos químicos para que sean almacenados siguiendo las normas de seguridad y no lleguen al cauce del río.
- ❖ Implementar sistemas de contención de derrames evitando que estos lleguen al alcantarillado municipal o al río.
- ❖ Diseñar sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales.
- ❖ Implementar el programa de salud ocupacional y seguridad industrial a todo el personal de las industrias.
- ❖ Capacitar al personal en el manejo y uso de productos químicos, manejo ambiental de los residuos generados y preparación y respuesta ante emergencias.

Por otro parte, las propuestas para el municipio de Chocontá están enfocadas hacia los mercados verdes, en las siguientes industrias:

- Producción de lácteos
- Subsistemas productivos

8.5.4.3. Propuestas de saneamiento para producción de lácteos y sistemas productivos

En los dos municipios, Villapinzón y Chocontá, la producción de lácteos, es informal, pues son los campesinos quienes ordeñan y recolectan la leche para venderla a los carros de Alpina, ya que son ellos los que tienen el mercado en esos municipios y esta leche es llevada a la planta ubicada en Sopo.

La contaminación que se produce, está directamente relacionada con derrames en el suelo. Las actividades encaminadas a los mercados verdes serían las que son ambientalmente sostenibles y logran responder las necesidades de los clientes. Un ejemplo de estos mercados verdes son los cultivos orgánicos, pues es la mejor alternativa para disminuir el uso de agroquímicos y son base para que se generen nuevos plaguicidas naturales como el limón, la ruda u otras plantas que se implementan en esta clase de cultivos y ayudan a conservar el medio ambiente.

Para la industria láctea y para los sistemas productivos, se deberían aplicar las siguientes actividades:

- ✓ Pastoreo de vacas en sitios donde los pastos no hayan sido regados con aguas del río Bogotá, ni exista presencia de agroquímicos en el suelo.
- ✓ Implementar cultivos orgánicos para rotar los terrenos de pastoreo.
- ✓ Realizar muestreos de suelos con el fin de identificar contaminantes presentes en el.

- ✓ Diseñar e implementar medidas de biorremediación y fitorremediación para restablecer las condiciones del suelo y liberarlo de las cargas contaminantes.
- ✓ Implementar cultivos orgánicos con las medidas de seguridad necesarias a fin de garantizar la calidad de los productos.
- ✓ Buscar la aplicación de estándares o sellos ambientales que darán fe de la calidad el producto y generaran un aumento significativo en los ingresos y disminución de los impactos ambientales.

9. CONCLUSIONES

El diagnóstico Ambiental del municipio de Chocontá visualiza la gran problemática que atraviesa este municipio, debido principalmente al paso y uso de las aguas del río Bogotá, pues gran parte de la contaminación proviene de este, visto en el documento MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS CORRIENTES PRINCIPALES DE LAS NUEVE CUENCAS DE SEGUNDO ORDEN DE LA JURISDICCION DE LA CAR, CON EL FIN DE ESTABLECER LOS LINEAMIENTOS DE LA POLITICA DEL MANEJO DE VERTIMIENTOS. TOMO II ANEXOS DEL INFORME N° 4 de la CAR, donde se evidencian valores de 0,01mg/l para Cromo y 0,48 mg/l para Plomo en el agua del Río Bogotá.

La falta de conocimiento de la población, hace que la problemática pase a otros niveles; esto se ve reflejado en la prueba piloto, pues se evidenció que la utilización de las aguas de este río genera problemas en los cultivos y los suelos y por ende problemas a la población, por el consumo de los frutos que bioacumulan y biomagnifican los contaminantes como son los metales pesados.

Se realizó la revisión de toda la documentación perteneciente a la cuenca alta del río Bogotá y se filtró lo que aplicaba específicamente al municipio de Chocontá, evidenciado que los contaminantes más representativos en el suelo del municipio de Chocontá son el Plomo y el Cromo, los cuales fueron los escogidos para la realización de la prueba piloto.

En algunos de los estudios, nombrados en este documento, se aprecia que gran parte de la contaminación proviene del río Bogotá y trasciende aguas abajo, haciendo la problemática ambiental menos manejable y más costosa si no se empieza a evaluar desde su nacimiento en Villapinzón, y su paso por Chocontá.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el diagnóstico ambiental del municipio de Chocontá no es muy alentador puesto que existen contaminantes en la zona rural que son difíciles de remover y que son absorbidos y biomagnificados por los cultivos y plantas. El suelo se ve afectado por la mala utilización de agroquímicos, la sobre explotación agrícola, riego con aguas provenientes de vertimientos de las curtiembres dispuestas en el río Bogotá, errónea disposición de residuos sólidos y envases de agroquímicos, y crecimiento no planificado de la zona urbana.

En el muestreo de los suelos se analizaron características fisicoquímicas y los metales pesados Plomo y Cromo por espectrofotometría de absorción atómica, encontrando para Cromo valores entre 2,4 y 11 mg/kg y 1,2 y 3,7 mg/kg de plomo. Aunque estos valores no sobrepasan las normas internacionales de metales pesados en los suelos (50 y 100 ppm de Plomo para suelo superficial y 15 y 50

ppm de Cromo para suelo superficial), si son nocivos para los cultivos que se están realizando en la zona.

En la realización de la prueba piloto, al término de 45 días de su germinación, las tres especies vegetales bioacumularon estos dos metales pesados, encontrando que la arveja fue la que mas bioacumuló contaminantes presentes en el suelo (Pb 3,7 ppm y Cr 11 ppm en suelo), encontrándose para Cromo un promedio 2,13 ppm y de Plomo 3,43 ppm en la planta.

Estos resultados generan gran preocupación, pues aunque estos valores no sean críticos, se empiezan a bioacumular y biomagnificar en todas las formas vegetales existentes, (unas más que otras), y entran en la cadena trófica del ser humano, empezando a generar problemas de salud vegetal, animal y humana.

El desconocimiento de la comunidad acerca del POT del municipio, en cuanto a la calcificación y usos del suelo, acrecienta la problemática, pues existen cultivos en zonas prohibidas, no hay rotación de estos y a esto se le suma la utilización indiscriminada de agroquímicos y aguas del río Bogotá para riego, porque según ellos es más barato alquilar motobombas para sacar el agua del río que utilizar agua del acueducto.

En la revisión bibliográfica se encontró que al utilizar motobombas, hacen más disponibles los metales pesados, pues estos se encuentran en los sedimentos del río y al colocar las motobombas, estas mezclan estos sedimentos y salen con el agua para riego, de esta forma es que se encuentran metales pesados en algunos de los suelos de los cultivos.

La realización del diagnóstico y la prueba piloto deja ver que aunque se traten de corregir los problemas ambientales en el municipio de Chocontá, es necesario que se empiece la cadena desde el municipio de Villapinzón, pues es allí donde comienza la contaminación del río, por las curtiembres ubicadas en estos dos municipios y las demás fábricas informales como galvanotecnias y fincas productoras de leche que arrojan sus residuos sólidos y aguas industriales sin control ni tratamiento previo alguno.

10. RECOMENDACIONES

El diagnóstico ambiental del municipio de Chocontá se debe complementar con estudios similares para los demás municipios por donde discurre el Río Bogotá, y con esto generar un diagnóstico global de la situación actual de toda la cuenca alta para identificar los efectos nocivos y generar políticas en pro del mejoramiento de la calidad del suelo de la zona.

Dado a los hallazgos encontrados en la realización de la prueba piloto es de vital importancia la continuación de esta investigación para identificar cual es la parte de la planta en donde se encuentra la mayor bioacumulación, estas pueden ser raíz, tallos, hojas, y frutos. Igualmente es necesario realizar estas pruebas para identificar posibles acumulaciones de metales pesados en otros cultivos como la fresa, el maíz y la papa, y su efecto en la cadena trófica del hombre.

Pueden existir otros tipos de aportantes de contaminación a los cultivos por ello es conveniente realizar esta prueba in situ para identificar otros factores aportantes de metales pesados como el aire de la zona y el agua de riego que se utiliza generalmente en estos cultivos

Las propuestas de saneamiento que se proponen en este trabajo son de bajo costo y viables para el mejoramiento del suelo de la zona de estudio y la calidad de vida de la población; es importante que estas sean conocidas por los habitantes de la zona para que se logren implementar los programas de capacitación que sean enfocadas hacia el camino de la Producción más Limpia, cuya implementación puede mejorar la competitividad mediante el uso más eficiente de los recursos, o también pueden estar enfocadas hacia, el concepto del Mercadeo Verde que busca llegar a nuevos mercados atractivos en donde la calidad ambiental es un requerimiento básico del cliente

Estas propuestas deberán cumplir con algunas actividades básicas para garantizar que las medidas implantadas mejoren la calidad ambiental de la zona, tales como:

- ❖ Crear una infraestructura física lejana al sitio de trabajo y a las riberas del río, para el almacenamiento de las sustancias utilizadas en el proceso.
- ❖ Clasificar y ubicar el material en las zonas identificadas en el Ecomapa.
- ❖ Rotular todos los envases según la clasificación Europea para RESPEL y tener kit de contención de derrames cerca de los sitios de almacenamiento.
- ❖ Implementar el programa de salud ocupacional y seguridad industrial a todo el personal de las industrias.

- ❖ Capacitar al personal en el manejo y uso de productos químicos, manejo ambiental de los residuos generados y preparación y respuesta ante emergencias.
- ❖ Diseñar e implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales
- ❖ Implementar medidas de recirculación de aguas a partir del tratamiento previo de las mismas, con el fin de no verterlas al cauce del río.
- ❖ Realizar cerramientos de las áreas que puedan generar la aparición de vectores y malos olores a la comunidad.
- ❖ Diseñar un sistema de cárcamos que recolecten los residuos de productos químicos para que sean almacenados siguiendo las normas de seguridad y no lleguen al cauce del río.
- ❖ Implementar sistemas de contención de derrames evitando que estos lleguen al alcantarillado municipal o al río.
- ❖ Pastoreo de vacas en sitios donde los pastos no hayan sido regados con aguas del río Bogotá, ni exista presencia de agroquímicos en el suelo.
- ❖ Implementar cultivos orgánicos para rotar los terrenos de pastoreo.
- ❖ Realizar muestreos de suelos con el fin de identificar contaminantes presentes en el.
- ❖ Diseñar e implementar medidas de biorremediación y fitorremediación para restablecer las condiciones del suelo y liberarlo de las cargas contaminantes.
- ❖ Implementar cultivos orgánicos con las medidas de seguridad necesarias a fin de garantizar la calidad de los productos.
- ❖ Buscar la aplicación de estándares o sellos ambientales que den fe de la calidad el producto y generaran un aumento significativo en los ingresos y disminución de los impactos ambientales.

11. BIBLIOGRAFIA

- ✓ ALFARO RODRIGUEZ, Ricardo; GARCIA BARROS, Edgardo; MONTENEGRO RAMOS, Omar. Niveles de Contaminación de Mercurio, Cadmio, Arsénico y Plomo en subsistemas de producción de la Cuenca baja del río Bogotá en Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica. Vol. 4 No (2) Septiembre del 2002. Págs. 66-71.
- ✓ AMEZQUITA HURTADO, Oscar. Caracterización del Calcio en algunos suelos de la cuenca alta del río Bogotá. Bogotá. 1983 (Págs. 1-35) Trabajo de Grado (Químico) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Química.
- ✓ ARIAS VERDES, José Antonio. Características generales de los Plaguicidas Organoclorados Ed. Fundación escuela Colombiana de Medicina 1990 Págs. 1-25 (Biblioteca Universidad de los Andes).
- ✓ AUDITORIA GENERAL DE LA REPUBLICA; Auditoria Analítica De Gestión Al Uso Y Manejo De Plaguicidas En Colombia; Bogotá Marzo 2004. Págs. 1 – 33.
- ✓ BELTRAN GARCIA, Gustavo Andres. Diagnostico Ambiental e inventario del recurso hídrico de la cuenca del río tejar. Bogotá 2005 Trabajo de grado (ingeniero Ambiental y Sanitario) Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
- ✓ BERNAL TORRES, Cesar Augusto; Metodología de la Investigación, Segunda Edición Ed. Pearson 2006; Método de investigación Arias Galicia; Pág. 67.
- ✓ BOCANEGRA JIMENEZ. Joanna. Análisis de los Efectos de La Contaminación Del Río Bogotá en la calidad de vida. en el recurso hídrico en Bogotá. Bogotá 2002. Págs. 12 - 40. (Biblioteca Universidad de los Andes).
- ✓ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA CAR. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, (POMCA). Bogotá 2006.
- ✓ CARRERA, Eustacio. Estudio general de clasificación de suelos de la cuenca alta del río Bogotá para fines agrícolas. Ed. IGAC. Bogotá 1968. Págs. 3-197. (biblioteca Luis Ángel Arango).

- ✓ COLMENARES, Ana. Impacto en la Distribución del Ingreso del Esquema de Financiamiento del Proyecto del Río Bogotá. Bogotá 1997 Págs.4- 31 (Biblioteca Universidad de los Andes).
- ✓ CUSSE ARENA, Elías. Aporte a la fitoextracción de metales pesados presentes en sedimentos. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 628.52 C 877 MF. Con acceso Enero 13 del 2009.
- ✓ DAZA, Carolina. Fitorremediación de Metales Pesados Presentes En El Suelo De La Ladera Del Río Bogotá [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 628.52 C 877 MF. Con acceso Enero 13 del 2009.
- ✓ EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Mejoras al río Bogotá con Control de inundaciones, recursos hídricos y disposición de aguas negras. Bogotá 1974 Págs. 30-211 (Biblioteca Universidad de Los Andes).
- ✓ FUNACH-ASCAPAM, UNIÓN TEMPORAL, proyecto de desarrollo tecnológico: el suelo propiedades físicas-químicas y su conservación Ed. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural 2002 págs. 1-14
- ✓ GARCIA ARIÑO, Cesar. Metales pesados Toxicológicos. En Diagnostico Clínico De Las Intoxicaciones Por Plomo, Mercurio, Cromo y Cadmio. Colombia. Págs. 24-37. (biblioteca Universidad Javeriana).
- ✓ GODOY MEDINA Paula. Efecto de los Vertimientos de las curtiembres en el municipio de Villapinzón. Santafé de Bogotá. 2001. Págs. 10-112 (Ingeniero Civil) Universidad de los Andes Colombia.
- ✓ GONZALES CUBILLOS, Luz Miryan. Estudio de la Contaminación de Suelos de la Sabana de Bogotá por metales Pesados. Santafé de Bogotá Ed. CIFI Universidad de los Andes. 1997 Págs. 1-20. (Biblioteca Universidad Javeriana).
- ✓ GONZALES, Luz Miryan, VARGAS ZARATE, Orlando. Estudio de la movilización de contaminantes en suelos de la sabana de Bogotá I fase. Metales pesados. Ed. Ingeominas Bogotá 1997 Págs. 11- 35 (Biblioteca Ingeominas).
- ✓ GONZALES; S MEJIA, L. Contaminación Por Cadmio y Arsénico en suelos y hortalizas de un sector de la sabana de Bogotá por efecto de Riego con

Aguas del Río Bogotá en memorias VII Congreso colombiano de la ciencia del suelo. El Componente Biorgánico del suelo. S.C.C.S. Bucaramanga Santander 1994.

- ✓ GONZALES, RODRIGEZ Byron Humberto <Http: <http://cete.iespana.es/manuales/rep.htm>>. Cálculo de repeticiones en experimentos agrícolas 2004 con acceso el 2 de Junio del 2009
- ✓ <<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/guisantes-verdes-guisante-arvejas-chicharos.htm>> 2005 El Cultivo de la Arveja. (web en línea) Con acceso el 10 de febrero de 2009.
- ✓ INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Levantamiento Agrologico de la cuenca alta del río Bogotá. Bogotá 1962 Págs. 49-71 (Biblioteca Luis Ángel Arango).
- ✓ KABATA, PENDIAS <www2.sag.gob.cl/RecursosNaturales/criterios_calidad_suelos_agricolas/pdf/6_metales_pesados_cultivos.pdf> Absorción y traslocacion de metales pesados en plantas (web e línea) Con acceso el 10 de noviembre del 2008)
- ✓ LEON MORENO. Clara E, Propiedades de los Suelos; Ed. CORPOICA, Bucaramanga 2000 Págs. 1-16.
- ✓ LEVENTHAL, John. <www2.sag.gob.cl/RecursosNaturales/criterios_calidad_suelos_agricolas/pdf/6_metales_pesados_cultivos.pdf> Absorción y traslocacion de metales pesados en plantas (web e línea) Con acceso el 10 de noviembre del 2008)
- ✓ MENDEZ ALVAREZ Carlos Eduardo; Metodología, diseño del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Cuarta Edición, estudios descriptivos pág. 230.
- ✓ MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guías ambientales para el subsector de los plaguicidas. Colombia Ed. Produmedios 2003 págs. 70 – 75
- ✓ MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía Ambiental para el Sector de Curtiembres [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 333.716 G 831 C Con acceso Enero 8 del 2009.

- ✓ MOHAMMAD NAGHI Namakforoosh; Metodología de la Investigación, Segunda Edición, Ed. Limusa 2000: Investigación descriptiva; págs. 91-93.
- ✓ MONROY, Néstor. Producción más limpia, paradigma de gestión ambiental. Ed. Alfaomega 2008. Pag. Introductoria.
- ✓ OJEDA CRUZ, Daniel, Diagnostico Ambiental Por Vertimientos de Residuos de Curtiembres al Río Bogotá en el corredor industrial, Villapinzón - Choconta. Bogotá 2004 (Págs. 114) Trabajo de grado (Geógrafo) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias humanas. Departamento de Geografía.
- ✓ PINZON URIBE, Luis Felipe. Interacción de los metales pesados (Cr+6, Cd, Pb, Ni) entre el sedimento y la columna de agua en el caso del río Bogotá. Ed. Laboratorio de Ingeniería Ambiental Universidad de los Andes. Bogotá 1995 Págs. 1-8. (Biblioteca Universidad de Los Andes).
- ✓ QUMICA Y CONSULTORIA COLOMBIANA. Contenido de metales en suelos y cultivos irrigados con aguas del río Bogotá, en la cuenca Baja Informe presentado a CORPOICA. Santafé de Bogotá 1997. Pág. 40
- ✓ RINCON SIERRA Nadia Camila, Modelo Hidráulico e Hidrogeológico del río Bogotá, cuenca alta y media. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN:551.483 R 351. Con acceso Enero 13 del 2009.
- ✓ RIZO, Francisco. Estudio Agroclimático de la cuenca alta del río Bogotá y del río Ubate Suarez. Bogotá 1995 Págs. 24. (Biblioteca Luis Ángel Arango).
- ✓ RODRIGUEZ CHAPARRO TATIANA, Modelación de la Calidad del Agua en la Cuenca Alta Del Río Bogotá. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 628.1682 R526 Con acceso Enero 12 del 2009.
- ✓ RODRIGUEZ FUENTES Humberto, Método de Análisis de Suelos y Plantas México; Ed. Trillas; 2002 Págs. 196. (Biblioteca U. D. C. A.)
- ✓ RODRIGUEZ MOJICA, Fernando. Zonificación forestal para especies multipropósito en la cuenca alta del río Bogotá. Colombia 2003 Pags 4-12. 32-35. 52-57. 134 (Biblioteca Luis Ángel Arango).

- ✓ ROJAS PEÑA. Iván Alexander, Fitoextracción de metales Pesados presentes en sedimentos contaminados utilizando eucalipto. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 628.52 R 571 TD 2008. Con acceso Noviembre 8 del 2009.
- ✓ RUEDA LLERAS, Guillermo. Instrumentos Económicos y regulación de la contaminación industrial; Primera Aproximación Río Bogotá. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN:333.716 r 821 i. Con acceso Enero 15 del 2009.
- ✓ RUIZ SOLANO Paula Andrea, Diagnostico y recomendaciones de proyectos arquitectónicos, urbanísticos y paisajísticos de la Cuenca Alta del Río Bogotá. Bogotá 1999 Págs. 10-77 (Biblioteca Luis Ángel Arango)
- ✓ SALKIND Neil J. Métodos de Investigación; Tercera Edición Ed Prentice Hall Recopilación de datos y estadística descriptiva págs. 67- 68
- ✓ SIEBE, C. Heavy Metal contamination of soils irrigated with untreated sewage effluent in central Mexico in Word congress of soil science 1994 (15 th: 1994 Acapulco) Transactions. Vol. ·3b México p. 398 - 399
- ✓ SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA. Plan de ordenamiento Territorial de la Cuenca Alta del Río Bogotá. Bogotá 2000. Págs. 60-136 (Biblioteca Universidad de los Andes).
- ✓ SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA. Descripción y Diagnostico de la cuenca alta del río Bogotá. Bogotá 1998. Págs. 80-166 (Biblioteca Universidad de los Andes).
- ✓ SUETOZAR VOJVADIC. Plan General Forestal le la Cuenca Alta Del Río Bogotá Y Las Hoyas Hidrográficas de los Ríos Suarez Y Ubate. Ed. Corporación Autónoma Regional de la sabana de Bogotá y de los valles de Chiquinquirá y Ubate. Bogotá 1968 Págs. 130-234 Tomo 1 (biblioteca Luis Ángel Arango).
- ✓ UREÑA MARQUEZ, Martha. Historia de un Proceso de Planificación: estudio de Caso Cuenca Alta del Río Bogotá. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 309.263 U 682 Con acceso Enero 30 del 2009.
- ✓ VARGAS ZARATE, Orlando; en II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL (Cartagena: 1996) Evaluación De La Contaminación Por Mercurio Y Plomo En Suelos Hortícolas De La Cuenca

Alta Del Río Bogotá Y Del Efecto Del Hg Pb De Las Aguas De Riego En Ciertas Hortalizas. 1996 (Págs. 269 – 281)

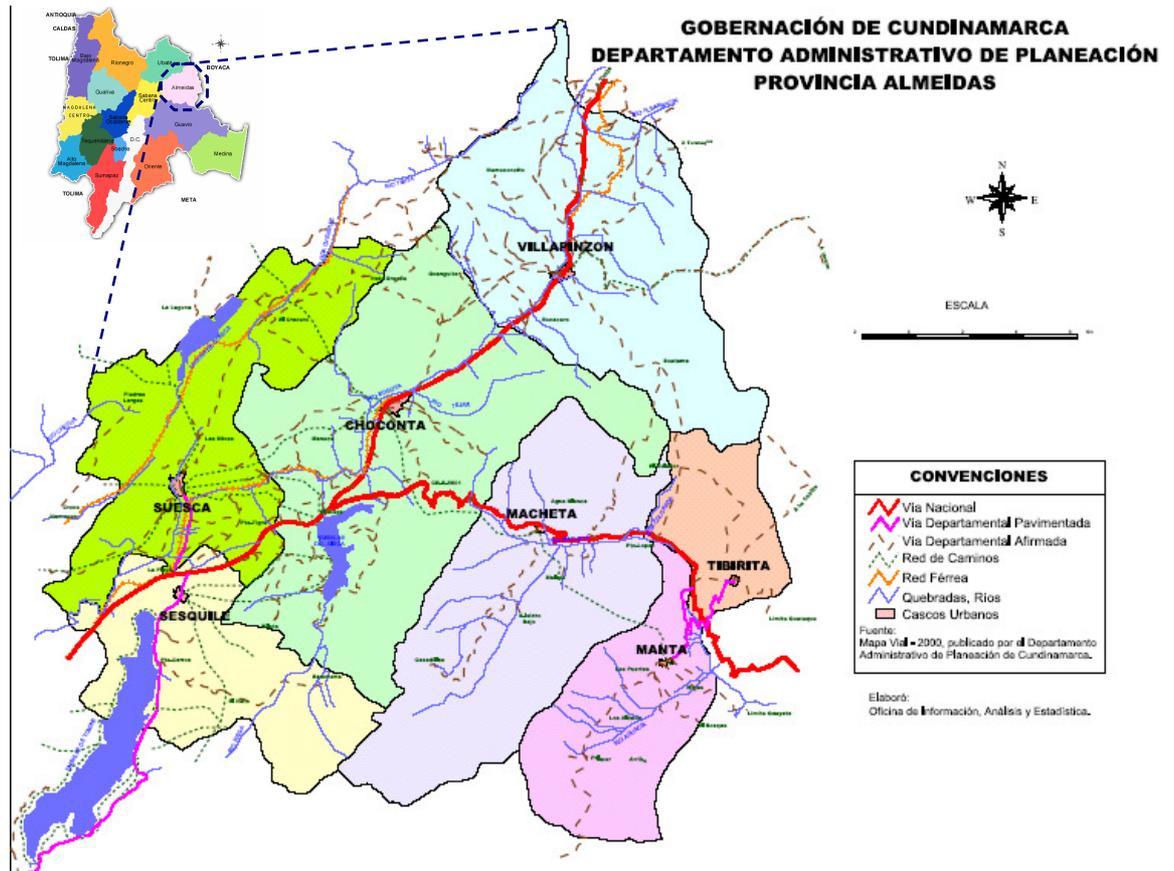
- ✓ VARGAS ZARATE, Orlando. Evaluación del Grado de Contaminación por Mercurio y Plomo en Suelos de un Sector de la Cuenca alta del río Bogotá y su Incidencia en el Cultivo de Hortalizas Santafé de Bogotá, 1995 (Págs. 122) Trabajo de Magister (Suelos) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Posgrado en suelos.
- ✓ VELANDIA, Eder. Marco Metodológico Para La Modelación Hidráulica E Hidrológica De Las Crecientes. [Publicación en línea] Disponible desde internet: Biblioteca Universidad de los Andes ISBN: 551.48 V 241 MF. Con acceso Enero 12 del 2009.
- ✓ VILLAN SALAZAR, Paola Juliana, Diagnostico ambiental y Acciones propuestas para el manejo sostenible de la cuenca media y alta del río Tunjuelo. Bogotá 2004 Trabajo de Grado (ingeniero Ambiental y Sanitario) Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería ambiental y Sanitaria
- ✓ <www2.sag.gob.cl/RecursosNaturales/criterios_calidad_suelos_agricolas/pdf/6_metal_pesados_cultivos.pdf> KABATA, PENDIAS Absorción y traslocacion de metales pesados en plantas (web e línea) Con acceso el 10 de noviembre del 2008)
- ✓ ZUBIETA, Diego. Manual para el uso de Fertilizantes Ed. CORPOICA, Sabana de Bogotá. Bogotá 2008. Págs.1- 41 (Biblioteca U.D.C.A.)

ANEXOS

ANEXO A

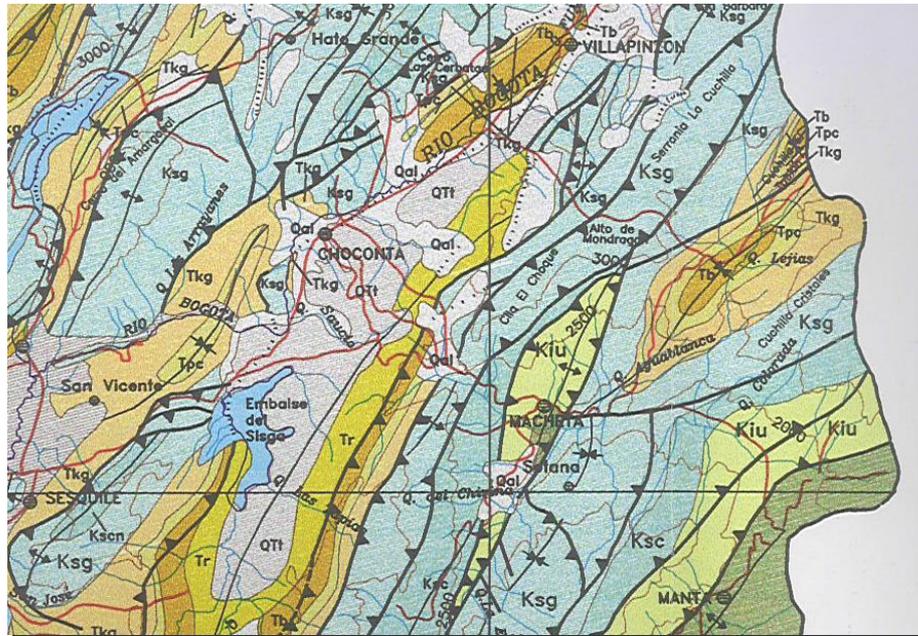
Municipio de Chocontá

Figura 11. Mapa ubicación del Municipio de Chocontá en la Provincia de Almeidas del Departamento de Cundinamarca.



Fuente: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/plantillastandar.asp?seccion=SEC_MAPA

Figura 13. Geología de Chocontá, detalle del área de interés del municipio.



Fuente: Mapa Geológico Generalizado del Departamento de

ANEXO B

Planos IGAC

ANEXO C

Fotos muestreo

Foto 8. Rio Bogotá



Fuente: Camacho y Robles

Foto 9. Rio Bogotá



Fuente: Camacho y Robles

Foto 10. Entrada Hacienda



Fuente: Camacho y Robles

Foto 11. Rio Bogotá



Fuente: Camacho y Robles

Foto 12. Hacienda Casablanca



Fuente: Camacho y Robles

Foto 13. Sistema de riego



Fuente: Camacho y Robles

Foto 14. Muestra de suelo 1



Fuente: Camacho y Robles

Foto 15. Muestra de suelo 2



Fuente: Camacho y Robles

Foto 16. Muestra de suelo 3



Fuente: Camacho y Robles

Foto 17. Muestra de suelo 4



Fuente: Camacho y Robles

Foto 18. Limpieza del área de la submuestra



Fuente: Camacho y Robles

Foto 19. Herramientas toma de submuestra



Fuente: Camacho y Robles

Foto 20. Toma de la submuestra



Fuente: Camacho y Robles

Foto 21. Recolección en balde



Fuente: Camacho y Robles

Foto 22. Estado final



Fuente: Camacho y Robles

Foto 23. Estado final



Fuente: Camacho y Robles

ANEXO D

Calificación y cuantificación impactos ambientales

Rangos y valores de la calificación ecológica

Tabla 23. Presencia (pr)

RANGO	VALORACION
CIERTO	1.0
MUY CIERTO	0.7 – 0.99
PROBABLE	0.4 – 0.69
POCO PROBABLE	0.1 – 0.39

Tabla 24. Desarrollo (De)

RANGO	VELOCIDAD (meses)	VALORACION
Muy rápido	<1	0.9-1.0
Rápido	1-6	0.7-0.89
Medio	6-12	0.5.-0.69
Lento	12-24	0.3-0.49
Muy lento	>24	0.1-0.29

Tabla 25. Magnitud (Ma)

RANGO	DIMENSION (%)	VALORACION
Muy alto	90 - 100	9-10
Alta	60 - 89	7-8
Media	40 - 59	5-6
Baja	20 - 39	3-4
Muy baja	0 - 19	1-2

Tabla 26. Duración (Du)

RANGO	DURACIÓN (AÑOS)	VALORACION
Muy larga	>10	10
Larga	7-10	7-9
Media	4-7	4-6
Corta	1-4	1-3
Muy corta	<1	<1

Tabla 27. Jerarquización (CE)

RANGO	VALORACION
Muy alto	9-10
Alto	7-8
Medio	5-6
Bajo	3-4
Muy Bajo	1-2

ANEXO E

Resultados análisis de contaminantes laboratorio Prodycon y resultados análisis
físicoquímicos laboratorio Universidad Nacional

Figura 14. Certificado laboratorios Prodycon



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
República de Colombia

CERTIFICADO DE ACREDITACION

A LABORATORIOS PRODYCON S.A.

NIT. 800.070.853-7

*con domicilio en la calle 153 A N° 7H-72, de la Ciudad de Bogotá, Departamento deCundinamarca ,
República de Colombia, cumple con los requerimientos establecidos por el IDEAM y los lineamientos de la
norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y
Calibración" , por lo tanto se le otorga la*

ACREDITACIÓN

*para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos
por las autoridades ambientales competentes, según los parámetros establecidos en el alcance de la
acreditación otorgada por el IDEAM mediante Resolución No.0317 del 31 de octubre de 2007, vigente hasta el
día 1 de noviembre de 2010*

CARLOS COSTA POSADA,
Director General del IDEAM

Figura 15. Cotización análisis de metales pesados en suelos

LABORATORIOS PRODYCON S.A.



Prodycon
Laboratorio Ambiental
NET. 800.070.853 - 7

Cliente	1630	Codigo Proveedor		NIT	53.084.324-
Nombre	Jenny Paola Camacho Angel				
Encargado	Jenny Paola Camacho Angel				
Dirección	Carrera 10 # 26 - 12 Sur	e_mail	jepacaan@gmail.com		
Telefonos	3695553	FAX			

COTIZACION # 3711 Página 1 de 1

Monitoreo	Cliente	Fecha	02/04/2009
Validez	30 dias	Vence	02/05/2009

Descripción Parámetro	Método	Limite de Detección	Incertidumbre	Unidades	Cantidad	Valor Unitario	Parcial
S-Cadmio	EPA-7130	0.1	0.02	mg/Kg Cd	4	30,000	120,000
S-Cromo total	EPA-7190	0.1	0.02	mg/Kg Cr	4	30,000	120,000
S-Plomo	EPA-7420	0.1	0.03	mg/Kg Pb	4	30,000	120,000

Observaciones:

SON : CUATROCIENTOS DIECISIETE MIL SEISCIENTOS PESOS M.LEGAL

CONDICIONES COMERCIALES
 Forma de Pago : 50% a la recepción y 50% a la entrega (Consiguar en el Paga Cuenta Bancolombia # 052-070853-02)

Si Laboratorios Prodycon Ltda. no realiza el monitoreo, es responsabilidad del cliente cumplir con el procedimiento de muestreo, soportado en los métodos estadísticos apropiados, diligenciando los datos de campo e identificando quien toma la muestra, las condiciones ambientales, la localización y demás aspectos relacionados en el numeral 5.7 Muestreo (NTC-ISO-IEC-17025)

Tiempo de entrega de los resultados: 10 días hábiles, una vez la muestra se encuentre en el Laboratorio y haya sido cancelada en el Paga Cuenta Bancolombia

Subtotal Análisis	366,000
Subtotal Otros Costos	0
Cotizado	360,000
Descontos	0
IVA 16	57,600
Total	417,600
Reto Fuente	0.0
Reto ICA	0.0
Reto IVA	0.0
A Pagar	417,600



LABORATORIOS PRODYCON S.A.
Director Técnico



ACEPTACIÓN POR EL CLIENTE
Firma y Sello



ISO 9001:2000
ISO 14001:2004
ORIAS 15001:09



IDEAM
RESOL. No. 6317

F 4.41, Rev. 4 10/01/2008 Calle 153A # 74-72 PBX 6715110 Fax 6708810 Website: www.prodycon.com E_mail: clientas@prodycon.com

Figura 16. Pagos realizados a laboratorios Prodycon

Bancolombia RECAUDOS BANCOLOMBIA No. 91510030

CUENTA CORRIENTE
 CUENTA DE AHORROS
 CONVENIO O DEPOSITO

NUMERO: 0520321253102
 CODIGO CONVENIO O DEPOSITO:

CIUDAD: Bogotá DA MES AÑO: 2/04/09
 VALOR EN LETRAS: Cientos ochenta mil ochocientos

BANCO: CIBICRE VALOR:

NOMBRE DEL PAGADOR: Jenny Paola Comacho Angel
 REFERENCIA: 53084324 TELEFONO: 3665553
 CONCEPTO: VALOR:

NOMBRE DEL BENEFICIARIO: Prodycon S.A.
 EFECTIVO: 208.800
 CHEQUES: 0
 TOTAL \$: 208.800

VER INSTRUCCIONES AL RESPALDO
 ESTE RECIBO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO DEL CAJERO PAGADOR

Bancolombia RECAUDOS BANCOLOMBIA No. 93412 45

CUENTA CORRIENTE
 CUENTA DE AHORROS
 CONVENIO O DEPOSITO

NUMERO: 0520321253102
 CODIGO CONVENIO O DEPOSITO:

CIUDAD: Bogotá DA MES AÑO: 2/04/09
 VALOR EN LETRAS: Cientos ochenta mil ochocientos

BANCO: CIBICRE VALOR:

NOMBRE DEL PAGADOR: Jenny Paola Comacho Angel
 REFERENCIA: 53084324 TELEFONO: 3665553
 CONCEPTO: VALOR:

NOMBRE DEL BENEFICIARIO: Prodycon S.A.
 EFECTIVO: 208.800
 CHEQUES: 0
 TOTAL \$: 208.800

VER INSTRUCCIONES AL RESPALDO
 ESTE RECIBO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO DEL CAJERO PAGADOR

Bancolombia RECAUDOS BANCOLOMBIA No. 93412 46

CUENTA CORRIENTE
 CUENTA DE AHORROS
 CONVENIO O DEPOSITO

NUMERO: 0520321253102
 CODIGO CONVENIO O DEPOSITO:

CIUDAD: Bogotá DA MES AÑO: 2/04/09
 VALOR EN LETRAS: Cientos ochenta mil ochocientos

BANCO: CIBICRE VALOR:

NOMBRE DEL PAGADOR: Jenny Paola Comacho Angel
 REFERENCIA: 53084324 TELEFONO: 3665553
 CONCEPTO: VALOR:

NOMBRE DEL BENEFICIARIO: Prodycon S.A.
 EFECTIVO: 52.200
 CHEQUES: 0
 TOTAL \$: 52.200

VER INSTRUCCIONES AL RESPALDO
 ESTE RECIBO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO DEL CAJERO PAGADOR

Figura 17. Factura análisis de metales pesados en suelos 1, 2, 3, 4

LABORATORIOS PRODYCON S.A				 Laboratorio Ambiental NIT. 800,070,853 - 7									
Cliente	1630	NIT	53,084,324-	Factura de Venta Pág.1 de 1 <table border="1"> <tr> <td>Número</td> <td>9493</td> <td>Fecha</td> <td>21/04/2009</td> </tr> <tr> <td>Plazo</td> <td>0 días</td> <td>Vence</td> <td>21/04/2009</td> </tr> </table>		Número	9493	Fecha	21/04/2009	Plazo	0 días	Vence	21/04/2009
Número	9493	Fecha	21/04/2009										
Plazo	0 días	Vence	21/04/2009										
Nombre	Jenny Paola Camacho Angel												
Encargado	Jenny Paola Camacho Angel												
Dirección	Carrera 10 # 28 - 12 Sur												
Telefonos	3665553	FAX											
Orden #		Cod.Prov.											

Item	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	Valor análisis Muestra Nro. 55281	1	90,000	90,000
2	Valor análisis Muestra Nro. 55280	1	90,000	90,000
3	Valor análisis Muestra Nro. 55282	1	90,000	90,000
4	Valor análisis Muestra Nro. 55279	1	90,000	90,000

SON : CUATROCIENTOS DIECISIETE MIL SEISCIENTOS PESOS M.LEGAL		Facturado	360,000
		Descuentos	0
Favor consignar en el pagacuenta BANCOLOMBIA N° 052-070853-02		IVA	16 57,600
Forma de Pago: 50% a la recepción y 50% a la entrega		Total	417,600
Factura impresa por Laboratorios Prodycon S.A. NIT 800-070-853-7. Formato y Numeración de facturación autorizada por resolución DIAN 320000516626-Aut 9001/13000-21/11/2008 Responsable del IVA: Regimen Común Somos retenedores del IVA, a Regimen Simplificado Actividad económica: DIAN: 7422 - ICA: 74221 (Tarifa: 6.9 por 1000)		Rete Fuente	0.0 0
		Rete ICA	0.00 0
		Rete IVA	0.0 0
		A Pagar	417,600

Esta factura de venta se asimila para todos sus efectos a una letra de cambio, según Art.774 y SS del Código de Comercio. Por disposiciones legales de la DIAN esta factura no admite anulación ni cambio de fecha.

F.4.4/8; Rev. 4 10/01/2006



LABORATORIOS PRODYCON S.A.
Firma Autorizada

Los resultados de los análisis correspondientes a esta factura, no podran ser reproducidos sin autorización previa de Laboratorios Prodycon S.A.



ISO 9001:2000
ISO 14001:2004
OHSAS 18001:99



RESOL. No. 0317

ACEPTACION POR EL CLIENTE
Firma y Sello

Figura 18. Factura análisis de metales pesados en suelo testigo

Figura 19. Resultado suelo 1 laboratorios Prodycon

LABORATORIOS PRODYCON S.A.

Bogotá D.C. 12/04/2009 N.I.T. 53.084.324-
 Solicitante : Jenny Paola Camacho Angel
 Telefonos: 3665553 FAX :
 Dirección: Carrera 10 # 28 - 12 Sur



IDEAM
RESOL. No. 0317

Prodycon
Laboratorio Ambiental
NIT. 800.070.853 - 7

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRA 55279
Página 1 de 1

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

Fecha Recepción: 02/04/2009
 Análisis de Suelos

OBSERVACIONES :
 Muestra tomada por el Cliente

Plan Muestral Fecha Toma: 10/03/2009 Hora: 12:00 Monitoreo: Cliente
 Cadena de Custodia Departamento: CUNDINAMARCA Municipio: CHOCONTA
 Datos de Campo Coordenadas Geográficas:
 Preservación Monitoreo Sitio: Suelo - Hacienda Casablanca Muestra No 1

Parámetro de Análisis	Método	Límite Detección	Incertidumbre	Resultado	Unidades
S-Cadmio	EPA-7130	0.1	0.02	0.6	mg/Kg Cd
S-Cromo total	EPA-7190	0.1	0.02	3.7	mg/Kg Cr
S-Plomo	EPA-7420	0.1	0.03	2.5	mg/Kg Pb

Nota: El resultado de este análisis es único y sólo válido con el sello seco del Laboratorio. Queda totalmente prohibida la reproducción del mismo y solamente son validas las copias autorizadas con el sello seco del laboratorio. Este reporte aplica únicamente a la muestra analizada.

Observaciones :

Firma Autorizada:



Director Técnico
 Carlos F. Ordoñez P.
 T.P. 674-93

LABORATORIOS PRODYCON S.A.
 Acreditado ISO IEC 17025 ; IDEAM Resolución 0317 02/11/2007, Vigente a 01/11/2010, Parámetros en WEB: WWW.ideam.gov.co

Figura 20. Resultado suelo 2 laboratorios Prodycon

LABORATORIOS PRODYCON S.A.

Bogotá D.C. 12/04/2009 N.L.T. 53.084.324-

Solicitante : Jenny Paola Camacho Angel

Telefonos: 3665553 FAX :

Dirección: Carrera 10 # 28 - 12 Sur



Prodycon
Laboratorio Ambiental

NIT. 800.070.653 - 7



IDEAM
RESOL. No. 0317

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRA 55280

Página 1 de 1

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

Plan Muestral Fecha Toma: 10/03/2009 Hora: 12:00 Monitoreo: Cliente

Cadena de Custodia Departamento: CUNDINAMARCA Municipio: CHOCONTA

Datos de Campo Coordenadas Geográficas:

Preservación Sitio Suelo - Hacienda Casablanca Muestra No 2

Monitoreo

Parámetro de Análisis	Método	Límite Detección	Incertidumbre	Resultado	Unidades
S-Cadmio	EPA-7130	0.1	0.02	0.5	mg/Kg Cd
S-Cromo total	EPA-7190	0.1	0.02	2.4	mg/Kg Cr
S-Plomo	EPA-7420	0.1	0.03	1.2	mg/Kg Pb

Nota: El resultado de este análisis es único y solo valido con el sello seco del Laboratorio. Queda totalmente prohibida la reproducción del mismo y solamente son validas las copias autorizadas con el sello seco del laboratorio. Este reporte aplica unicamente a la muestra analizada.

Observaciones:

Firma Autorizada:



Director Técnico
Carlos F. Ordoñez P.
T.P. 674-93

LABORATORIOS PRODYCON S.A.

Acreditado ISO IEC 17025 ; IDEAM Resolución 0317 02/11/2007, Vigente a 01/11/2010, Parámetros en WEB:WWW.ideam.gov.co

Figura 21. Resultado suelo 3 laboratorios Prodycon

LABORATORIOS PRODYCON S.A.

Bogotá D.C. 12/04/2009 N.I.T. 53.084.324-

Solicitante : Jenny Paola Camacho Angel

Telefonos: 3665553 FAX :

Dirección: Carrera 10 # 26 - 12 Sur



IDEAM
RESOL. No. 0317

Prodycon
Laboratorio Ambiental
N.I.T. 800.070.853 - 7

BUREAU VERITAS
Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRA 55281

Página 1 de 1

FECHA RECEPCIÓN: 02/04/2009

ANÁLISIS DE SUELOS

PLAN MUESTRAL: Fecha Toma: 10/03/2009 Hora: 12:00 **MONITOREO:** Cliente

CADENA DE CUSTODIA: Departamento: CUNDINAMARCA Municipio: CHOCONTA

DATOS DE CAMPO: Coordenadas Geográficas:

PRESERVACIÓN: Suelo - Hacienda Casablanca Muestra No 3

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Parametro de Análisis	Método	Limite Detección	Incertidumbre	Resultado	Unidades
S-Cadmio	EPA-7130	0.1	0.02	0.4	mg/Kg Cd
S-Cromo total	EPA-7190	0.1	0.02	6.2	mg/Kg Cr
S-Plomo	EPA-7420	0.1	0.03	3.7	mg/Kg Pb

Observaciones:

Firma Autorizada:


 Director Técnico
 Carlos F. Ordoñez P.
 T.P. 674-93

LABORATORIOS PRODYCON S.A.

Acreditado ISO IEC 17025 ; IDEAM Resolución 0317 02/11/2007, Vigente a 01/11/2010. Parámetros en WEB:WWW.ideam.gov.co

Figura 22. Resultado suelo 4 laboratorios Prodycon

LABORATORIOS PRODYCON S.A.
 Bogotá D.C. 12/04/2009 N.I.T. 53.084.324-
 Solicitante : Jenny Paola Camacho Ángel
 Telefonos: 3665553 FAX :
 Dirección: Carrera 10 # 28 - 12 Sur



IDEAM
 RESOL. No. 0317

Prodycon
 Laboratorio Ambiental
 N.I.T. 800.070.853 - 7

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRA 55282
 Página 1 de 1

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

Fecha Recepción: 02/04/2009
 Análisis de Suelos Fecha Toma: 10/03/2009 Hora: 12:00 Monitoreo: Cliente

OBSERVACIONES :
 Muestra tomada por el Cliente

Plan Muestral Departamento: CUNDINAMARCA Municipio: CHOCONTA
 Cadena de Custodia Coordenadas Geográficas:
 Datos de Campo Sitio Suelo - Hacienda Casablanca Muestra No 4
 Preservación Monitoreo

Parámetro de Análisis	Método	Límite Detección	Incertidumbre	Resultado	Unidades
S-Cadmio	EPA-7130	0.1	0.02	0.2	mg/Kg Cd
S-Cromo total	EPA-7190	0.1	0.02	11.0	mg/Kg Cr
S-Plomo	EPA-7420	0.1	0.03	3.7	mg/Kg Pb

Nota: El resultado de este análisis es único y solo válido con el sello seco del Laboratorio. Queda totalmente prohibida la reproducción del mismo y solamente son válidas las copias autorizadas con el sello seco del laboratorio. Este reporte aplica únicamente a la muestra analizada.

Observaciones :

Firma Autorizada:



Director Técnico
 Carlos F. Ordoñez P.
 T.P. 674-93

LABORATORIOS PRODYCON S.A.
 Acreditado ISO IEC 17025 ; IDEAM Resolución 0317 02/11/2007, Vigente a 01/11/2010, Parámetros en WEB: WWW.ideam.gov.co

Figura 23. Resultado suelo testigo laboratorios Prodycon

Figura 24. Recibo de caja suelos 1 y 2 laboratorio de suelos Universidad Nacional

 <p>SFI - Sistema Financiero Integrado Módulo de Recaudos</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Nit: 899999063 NIVEL CENTRAL CR 30 45 03 ED 500 - FACULTAD DE 2011 - FACULTAD AGRONOMIA SEDE BOGOTA</p>	<p>V.4000 Página 1 de 1 18/03/2009 12:05:30</p>			
RECIBO DE CAJA Nro. 306					
Recibido De:	53084324 - YENY PAOLA CAMACHO ANGEL 3665553 CR 10 24	Caja Numero: 211 Fecha: 18/03/2009			
Empresa Destino:	-				
Por Concepto de:	ANALIS DE SUELOS COMPLETO.				
Por Valor de:	\$140,000.00	Vr. en Letras: CIENTO CUARENTA MIL PESOS M/CTE ***			
FORMAS DE PAGO					
Código	Descripción	Banco	Nro. Documento	Fecha	Valor
1	EFFECTIVO				140,000.00
DETALLE					Total:
					140,000.00
Código	Descripción	Factura	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
01028	43051415 - DERECHOS DE LABORATORIO PREGRADO CON TERCERO		2.00	70,000.00	140,000.00
					Total:
					140,000.00
<p>E_BELTRAN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 40%;"> <p>Códigos: 250-251 Abril 21/09 Rncu. 3165000 Ext 19088</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  </div> </div>					

Figura 25. Recibo de caja suelos 3 y 4 laboratorio de suelos Universidad Nacional



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Nit: 899999063
NIVEL CENTRAL
CARR 30 45 03 ED 500 - FACULTAD DE
2011 - FACULTAD AGRONOMIA SEDE BOGOTA

V.4000
Página 1 de 1
18/03/2009 12:07:05

RECIBO DE CAJA Nro. 307

Recibido De: 53084324 - YENY PAOLA CAMACHO ANGEL 3665553 CR 10 28 Caja Numero: 211 Fecha: 18/03/2009

Empresa Destino: -
Por Concepto de: ANALIS DE SUELOS COMPLETOS

Por Valor de: \$140,000.00 Vr. en Letras: CIENTO CUARENTA MIL PESOS M/CTE ***

FORMAS DE PAGO

Código	Descripción	Banco	Nro. Documento	Fecha	Valor
1	EFFECTIVO				140,000.00
Total:					140,000.00

DETALLE

Código	Descripción	Factura	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
01028	43051415 - DERECHOS DE LABORATORIO PREGRADO CON TERCERO		2.00	70,000.00	140,000.00
Total:					140,000.00

E_BELTRAN

Código 252-253
Abril 21/09
Rosa 3165000 ext 14088

Muestra 1 → 250
2 → 251
3 → 252
4 → 253

Figura 26. Recibo de caja suelo testigo laboratorio de suelos Universidad Nacional

 <p>SFI - Sistema Financiero Integrado Módulo de Recaudos</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Nit: 899999063 NIVEL CENTRAL CR 30 45 03 ED 500 - FACULTAD DE 2011 - FACULTAD AGRONOMIA SEDE BOGOTA</p>	<p>V.4000 Página 1 de 1 20/04/2009 11:56:21</p>			
RECIBO DE CAJA Nro. 418					
Recibido De:	53084324 - CAMACHO ANGEL YENY PAOLA	Caja Numero: 211 Fecha: 20/04/2009			
Empresa Destino:	-				
Por Concepto de:	ANALIS DE SUELOS - COMPLETO				
Por Valor de:	\$70,000.00	Vr. en Letras: SETENTA MIL PESOS M/CTE ***			
FORMAS DE PAGO					
Código	Descripción	Banco	Nro. Documento	Fecha	Valor
1	EFFECTIVO				70,000.00
Total:					70,000.00
DETALLE					
Código	Descripción	Factura	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
01028	43051415 - DERECHOS DE LABORATORIO PREGRADO CON TERCERO		1.00	70,000.00	70,000.00
Total:					70,000.00
E_BELTRAN					
<p style="font-size: 1.2em;">Código 404. Mayo 19/09 Rosa 3165000 ext. 14088</p>					

Figura 27. Resultado suelo 1 laboratorio de suelos Universidad Nacional

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 250-2009

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA

Remitente: Jenni Camacho	Finca: Hacienda Casa Blanca	Lote: 1
E-mail: jepacaan@gmail.com	Propietario: Hermes Castellanos	Recibido: 18/3/2009
Dirección: Carrera 10 No 28-12 sur	Municipio: Choconta	Reportado: 21/4/2009
Teléfono: 3665553-3176802588	Dpto: Boyacá	Recibo No.: 306
Ciudad: Bogotá D.C.	Cultivo: Pastos	

RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
5,7	ns	3,45	0,30	12,4	2,84	5,99	0,07	0,00	21,3	26,9

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg							%			
75,3	ns	2,79	485	28,4	24,9	0,69	22	25	53	FArA

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado: 0.0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con acetato de NH ₄ 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH ₄ intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocálcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocálcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10

Elemento	Alto	Medio	Bajo
P	>40	20-40	<20
K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
Ca	>6	3,0-6,0	<3
Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5

Analista: *Alejandro Higuera*

Directora: *Mariana Otáñez*

Figura 28. Resultado suelo 2 laboratorio de suelos Universidad Nacional

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 251-2009

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA

Remitente: Jenni Camacho	Finca: Hacienda Casa Blanca	Lote: 2
E-mail: jepacaan@gmail.com	Propietario: Hermes Castellanos	Recibido: 18/3/2009
Dirección: Carrera 10 No 28-12 sur	Municipio: Choconta	Reportado: 21/4/2009
Teléfono: 3665553-3176802588	Dpto: Boyacá	Recibo No.: 306
Ciudad: Bogotá D.C.	Cultivo: Pastos	

RESULTADOS

pH	CE	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
	dS/m	%		meq / 100g						
5,2	ns	3,05	0,26	12,0	0,59	5,31	0,07	0,37	18,3	22,6

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg							%			
63,3	ns	3,31	434	27,1	17,2	0,63	22	27	51	FArA

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado: 0.0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con acetato de NH ₄ 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH ₄ intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocálcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocálcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo	Elemento	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25	P	>40	20-40	<20
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15	K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10	Ca	>6	3,0-6,0	<3
				Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5	

Analista: *Alexander Alvarez*

Directora: *Marta Ocampo*

Figura 29. Resultado suelo 3 laboratorio de suelos Universidad Nacional

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 252-2009

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA

Remitente: Jenni Camacho	Finca: Hacienda Casa Blanca	Lote: 3
E-mail: jepacaan@gmail.com	Propietario: Hermes Castellanos	Recibido: 18/3/2009
Dirección: Carrera 10 No 28-12 sur	Municipio: Choconta	Reportado: 21/4/2009
Teléfono: 3665553-3176802588	Dpto: Boyacá	Recibo No.: 307
Ciudad: Bogotá D.C.	Cultivo: Pastos	

RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
5,0	ns	4,72	0,41	10,3	1,95	4,88	0,16	0,81	18,1	29,4

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg							%			
85,3	ns	0,42	454	7,92	3,36	0,64	30	25	45	FArA

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado: 0.0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con acetato de NH ₄ 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH ₄ intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocálcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocálcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo	Elemento	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25	P	>40	20-40	<20
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15	K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10	Ca	>6	3,0-6,0	<3
				Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5	

Analista: *Alexander Hervas*

Directora: *Mariana Otáñez*

Figura 30. Resultado suelo 4 laboratorio de suelos Universidad Nacional

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 253-2009

Página 1 de 1



LABORATORIO DE SUELOS FACULTAD DE AGRONOMÍA

Remitente: Jenni Camacho	Finca: Hacienda Casa Blanca	Lote: 4
E-mail: jepacaan@gmail.com	Propietario: Hermes Castellanos	Recibido: 18/3/2009
Dirección: Carrera 10 No 28-12 sur	Municipio: Choconta	Reportado: 21/4/2009
Teléfono: 3665553-3176802588	Dpto: Boyacá	Recibo No.: 307
Ciudad: Bogotá D.C.	Cultivo: Pastos	

RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO %	N %	Ca %	K %	Mg %	Na %	AI %	CICE %	CIC %
6,7	ns	1,79	0,15	17,2	0,55	2,67	0,06	0,00	20,5	16,0

ns: no solicitado

P mg / kg	S %	Cu %	Fe %	Mn %	Zn %	B %	Ar %	L %	A %	Textura
67,4	ns	2,43	272	22,9	10,7	0,73	14	17	69	FA

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALORACIÓN
pH	Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1)	Potenciométrica
CE: Conductividad eléctrica	Extracto de la pasta de saturación	Conductimétrica
CO: Carbono orgánico oxidable	Walkley-Black	Colorimétrica
N: Nitrógeno total	Estimado a partir del CO (factor empleado: 0.0862)	
Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables	Extracción con acetato de NH ₄ 1M pH 7	Absorción Atómica
CIC: Capacidad de intercambio catiónico	Desplazamiento del NH ₄ intercambiado con NaCl	Volumétrica
CICE: CIC Efectiva	Estimado por suma de bases y acidez intercambiables	
AI: Acidez intercambiable	Extracción con KCl 1M	Volumétrica
P: Fósforo disponible	Bray II	Colorimétrica
S: Azufre disponible	Extracción con fosfato monocálcico	Turbidimétrica
Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos	Extracción con DTPA	Absorción Atómica
B: Boro	Extracción con fosfato monocálcico	Colorimétrica
Arcilla (Ar), limo (L), arena (A)	Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato	Densimétrica
Textura	Triángulo de clasificación textural USDA	

NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10

Elemento	Alto	Medio	Bajo
P	>40	20-40	<20
K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
Ca	>6	3,0-6,0	<3
Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5

Analista: *Alexander Hervas*

Directora: *Marta Ojeda*

Figura 31. Resultado suelo testigo laboratorio de suelos Universidad Nacional

ANEXO F

Fotos prueba piloto

Foto 24. Prueba piloto 0 días



Fuente: Camacho y Robles

Foto 25. Prueba piloto 8 días



Fuente: Camacho y Robles

Foto 26. Prueba piloto 15 días



Fuente: Camacho y Robles

Foto 27. Prueba piloto 25 días



Fuente: Camacho y Robles

Foto 28. Arveja Repetición 1



Fuente: Camacho y Robles

Foto 29. Arveja Repetición 2



Fuente: Camacho y Robles

Foto 30 Arveja Repetición 3



Fuente: Camacho y Robles

Foto 31. Haba repetición 1



Fuente: Camacho y Robles

Foto 32. Haba repetición 2



Fuente: Camacho y Robles

Foto 33 Haba repetición 3



Fuente: Camacho y Robles

Foto 34. Pasto R.G. repetición 1



Fuente: Camacho y Robles

Foto 35. Pasto R. G. Repetición 2



Fuente: Camacho y Robles

Foto 36. Pasto R.G. repetición 3



Fuente: Camacho y Robles

Foto 37. Deshojado de las plantas



Fuente: Camacho y Robles

Foto 38. Medición del tallo



Fuente: Camacho y Robles

Foto 39. Molienda de las repeticiones



Fuente: Camacho y Robles

Foto 40. Peso de repeticiones



Fuente: Camacho y Robles

Foto 41. Repeticiones para mufla



Fuente: Camacho y Robles

Foto 42. Mufla



Fuente: Camacho y Robles

Foto 43. Digestión con HCL al 10%



Fuente: Camacho y Robles

Foto 44. Calentamiento en estufa



Fuente: Camacho y Robles

Foto 45. Aforo a 25 ml



Fuente: Camacho y Robles