


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 20 de enero de 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Luz Edith Narvárez Chamorro, con C.C. No. 1.075.287.729, Magda Lizeth Rivera Ardila, con C.C. No. 1.075.268.139 y Luisa Fernanda Tello Ruíz con C.C. No. 1.075.291.553 autoras de la tesis y/o trabajo de grado titulado “Calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana”. Presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de Licenciadas en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:





Firma: Ju Elizabeth Narváez Ch.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Magda Lizeth Rivera Ardila

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: [Firma manuscrita]

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

Calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Narváez Chamorro Rivera Ardila Tello Ruiz	Luz Edith Magda Lizeth Luisa Fernanda

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Narváez Zamora	Luis Javier

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciadas en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

FACULTAD Educación





PROGRAMA: Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2017 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 108

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías X Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general X
 Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas X Música impresa ___ Planos___
 Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

MATERIAL ANEXO: Folleto y artículo como estrategia de divulgación de los resultados.

PREMIO O DISTINCIÓN *Tesis Meritoria*

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español





Inglés

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Agua Potable | Drinking water |
| 2. Calidad Sanitaria | Health Quality |
| 3. Análisis Bacteriológico | Bacteriological Analysis |
| 4. Análisis Físicoquímico | Physical-chemical analysis |
| 5. Metales Pesados | Heavy Metals |
| 6. Pesticidas | Pesticides |
| 7. Decreto 1575/ 2007 | Decree 1575/2007 |
| 8. Resolución 2115/ 2007 | Resolution 2115/2007 |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El agua se ha convertido en la fuente principal de desarrollo y sostenimiento de los seres humanos, ésta ha permitido el mejoramiento de la calidad de vida en el planeta, sin embargo actualmente no se le da la importancia que merece, cada vez está más limitada y presenta una problemática global debido al crecimiento poblacional, manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas, y las actividades rutinarias que realizan los seres humanos que contribuyen a la degradación afectando su calidad y cantidad, logrando así la contaminación de los afluentes que proveen agua a las diferentes comunidades. Por consiguiente el agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana de Neiva debe poseer una calidad sanitaria que garantice su consumo sin generar riesgo alguno para la salud humana.

En este sentido, el presente proyecto de investigación se centró en el campo de la Química y la Biología, para evaluar la calidad sanitaria del agua potable consumida en la USCO sede central – Neiva, mediante un análisis físicoquímico, bacteriológico y de pesticidas que se realizó en un periodo de 4 meses, aplicando metodologías que consistieron de unas fases o etapas sucesivas (Bibliográfica, de muestreo, laboratorio,

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4

análisis de resultados y divulgación). Los resultados obtenidos se compararon con las normas establecidas sobre la calidad de agua donde se verificó si esta cumple con los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en el decreto número 1575 / 2007 y la resolución 2115/2007 del Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Water has become the main source of development and sustenance of human beings, has made the improvement of the quality of life on the planet, now there is no limit on the value it deserves, is increasingly more limited and Presents A global problem due to population growth, watershed management, and routine human activities that contribute to degradation affecting their quality and quantity, thus achieving the contamination of the acids that come from water to the different communities. The drinking water consumed at the headquarters of the Survival University of Neiva must have a sanitary quality that guarantees its consumption without generating any risk for human health.

In this sense, the present research project focused on the field of chemistry and biology, to evaluate the sanitary quality of drinking water consumed at the USCO headquarters - Neiva, through a physicochemical, bacteriological and pesticide analysis that was carried out in A period of 4 months, applying methodologies that consisted of successive phases or stages (Bibliographic, sampling, laboratory, analysis of results and dissemination). The results obtained are compared with the established standards on water quality, and are established with the physical, chemical and bacteriological parameters established in decree number 1575/2007 and resolution 2115/2007 of the Ministry of Social Protection, Ministry of Environment, Housing and Territorial Development.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 4

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Juan Manuel Perea Espitia

Firma:

Nombre Jurado: Erica Lorena Garzón Silva

Firma: ERICA LORENA GARZÓN SILVA

Nombre Jurado: Jhon Freddy Castañeda Gómez

Firma:

**CALIDAD SANITARIA DEL AGUA POTABLE CONSUMIDA EN LA SEDE
CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**LUZ EDITH NARVÁEZ CHAMORRO
MAGDA LIZETH RIVERA ARDILA
LUISA FERNANDA TELLO RUIZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA
NEIVA - HUILA
2017**

**CALIDAD SANITARIA DEL AGUA POTABLE CONSUMIDA EN LA
SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**LUZ EDITH NARVÁEZ CHAMORRO 20122113585
MAGDA LIZETH RIVERA ARDILA 20122113618
LUISA FERNANDA TELLO RUIZ 20122113235**

**Trabajo de grado para optar al título de Licenciadas en ciencias naturales:
Física, Química y Biología**

**Asesor
Mg. LUIS JAVIER NARVÁEZ ZAMORA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA
NEIVA - HUILA
2017**

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Asesor

Neiva, 18 de enero de 2017

Dedicatoria

En primera medida agradecer a Dios, que siempre me guía, protege y me brinda todas sus bendiciones para salir adelante a pesar de las dificultades que se puedan presentar en el camino.

A mis padres, Edith y Luis Javier por ser los pilares fundamentales de mi vida, por hacerme saber que siempre voy a contar con su apoyo y amor incondicional. Por acompañarme en cada escalón que he alcanzado y que seguiré avanzando. Son de ustedes todos mis triunfos.

A mi abuelo Jorge Enrique, por bendecirme y alegrarme con su presencia y recordarme que “el estudio es lo que ha de servir para la vida”. Y a mis abuelos Nelly, Luz Angélica y José Fernando que no están conmigo pero siempre me protegen.

A mis hermanos, Carolina y George que son mi ejemplo y mis personas favoritas en el mundo. Y al resto de mi familia que nunca deja de creer en mí y brindarme su cariño.

A mis maestros de la Universidad Surcolombiana por permitirme aprender de ellos y por ser la profesional que soy.

A mis amigos con los que he creado lazos irrompibles de compañerismo y apoyo mutuo.

A Luisa y Magda, su ayuda, confianza y paciencia hizo posible alcanzar este gran logro de nuestras vidas.

Luz Edith Narváez Chamorro

Dedicatoria

Este logro lo dedico primeramente a Dios por haberme guiado en el buen camino y permitido llegar hasta este punto, darme fortaleza para seguir adelante y no desfallecer en los momentos difíciles que se presentaban, enseñándome a ser frente a las adversidades sin perder nunca la calma ni desmayar en el intento.

A mi madre Magnaly, por su apoyo incondicional y ser para mí un ejemplo de perseverancia, mi padre Raúl por demostrarme que a pesar de las circunstancias todo se puede lograr. A mis hermanos Juan, José y Jhoan por apoyarme en todo instante y estar siempre presentes en este camino de lucha para alcanzar una de mis tantas metas. Ellos me han formado como persona, me han dado sus consejos, valores y motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi novio Jhon por su comprensión infinita y sobre todo por ser una compañía incondicional. A mis compañeras de tesis Luisa Fernanda y Luz Edith y al asesor Luis Narváez Zamora, porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Y claro a todos aquellos maravillosos seres que han compartido enseñanzas y aprendizajes en mis logros durante estos años de carrera, como también quienes se han detenido para darme una voz de aliento en los momentos difíciles.

Magda Lizeth Rivera Ardila

Dedicatoria

En primera medida, dedico este logro a Dios, por bendecir cada día de mi vida, guiarme por el camino correcto, darme la suficiente fortaleza y permitir que superara cada uno de los obstáculos que en el transcurso se presentaron.

A mi madre, Martha Lucía Ruiz, por su constante lucha para permitir que a pesar de las circunstancias culminara mi carrera profesional, por su apoyo, cariño, confianza y amor. Te amo Mama.

A mis hermanas, Viviana, María del Pilar y Ximena Susana, por ser mi apoyo, fortaleza y ejemplo a seguir.

A mis sobrinos, Juan José y Thomas, ser la luz que ilumina mi vida, brindarme cada momento de felicidad y ser el motivo de mis luchas.

A mi padrastro, Hernando Vanegas, por brindarme su apoyo incondicional y su confianza.

A mis maestros de la Universidad Surcolombiana, por compartir conmigo cada uno de sus conocimientos.

A mis compañeras de trabajo, por su amistad, dedicación, paciencia y entrega total.

Luísa Fernanda Tello Ruiz

Agradecimientos

Principalmente agradecemos a Dios, por bendecir cada día de nuestras vidas.

A nuestras familias por su lucha y apoyo incondicional en cada una de las etapas de este proceso de formación.

A nuestro director y asesor de tesis Luis Javier Narvárez Zamora, por su dedicación y apoyo durante todo el proceso de realización del presente trabajo.

A la coordinadora de los laboratorios de Química de la Universidad Surcolombiana, por permitir la disponibilidad de equipos, reactivos y materiales, utilizados en cada una de las pruebas.

A la Universidad del Tolima, por permitirnos el desarrollo de pruebas en sus instalaciones y su importante asesoría.

A la Secretaria de Salud Departamental, por su colaboración en el desarrollo de los análisis bacteriológicos.

A nuestros jurados por su dedicación, recomendaciones y aportes al trabajo.

A cada uno de ustedes, muchas gracias.

Tabla de Contenido

Índice de Tablas	11
Índice de Ilustraciones	12
1. Presentación	13
2. Justificación	14
3. Planteamiento de la pregunta problema del proyecto	16
4. Objetivos	17
4.1. General	17
4.2. Específicos	17
5. Antecedentes	18
5.1. Antecedentes Locales	18
5.2. Antecedentes Regionales	20
5.3. Antecedentes Nacionales	22
6. Marco Teórico	23
6.1. El Agua	23
6.1.1. Propiedades Físicas y Enlace de Hidrógeno en el Agua	23
6.1.2. Estructura del Agua Líquida	24
6.1.3. Propiedades Disolventes del Agua	25
6.1.4. Interacciones Hidrofóbicas	25
6.1.5. Efecto de los Solutos sobre las Propiedades del Agua	26
6.1.6. Ionización del Agua	26
6.1.7. Producto Iónico del Agua: Escala de pH	26
6.2. Agua Potable	27
6.2.1. Características Fisicoquímicas	27
6.2.1.1. Características Físicas	27
6.2.1.1.1. Color	27
6.2.1.1.2. Olor y sabor	28
6.2.1.1.3. Dureza Total	28
6.2.1.1.4. Temperatura	28
6.2.1.2. Características Químicas	29
6.2.1.2.1. pH	29
6.2.1.2.2. Sustancias que tienen efecto adverso en la salud humana.	30
6.2.2. Cuantificación de Metales Pesados	31
6.2.3. Cuantificación de Pesticidas	34
6.2.3.1. Definición de pesticida	34
6.2.3.2. Clasificación de los Plaguicidas	34

6.2.3.3	Descripción de los Plaguicidas Objeto de Estudio	36
	Descripción del Propineb.	36
	Descripción del Trifloxystrobin	36
	Descripción del Difenoconazol.	37
6.2.4	Características Bacteriológicas del Agua para Consumo Humano	40
7	Metodología	42
7.2	Tipo de Investigación	42
7.3	Enfoque de la Investigación	42
7.2.1	Fase 1. Fase conceptual.	43
	Paso 1. Formulación y Delimitación del Problema.	43
	Paso 2. Revisión de la Literatura	43
	Paso 3. Construcción de un marco teórico	43
	Paso 4. Formulación de hipótesis	44
7.2.2	Fase 2. Fase de Planeación y Diseño	44
7.2.3	Fase 3. Fase Empírica	44
7.2.4	Fase 4. Fase Analítica	44
7.2.5	Fase 5. Fase de Difusión	44
7.4	Etapas de la Investigación	44
7.4.1	Etapa bibliográfica	45
7.4.2	Etapa de muestreo	45
7.4.3	Etapa de Análisis	46
7.4.4	Etapa de análisis de resultados:	55
7.4.5	Etapa de divulgación	56
8	Resultados y análisis de resultados	57
	Color Aparente y Color Real.	57
	Olor y Sabor	59
	Dureza	60
	Temperatura	62
	pH	63
	Cloruros	64
	Nitritos	66
	Sulfatos	67
	Cuantificación de Metales Pesados	69
	Cuantificación de Pesticidas	74
	Cuantificación de Coliformes	77
8	Conclusiones	79

10. Bibliografía	81
11. Anexos	85
11.1 Ficha de seguridad Propineb	85
11.2 Ficha de seguridad Trifloxystrobin	91
11.3 Ficha de seguridad Difenoconazol	98

Índice de Tablas

Tabla No. 1. Antecedentes Locales sobre la Calidad Sanitaria del Agua Potable en la Sede Central de la USCO.	18
Tabla No. 2. Antecedentes Regionales sobre la Calidad Sanitaria del Agua Potable Consumida en la Sede Central de la USCO.	20
Tabla No. 3. Antecedentes Nacionales de la Calidad Sanitaria del Agua Potable Consumida en la Sede Central de la USCO.	22
Tabla No. 4. Cantidad máxima de los sustancias químicas presentes en el agua Tomada de la Resolución 2115 de 2007.	30
Tabla No. 5. Toxicidad de pesticidas según OMS	35
Tabla No. 6. Toxicidad aguda de pesticidas según EPA	35
Tabla No. 7. Valores admisibles en el agua de microorganismos patógenos.	40
Tabla No. 8. Frecuencia de muestreo, intervalos de tiempo en función de la cantidad de personas servidas.	41
Tabla No. 9. Características de los sitios de recolección de las muestras, primer y segundo muestreo	46
Tabla No. 10. Parámetros de estandarización analíticos del método usado ara plaguicidas.	55
Tabla No. 11. Resultados del análisis del olor y sabor de cada una de las muestras.	59
Tabla No. 12. Parámetros definidos en el Kit de análisis.	60
Tabla No. 13. Resultados Obtenidos con el Kit de dureza en los dos muestreos.	60
Tabla No. 14. Resultados de la medición de temperatura de cada una de las muestras.	62
Tabla No. 15. Resultados de la medición de pH a cada una de las muestras.	63
Tabla No. 16. Cantidad de Cloruros Presente en cada una de las Muestras.	64
Tabla No. 17. Cantidad de Nitritos en cada una de las Muestras.	66
Tabla No. 18. Cantidad de sulfato presente en cada una de las muestras.	67
Tabla No. 19. Método Cobre.	69
Tabla No. 20. Método Mercurio.	70
Tabla No. 21. Método Plomo.	71
Tabla No. 22. Resultados para Cu mediante UV, en ambos muestreos.	72
Tabla No. 23. Resultados obtenidos de Hg mediante UV, primer muestreo.	72
Tabla No. 24. Resultados obtenidos de Pb mediante UV, segundo muestreo.	73
Tabla No. 25. Curvas de calibración para los patrones de los fungicidas.	74
Tabla No. 26. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.	75
Tabla No. 27. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.	75
Tabla No. 28. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.	76
Tabla No. 29. Resultados obtenidos en la cuantificación de Coliformes Totales en muestreos 1 y 2.	77

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración No. 1. pHmetro</i>	29
<i>Ilustración No. 2. Espectro UV- Vis. Tomado de (Universidad Nacional de la Plata, 2011)</i>	32
<i>Ilustración No. 3. Estructura molecular del Propineb.</i>	36
<i>Ilustración No. 4. Estructura molecular del trifloxystrobin.</i>	37
<i>Ilustración No. 5. Estructura molecular del difenoconazol.</i>	37
<i>Ilustración No. 6. Mapa Sitios de Muestreos.</i>	45
<i>Ilustración No. 7. Kit AquaMerck de Color.</i>	47
<i>Ilustración No. 8. Kit AquaMerck de Dureza Total.</i>	47
<i>Ilustración No. 9. Kit de AquaMerck de Cloruros.</i>	48
<i>Ilustración No. 10. Kit de AquaMerck de Nitritos.</i>	49
<i>Ilustración No. 11. Kit de AquaMerck de Sulfatos.</i>	50
<i>Ilustración No. 12. PerkinElmer Lambda 35</i>	51
<i>Ilustración No. 13. Procedimiento realizado para el Análisis de Filtración por Membrana. Imágenes tomadas de (Universidad de Salamanca, S.F.)</i>	52
<i>Ilustración No. 14. Cromatograma en el modo SIM de una muestra conteniendo 10,0 µg/L de los fungicidas; 1: Difenoconazol. 2: trifloxystrobin, 3: Propineb (patrón interno).</i>	55
<i>Ilustración No. 15. Gráfica obtenida del color aparente que presentan las muestras en los dos muestreos.</i>	58
<i>Ilustración No. 16. Gráfica obtenida del color real que presentan las muestras en los dos muestreos.</i>	58
<i>Ilustración No. 17. °f de dureza obtenido para cada una de las muestras en los dos muestreos.</i>	61
<i>Ilustración No. 18. Resultados de la medición de pH a cada una de las muestras.</i>	63
<i>Ilustración No. 19. Resultados obtenidos en la cuantificación de cloruros.</i>	65
<i>Ilustración No. 20. Cantidad de Nitritos</i>	66
<i>Ilustración No. 21. Resultados obtenidos del test de sulfato primer y segundo muestreo.</i>	68
<i>Ilustración No. 22. Curva de Calibración Cobre.</i>	70
<i>Ilustración No. 23. Curva de Calibración Mercurio.</i>	71
<i>Ilustración No. 24. Curva de Calibración del Plomo.</i>	72
<i>Ilustración No. 25. Curva de calibración para Trifloxystrobin</i>	74
<i>Ilustración No. 26. Curva de calibración para Propineb</i>	75
<i>Ilustración No. 27. Curva de calibración para Difenoconazol</i>	76
<i>Ilustración No. 28. Ficha de Seguridad Pesticida Propineb.</i>	85
<i>Ilustración No. 29. Ficha de Seguridad Pesticida Trifloxystrobin.</i>	91
<i>Ilustración No. 30. Ficha de seguridad del Pesticida Difenoconazol</i>	98

1. Presentación

El agua es el recurso de mayor importancia del cual depende nuestra vida y nuestro medio ambiente, algunos organismos viven en ella y todos nos mantenemos gracias a ella. El agua constituye del 60 al 75 % de la masa de un organismo, presenta propiedades físicas y químicas las cuales la diferencian de la mayoría de los demás líquidos y ha permitido que todos los seres vivos hayan sido viables, sobrevivan y evolucionen constantemente en el planeta tierra; sin embargo es uno de los recursos más desperdiciados, y cada vez es más difícil encontrarlo en óptimas condiciones de consumo para satisfacer nuestras necesidades.

Teniendo como referencia la actividad antrópica donde se destacan aspectos tales como el manejo agrícola, pecuario, la explotación petrolera y el alto grado de contaminación al que ha sido sometido el Río Las Ceibas, principal fuente de abastecimiento del agua para los habitantes de la ciudad de Neiva, incluyendo la población de la Universidad Surcolombiana; se decidió hacer un estudio de la calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la USCO, para verificar si cumple con los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en el Decreto número 1575 / 2007 y la Resolución 2115/2007 del Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El trabajo presentado a continuación se constituye en el trabajo de grado realizado por estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, de la Facultad de Educación de la Universidad Surcolombiana de Neiva, Huila como requisito para acceder al título. Éste tiene el propósito de determinar la calidad sanitaria, incluyendo las características fisicoquímicas básicas, la cuantificación de algunos metales nocivos y Coliformes en el agua consumida por la comunidad en general de la Universidad Surcolombiana en su sede central. La importancia del proyecto, radica en el aseguramiento de la calidad sanitaria del agua potable consumida, con el fin de informarle a la comunidad usuaria, y gestionar algunas medidas en caso de encontrar hallazgos significativos.

2. Justificación

A lo largo de la historia, el agua se ha convertido en la fuente principal de desarrollo y sostenimiento de los seres humanos, pues ha permitido el mejoramiento de la calidad de vida en el planeta, sin embargo actualmente no se le da la importancia que merece, pues cada vez está más limitada, tal como lo afirma (Saracho & Rodriguez, 2006). "El agua es un recurso importante para cualquier actividad humana y para los ecosistemas, sin embargo ésta es cada vez más escasa". Actualmente presenta una problemática global debido al crecimiento poblacional, manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas que ha llevado al deterioro de estas y las actividades rutinarias que realizan los seres humanos que contribuyen a la degradación afectando su calidad y cantidad, logrando así la contaminación de los efluentes que proveen agua a las diferentes comunidades.

De tal modo, es de gran interés que el agua que está siendo consumida tenga una excelente calidad, tanto para el bienestar de la sociedad como para la salud humana, significa que debe estar libre de insectos, microorganismos patógenos, metales, minerales y otras sustancias que puedan generar enfermedades como: cólera, hepatitis infecciosa, dengue, fiebre amarilla, malaria, entre otros problemas en la salud de las personas.

Ahora bien, la calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. Según (Otero, 2002), el concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño.

Por consiguiente el presente proyecto, pretende evaluar la calidad del agua potable consumida en la universidad, mediante la realización de un análisis que indique su estado sanitario, es decir, determinar si es apta o no para la población, ya que al estar contaminada por cualquier agente químico o bacteriológico puede generar daños tanto ambientales como de salud de las personas que tienen acceso a esta.

Teniendo en cuenta lo anterior el estudio busca determinar la calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la USCO para informar a la comunidad universitaria, las condiciones fisicoquímicas, bacteriológicas y contaminación por pesticidas y metales del líquido vital, en la búsqueda de alternativas de solución en caso de producirse hallazgos significativos.

3. Planteamiento de la pregunta problema del proyecto

El agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana de Neiva debe poseer una calidad sanitaria que garantice su consumo sin generar riesgo alguno para la salud humana. Se asume que fue tratada adecuadamente para cumplir las normas sanitarias colombianas en cuanto hace referencia a sus características fisicoquímicas y biológicas. En este sentido, este trabajo investigativo pretende comprobar las condiciones sanitarias de este preciado líquido a través de análisis químicos y bacteriológicos.

En consecuencia, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es la calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la Usco?

4. Objetivos

4.1. General

Determinar la calidad sanitaria del agua potable consumida en la sede central de la USCO.

4.2. Específicos

- ✓ Determinar las características fisicoquímicas básicas del agua potable consumida en la sede central de la USCO.
- ✓ Identificar y cuantificar Coliformes en el agua potable consumida en la sede central de la USCO.
- ✓ Cuantificar metales pesados como Hg, Pb, Cu en el agua potable consumida en la sede central de la USCO.
- ✓ Identificar y cuantificar algunos pesticidas en el agua potable consumida en la sede central de la USCO.
- ✓ Promover estrategias de difusión de los resultados obtenidos a la comunidad académica usuaria del servicio.

5. Antecedentes

Revisada la literatura disponible en la biblioteca Usco como las publicaciones de las bases de datos se presentan algunos estudios relacionados con la temática estudiada en esta investigación, inicialmente se presentan los antecedentes locales y luego los regionales, nacionales e internacionales.

5.1. Antecedentes Locales

Tabla No. 1. Antecedentes Locales sobre la Calidad Sanitaria del Agua Potable en la Sede Central de la USCO.

Título de investigador	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
Análisis Microbiológico de Alimentos Preparados en la Vía Pública en los Alrededores de la Universidad Surcolombiana Mediante el Estudio de Coliformes. (Perez , 2015)	Determinar el tipo de Coliformes que se encuentran en los alimentos preparados en el restaurante, las cafeterías y la vía pública de los alrededores de la Universidad Surcolombiana en la ciudad de Neiva.	Se llevó a cabo el tratamiento de las muestras en medios de pre-enriquecimiento, una descripción de la morfología celular y de colonia, aislamiento de los posibles Coliformes en medios de cultivos selectivos, identificación y confirmación de las bacterias aisladas por medio de pruebas bioquímicas y moleculares y por último se llevó a cabo la fase de divulgación.	El análisis microbiológico así como las pruebas bioquímicas y de biología molecular permitieron la detección e identificación de <i>E. Coli H₇</i> y <i>Shigella</i> spp.
Calidad Sanitaria De La Leche Pasteurizada y Consumida en Neiva. "Cuidado con El Consumo de Leche Mal Pasteurizada". (Narváez & Ramírez, 1995)	Determinar la calidad sanitaria de la leche pasteurizada y consumida en la ciudad de Neiva – Huila.	El estudio se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Surcolombiana donde se analizaron diferentes muestras de leche en bolsa.	El estudio permitió concluir que la leche pasteurizada producida en Neiva es de mala calidad sanitaria debido a las faltas en el proceso de pasteurizado, empaçado o refrigerado y su consumo puede presentar riesgos en la salud humana. Se halló que el 90% de las muestras sobrepasa los límites permisibles de microorganismos mesófilos. El 58% de las leches pasteurizadas presentan un elevado número de coliformes totales y el 35% de las muestras contienen más de 1.100 coliformes por litro. El análisis permitió la identificación de <i>Staphylococcus aureus</i> en el 40% y en un 90% de <i>Echerichia coli</i> .

...continuación de la Tabla No. 1.

Título de investigador	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
<p>Ensayos de floculación para reemplazar el sulfato de aluminio tipo B granulado como coagulante en la Planta de Tratamiento Jardín de Neiva. (Quiza & Rojas, 2012)</p>	<p>Identificar el coagulante más idóneo para el remplazo del sulfato de aluminio granulado tipo B utilizado por las empresas públicas de Neiva en la potabilización de agua cruda en la planta de tratamiento Jardín.</p>	<p>El estudio se desarrolló en las instalaciones de los laboratorios de aguas de la planta de tratamiento el Jardín, en donde se identificó el comportamiento de los productos Mackenfloc I, II, III y IV, Hidroxicloruro, Quinsafloc, SALB, SAGB. Se midió pH, color, turbiedad y aluminio residual presente.</p>	<p>Se destacó la acción floculante de los compuestos en diversas situaciones de turbiedad. Para turbiedad baja se destacó la acción del coagulante SALB y Mackenfloc III, para turbiedad mediana – baja el Hidroxicloruro y el Mackenfloc III, para turbiedad mediana el Mackenfloc I y III y para turbiedad alta el producto Mackenfloc III y IV. Se estableció que el producto químico más rentable es el Mackenfloc II para el tratamiento de aguas en la primera fase de floculación.</p>

5.2. Antecedentes Regionales

Tabla No. 2. Antecedentes Regionales sobre la Calidad Sanitaria del Agua Potable Consumida en la Sede Central de la USCO.

Título de Investigador	Objetivos	Aspectos Metodológicos	Principales Hallazgos
Caracterización Físicoquímica y Bacteriológica Preliminar del Agua de Consumo Humano de la Vereda "El Dindal" Zona Rural del Municipio de Aipe, Huila-Colombia. (Rojas & Gaona, 2012)	Analizar físicoquímica y bacteriológicamente el agua de consumo de la vereda "El Dindal" zona rural del municipio de Aipe, Huila- Colombia, como una estrategia para caracterizar su calidad sanitaria.	La población objeto de estudio corresponde a los cuerpos de agua presentes en la vereda el Dindal zona rural del municipio de Aipe, los cuales hacen parte de la diversidad hídrica de la región. La muestra fue el agua del consumo del aljibe como sistema de suministro de agua de la zona. Se emplearon cuatro etapas en el desarrollo de la investigación, una etapa de campo, de laboratorio, técnicas de análisis de la información y por último una etapa de socialización.	Dentro de los principales hallazgos, se encuentra que el pH determinado en el agua de consumo humano de la vereda El Dindal, no cumple con lo establecido en el decreto 475/1998 del Ministerio de Salud Pública, lo que determino la presencia de alcalinidad por carbonatos y bicarbonatos. Se determina la presencia de contenidos de bicarbonatos, lo que hace que el agua de consumo presente un aspecto jabonoso y un sabor amargo. Se determina la presencia de concentraciones de Nitrato que exceden lo establecido en el decreto, que tienen su origen debido al uso de fertilizantes. Desde el punto de vista bacteriológico se determina la presencia de coliformes fecales y totales, que hacen referencia a la presencia de Escherichia coli o Enterobacter aerogenes.

Continuación de la Tabla No. 2.

Título de Investigador	Objetivos	Aspectos Metodológicos	Principales Hallazgos
¿Es potable el Agua que se Consume en Neiva? (Barrios, 2000)	Evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento en el proceso de potabilización del agua por parte de las empresas públicas de Neiva.	El trabajo se realiza bajo enfoque cuantitativo experimental, donde inicialmente se realizó recolección de información en diferentes instituciones tales como: CAM, Empresas Publicas de Neiva, y Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana; se realizó la toma de muestras tanto cruda como potable; se analizaron todas las muestras en el laboratorio de Salud pública. Se presentaron resultados y sus respectivos análisis.	Se encuentra que el agua que ofrece la planta cumple los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos exigidos en el decreto 475/1998 haciéndose apta para el consumo humano.
Análisis Microbiológico de Coliformes y Determinación de Salmonella en la Carne de Pollo Expendida en la Central Minorista " Mercaneiva" (Gomez, 2001)	Determinar la prevalencia de coliformes y la bacteria del genero Salmonella en la carne de pollo distribuida en Mercaneiva.	El trabajo tiene enfoque cuantitativo experimental, se realizaron tomas de muestras, realizaron el análisis bacteriológico empleando estas técnicas: determinación de Salmonella se usó pre-enriquecimiento en medio liquido no selectivo, enriquecimiento en medio liquido selectivo y aislamiento diferencial sobre medios solidos selectivos; determinación de coliformes, una prueba presuntiva y una confirmativa.	Se concluye que la carne de pollo distribuida en Mercaneiva cuenta con una buena calidad sanitaria.
Acompañamiento Al Acueducto de Palermo para la Determinación de Análisis Físicoquímico de Aguas Potables y Elaboración de los Manuales de Procedimiento. (Bonilla, 2013)	Determinar mediante análisis físicoquímico la calidad del agua potable en las plantas de tratamiento de Palermo, Juncal, Betania y Ambarco y elaborar los manuales de procedimientos involucrados en dichos análisis.	Investigación de tipo cuantitativo, realizada en dos fases: una primera fase correspondiente al análisis físicoquímico de muestras (etapas de campo, laboratorio, técnicas de análisis de información, reporte de resultados), y una segunda fase relacionada al manual de procedimientos (recopilación de documentos, organización de datos recopilados, diseño y elaboración de manuales y reporte de resultados).	El agua potable que suministra la empresa de servicios públicos de Palermo desde cada una de las plantas de tratamiento, se puede constatar, en términos generales que es de buena calidad, según los parámetros establecidos por los entes gubernamentales.

5.3. Antecedentes Nacionales

Tabla No. 3. Antecedentes Nacionales de la Calidad Sanitaria del Agua Potable Consumida en la Sede Central de la USCO.

Título de Investigador	Objetivos	Aspectos Metodológicos	Principales Hallazgos
<p>Estudio de Caracterización de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Utilizada en la Industria de Alimentos, Colombia 2007. (Silva, 2007)</p>	<p>Evaluar la calidad higiénico-sanitaria del agua utilizada en una muestra aleatoria de productos de industrias colombianas de alimentos.</p>	<p>Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal, en el cual se incluyeron 66 industrias localizadas en ocho departamentos y en el distrito capital. Se hicieron determinaciones analíticas de trece parámetros físicoquímicos, tres parámetros microbiológicos, plaguicidas organofosforados, carbonatos y diez tipos de metales.</p>	<p>Dentro de los hallazgos, se encuentra que el agua utilizada en la mayoría de las industrias que participaron puede producir deterioro de los alimentos y ser una vía de transmisión de microorganismos patógenos, es por esta razón que es muy importante organizar un programa continuo de seguimiento y control.</p>
<p>Calidad Bacteriológica del Agua de Consumo Humano de la Zona Urbana y Rural del Municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. (Avila, 2012)</p>	<p>Analizar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano y rural, por medio de los indicadores de contaminación: coliformes totales y Escherichia coli, mediante la técnica de filtración por membrana.</p>	<p>La metodología se enmarca en un enfoque cuantitativo experimental. El análisis se efectuó en las veredas Corales, Potrerolargo y Carbonera Alta. La toma, preservación y transporte de las muestras se realizó sobre la base del Decreto 1575/2007. El método usado para el recuento de coliformes totales y Escherichia coli fue la filtración por membrana.</p>	<p>Se concluye que el agua de la zona urbana del municipio es apta para el consumo humano.</p>
<p>Evaluación de la Calidad Microbiológica del Agua Envasada en Bolsas Producida en Sincelejo - Colombia. (Vidal, 2008)</p>	<p>Evaluar la calidad microbiológica y físico- química del agua envasada en bolsas producidas en la ciudad de Sincelejo-Colombia con destino al consumo humano.</p>	<p>El estudio fue realizado en la ciudad de Sincelejo, Norte de Colombia. Esta investigación fue de tipo descriptivo en la que se seleccionaron trece marcas de agua envasada, para evaluar su calidad bacteriológica en cuatro muestreos al azar, tres en productos y uno en alberca.</p>	<p>Entre los hallazgos se encuentra, que gran parte del agua envasada en bolsas de la ciudad de Sincelejo genera un riesgo a la salud de los consumidores, debido a la presencia de microorganismos patógenos, por inadecuados procesos de producción y a la intermitencia del suministro del agua utilizada como materia prima.</p>
<p>Determinación de la Calidad de Agua Mediante Indicadores Biológicos y Físicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. (Hahn-vonHessberg, 2009)</p>	<p>Determinar la calidad del agua mediante macro-invertebrados acuáticos y parámetros físicoquímicos en la Estación Piscícola, Granja Montelindo, ubicada en la vereda Santagueda.</p>	<p>Se tomaron las muestras utilizando la metodología de Roldan . Las muestras de material microbiológico se tomaron en cada punto en una cantidad de 50 ml de agua, en envases de plástico estéril y a 20 cm de profundidad, debidamente rotulados y refrigerados. En cada punto se midieron parámetros físicoquímicos: oxígeno, pH, conductividad y temperatura.</p>	<p>El agua que circula en la estación piscícola es de clase tres o medianamente contaminada. No se observó deterioro de la calidad de agua. Se encontraron hongos pertenecientes a los grupos Oomycetos, Phycomycetos y Zygomycetos.</p>

6. Marco Teórico

6.1. El Agua

Nuestro planeta tierra, único planeta donde hasta ahora se conoce la existencia de vida, está cubierto en sus tres cuartas partes de agua, la cual se presenta en estado líquido, sólido y gaseoso. El agua es un recurso indispensable para la vida y el constante desarrollo de los seres vivos. Los seres vivos están constituidos de agua de un 60 a un 75% de su masa, siendo este un líquido encargado de ocupar diferentes espacios en los organismos. Esta sustancia presenta diferentes propiedades tanto físicas y químicas que permiten diferenciarla de otras las cuales le proporcionan un gran valor biológico, su estructura molecular como si fuera un escultor determina las estructuras y las diferentes propiedades de los ácidos nucleicos, proteínas y demás componentes celulares.

Según (Lehninger, 1983), las propiedades del agua son:

6.1.1. Propiedades Físicas y Enlace de Hidrógeno en el Agua

El agua se caracteriza por presentar valores elevados con respecto a su punto de fusión, ebullición, tensión superficial, calor de vaporización y calor de fusión; características que revelan una elevada fuerza de atracción y cohesión interna.

Como apunta (Lehninger, 1983)“Las potentes fuerzas intermoleculares en el agua líquida están originadas por la distribución específica de los electrones en la molécula de agua”. Al realizar la estructura de Lewis de la molécula de agua, podemos observar que el átomo de oxígeno comparte un par de electrones con cada uno de los átomos de hidrógeno, proporcionando una asimetría eléctrica. El átomo de oxígeno al ser más electronegativo atrae los electrones del átomo de hidrógeno dejando desnudo su núcleo, siendo su carga parcial positiva y la del oxígeno negativa; característica que le proporciona el ser un dipolo eléctrico convirtiéndola en una sustancia polar. La elevada cohesión interna del agua líquida, se debe a la capacidad de unión de una molécula de agua a cuatro moléculas vecinas mediante puentes de hidrógeno, debido al orden tetraédrico de los electrones alrededor del átomo de oxígeno.

Diferentes estudios han revelado que los enlaces de hidrogeno son débiles si estos se comparan con los enlaces covalentes, se ha calculado que la energía de un enlace de hidrogeno en la molécula de agua es de $4,5 \text{ Kcal mol}^{-1}$, siendo esta muy inferior a la energía de un enlace covalente en esta misma molécula de $110 \text{ Kcal mol}^{-1}$. Los enlaces de hidrogeno se caracterizan por su longitud, característica que depende de la geometría estructural y la distribución electrónica de las moléculas que se encuentran unidas, de igual forma por su fortaleza máxima debido a una orientación que proporciona el máximo de atracción electrostática.

6.1.2. Estructura del Agua Líquida

Los puentes de hidrogeno en la molécula del agua juegan un papel importante en los tres estados, liquido, hielo y vapor. Al respecto (Lehninger, 1983), establece que en la forma cristalina del agua, se crea una red regular mediante enlaces de hidrogeno en donde cada molécula se une a cuatro moléculas de agua adyacentes y la distancia media oxígeno – oxígeno es $0,276 \text{ nm}$. El agua que se encuentra en estado líquido a 0°C se une mediante enlaces de hidrogeno a 3,6 moléculas de agua con una distancia oxígeno – oxígeno de $0,29 \text{ nm}$, revelando que al fundirse el hielo se rompen el 10% de este tipo de enlaces; en el agua líquida los enlaces de hidrogeno se forman y encienden a una mayor velocidad, estos presentan una vida media de 10^{-11} s y a 100°C aún se encuentran presentes.

La estructura de corto radio del agua en estado líquido se promedia en el espacio y en el tiempo, se caracteriza por ser fluida y ser altamente dotada de enlaces de hidrogeno. La estructura del agua líquida, ha sido una temática muy cuestionada y por consiguiente se han propuesto diferentes modelos para tratar de explicarla; uno de ellos establece que el agua líquida se encuentra constituida por grupos de moléculas de agua similares a las del hielo, las cuales se encuentran en equilibrio lábil con moléculas libres; otro modelo establece que el agua en estado líquido está compuesta por más de tres moléculas que se encuentran unidos mediante puentes de hidrogeno. Por ultimo encontramos el modelo nuevo denominado modelo

continuo, que establece que al fundirse el hielo, los enlaces de hidrogeno que permanecían sin romperse sufren distorsiones, siendo estas mayores al aumentar la temperatura, generando gran inestabilidad.

6.1.3. Propiedades Disolventes del Agua

El agua es considerada como el mejor disolvente, debido a que disuelve muchas de las sales cristalizadas y diferentes compuestos iónicos. Según (Lehninger, 1983) el poder disolvente del agua se debe a las fuertes atracciones electrostáticas entre los dipolos del agua y los iones formando iones hidratados estables superando con ello la tendencia de los iones a atraerse mutuamente. El agua se opone a la atracción electrostática entre los iones positivos y negativos, debido a su alta constante dieléctrica.

Los compuestos no iónicos de carácter polar, como lo son los azúcares, los alcoholes sencillos, los aldehídos y cetonas, también se disuelven en el agua, debido a la tendencia de las moléculas de agua de establecer enlaces de hidrogeno con el átomo de oxígeno y el grupo hidroxilo.

6.1.4. Interacciones Hidrofóbicas

Tal como lo establece (Lehninger, 1983), "el agua dispersa y solubiliza formando micelas a muchos compuestos que tienen grupos simultáneos, fuertemente no polares y grupos fuertemente polares, las cuales reciben el nombre de moléculas anfipáticas". El ácido oleico es un ejemplo de este tipo de molécula, la cual posee un grupo carboxilo polar que se hidrata fácilmente y una cola hidrocarbonada no polar insoluble en agua.

Las micelas comunes en el jabón tienen una carga negativa neta, se forman de manera espontánea ya que el agua prefiere lo polar más que lo no polar. En estas micelas participan fuerza de Van der Waals entre las estructuras hidrocarbonadas. Las interacciones hidrofóbicas poseen poco carácter direccional si son comparadas con los enlaces de hidrogeno, pero estas a su vez producen sistemas de una elevada estabilidad.

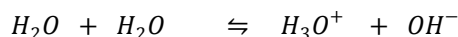
6.1.5. Efecto de los Solutos sobre las Propiedades del Agua

La estructura y las propiedades del agua líquida, cambian con la presencia de solutos disueltos en ella. Tal como lo menciona (Lehninger, 1983), la presencia de soluto en un disolvente se manifiesta mediante propiedades coligativas, que dependen directamente del número de partículas del soluto presentes en una unidad de volumen del disolvente.

El descenso en el punto de congelación, elevación del punto de ebullición y disminución en la presión, son efectos característicos de la presencia de solutos en el agua.

6.1.6. Ionización del Agua

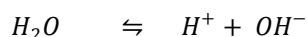
Tomando como referencia, (Teijon, 2006) el átomo de hidrogeno presenta una masa pequeña y su único electrón es atraído por el átomo de oxígeno en la molécula del agua, lo que le permite adquirir la tendencia de ion de hidrogeno y disociarse del oxígeno al que se encuentra unido mediante un enlace covalente y pasar al otro oxígeno de la molécula de agua vecina a la cual se halla unido mediante un enlace de hidrogeno; permitiendo que mediante la reacción de dos moléculas de agua se forme un ion hidronio y un ion hidroxilo.



Estos saltos de los protones entendidos como átomos de hidrógeno desprovistos de su único electrón, interpretan la movilidad eléctrica elevada de los protones en el agua y en el hielo. Los saltos protónicos a lo largo del agua en estado sólido (hielo), permiten que este a pesar de presentar una estructura rígida posea la misma conductividad que la del agua líquida.

6.1.7. Producto Iónico del Agua: Escala de pH

Según (Lehninger, 1983), la disociación iónica del agua, se establece como un proceso de equilibrio, en donde:



A partir del cual se establece la constante de equilibrio

$$K_{eq} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Esta constante de equilibrio presenta una magnitud que puede ser calculada a partir de la conductividad del agua destilada, en donde la concentración no cambia de forma significativa por presentar una ionización ligera.

El producto iónico del agua, expresado como: $K_w = [H^+][OH^-]$, establece la base de la escala de pH, a partir de la cual se designa un valor real de concentración de H^+ de cualquier disolución acuosa.

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

6.2. Agua Potable

Es aquella que cumple en su totalidad con las características físicas, químicas y microbiológicas que están establecidas en (Resolución 2115 de 2007) y (Decreto 1275 de 2007), la cual debe tener un color traslucido, no debe ser corrosiva y estar libre de sustancias minerales o microorganismos patógenos, esto con el fin de que sea idónea para el consumo humano, para preparación de alimentos e higiene personal.

6.2.1. Características Fisicoquímicas

Las características estipuladas en la (Resolución 2115 de 2007) se presentan a continuación:

6.2.1.1 *Características Físicas*

6.2.1.1.1 Color

Es muy común escuchar hablar en la sociedad que el agua posee un color transparente, y que si esta presenta alguna otra coloración está asociada a agua contaminada y no apta para el consumo.

Según (Barrenechea, 2006) el color del agua está directamente asociado a la turbiedad, descomposición de la materia orgánica, presencia de compuestos metálicos como lo son el hierro y el magnesio y a los residuos coloridos originados de las diferentes industrias.

Teóricamente se define como color aparente al color del agua natural una vez recolectada y color verdadero al color del agua que ha pasado por un filtro de 0,45 micras.

Según la (Resolución 2115 de 2007), el color aparente se encuentra establecido en unidades platino cobalto (UPC), “color producido por un mg/L de platino en la forma de ion cloroplatinato” y presenta un valor máximo aceptable de 15.

El método más comúnmente utilizado para remover el color del agua es la coagulación mediante compuestos químicos como lo son el Sulfato Férrico y el Alumbre.

6.2.1.1.2 Olor y sabor

El olor y el sabor del agua son dos características de suma importancia que le permiten determinar a la población consumirla o no. El agua contaminada puede presentar un sabor ácido, amargo, dulce o salado; un olor balsámico originado de las flores, a cloro, azufre, moho, químicos, tierra, medicamentos, etc.; producto de la descomposición de materia orgánica, presencia de bacterias, algas y residuos de desechos industriales.

La (Resolución 2115 de 2007) no establece unidades para estas dos propiedades del agua, únicamente se establece si el olor y el sabor es aceptable o no aceptable.

6.2.1.1.3 Dureza Total

Dureza total: es el contenido total de sales de calcio y en menor valor de magnesio que están disueltas en el agua. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales. Para el agua potable, está establecido en la (Resolución 2115 de 2007) que el valor máximo aceptable expresado en $CaCO_3$ es de 300 mg/L.

6.2.1.1.4 Temperatura

La temperatura del agua presenta una gran variabilidad, generalmente asociada a diferentes factores ambientales, aunque esta puede presentar índices de contaminación producto de la generación de residuos industriales e incluso centrales nucleares. Según

Barrenechea, (2006), su análisis es de suma importancia, ya que “por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración”.

La (Resolución 2115 de 2007) establece que la temperatura del agua apta para el consumo humano es de $\leq 30^{\circ}\text{C}$.

6.2.1.2 Características Químicas

6.2.1.2.1 pH

Tal como se mencionó con anterioridad el pH permite designar un valor real de concentración molar de iones hidronio en el agua. Permite determinar la acidez y la basicidad.

La (Resolución 2115 de 2007) establece que el pH del agua apta para el consumo humano se debe encontrar en un rango de 6,5 a 9.

Un pH superior o inferior al rango establecido no se encuentra asociado a graves problemas de salud, pero si afecta la coagulación y la desinfección que son procesos propios del tratamiento de aguas.



Ilustración No. 1. pHmetro

6.2.1.2.2 Sustancias que tienen efecto adverso en la salud humana.

De acuerdo con las especificaciones presentes en los Artículos 5, 6 y 7 de la (Resolución 2115 de 2007), los siguientes elementos y compuestos químicos especificados en la tabla No. 4 son aquellos cuyas cantidades no deben exceder los valores máximos descritos en este decreto porque generarían un efecto negativo y nocivo para la salud de sus consumidores:

Tabla No. 4. Cantidad máxima de las sustancias químicas presentes en el agua Tomada de la Resolución 2115 de 2007.

Características	Expresadas como	Valor admisible mg/L
Cobre	<i>Cu</i>	1.0
Cloruro	<i>Cl⁻</i>	250
Hierro Total	<i>Fe</i>	0.3
Mercurio	<i>Hg</i>	0.001
Nitritos	<i>NO₂⁻</i>	0.1
Nitratos	<i>NO₃</i>	10
Sulfatos	<i>SO₄²⁻</i>	250
Plomo	<i>Pb</i>	0,01

Durante la investigación se determinará la cantidad de cloruros, nitritos y sulfatos, mediante el uso de las técnicas presentadas en los Kits Aquamerck con tarjetas y discos colorimétricos comparadores para determinar las concentraciones de cada uno de estos elementos. Estos kits contienen preparados los reactivos que se requieren en cada una de las pruebas en estado líquido o en polvo, cuentagotas, jeringa, cucharita graduada, tubos y tarjeta o disco colorimétrico y su respectivo manual de instrucción.

- Cloruros (*Cl⁻*)

Tal como lo establece (Barrenechea, 2006), las concentraciones de cloruros en aguas superficiales son relativamente bajas, por esta razón no afectan su sabor, a excepción de las aguas marinas. El método más comúnmente utilizado para la remoción de cloruros es la destilación, método sofisticado y muy costoso.

- Nitritos (*NO₂⁻*)

- Los nitritos, comúnmente definidos como sales del ácido nitroso, y nitratos, sales del ácido nítrico, en conjunto con el amoníaco, son representaciones del nitrógeno en el agua.

(Barrenechea, 2006) lo establece de la siguiente manera:

Si el agua recibe descargas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, que en contacto con el oxígeno disuelto, se transformara por oxidación en nitritos y nitratos. Proceso de nitrificación que depende de la temperatura, del oxígeno disuelto y del pH.

Los nitritos presentan una menor estabilidad en comparación con los nitratos, siendo este de alta reactividad y posee la capacidad de actuar como agente oxidante y reductor, característica que permite explicar su transformación rápida en nitratos y por ende la presencia de una mayor cantidad de estos últimos en el agua.

Los nitritos en el agua contribuyen al desarrollo de anomalías en la sangre de menores, y presentan mayor efecto de nocividad que los nitratos.

Según el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente, un 10% de ríos que han sido analizados en todo el mundo presentan una concentración de nitrato que excede el rango permisible (10 mg/L). Es por esta razón que en los últimos años se desarrolló una técnica denominada resinas de intercambio iónico que permite remover cantidades altas de nitratos en el agua.

- Sulfatos (SO_4^{2-})

Es muy común hallar sulfatos en el agua, debido a que hacen parte de los componentes naturales de esta. Tal como lo menciona (Barrenechea, 2006), los sulfatos presentes en el agua provienen principalmente de la oxidación de sulfuros.

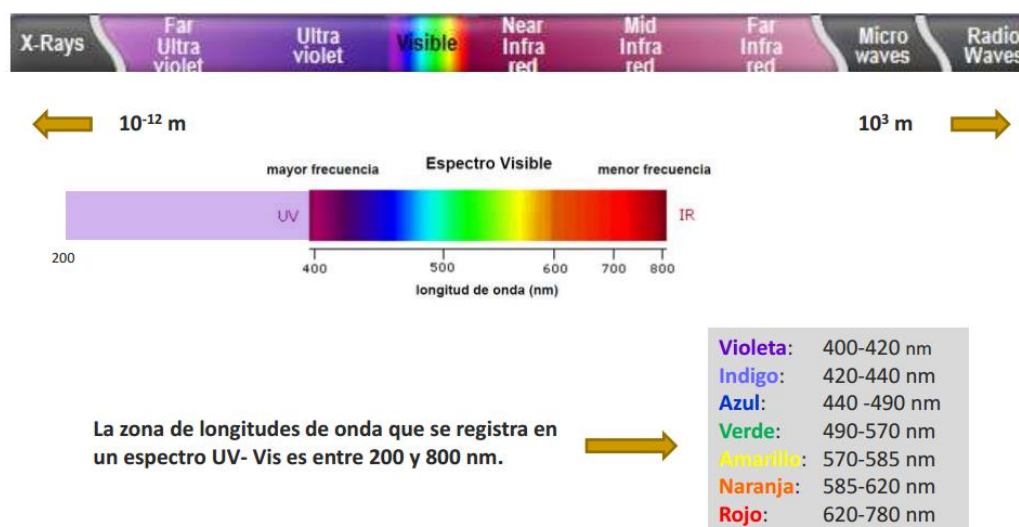
Son comunes los sulfatos de magnesio y calcio, los cuales son responsables del sabor ácido y la dureza del agua. Con respecto a la salud humana, los sulfatos en el agua le confieren un efecto laxante.

6.2.2 Cuantificación de Metales Pesados

Para el análisis de metales pesados como mercurio, plomo y cobre, se empleó la técnica de espectrofotometría Ultravioleta que se describe a continuación:

- Espectrofotetría Ultravioleta-Visible

De acuerdo con (Díaz, y otros, 2009). La espectrofotetría UV-visible es una tcnica que posibilita definir de una manera muy acertada la concentraci3n que tiene un compuesto o analito en la muestra a analizar. Para esto, una fuente electromagn3tica emite una radiaci3n con un intervalo extenso de longitudes de onda (100nm – 110 nm) y las mol3culas absorben esta radiaci3n, haciendo que sus electrones pasan a su estado excitado, donde la cantidad de luz que se absorbe est3 relacionada con la forma lineal de la concentraci3n. Cabe resaltar que para que ocurra una interacci3n adecuada, la radiaci3n debe tener una longitud de onda de igual o menor tama1o que las de la muestra irradiada.



Ilustraci3n No. 2. Espectro UV- Vis. Tomado de (Universidad Nacional de la Plata, 2011)

Ley de Beer-Lambert

Esta ley, se utiliza para relacionar el fragmento de radiaci3n que fue absorbida con la concentraci3n del analito y el espesor del medio. Su fundamento b3sico es que en cada unidad de longitud por la cual atraviesa la radiaci3n, se absorbe la misma cantidad de radiaci3n.

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

Donde ϵ , es la constante de proporcionalidad, que es específica de cada cromóforo. l Es el recorrido en cm de la radiación a través de la muestra expresada en cm y por último, c es la concentración de la muestra expresada en moles/litro. (Díaz, y otros, 2009).

Los metales pesados analizados por medio del espectrofotómetro UV-Vis y de acuerdo a los patrones de análisis presentes en el laboratorio fueron:

- Cobre (Cu)

Cuando el agua muestra presencia de cobre, implica que hay corrosión en las tuberías del sistema de agua de la red analizada, erosión de depósitos naturales, entre otros. En concentraciones elevadas, el cobre facilita la corrosión del aluminio y zinc llevando a un cambio en el sabor del agua. (Barrenechea, 2006)

- Mercurio (Hg)

El mercurio es uno de los elementos más indeseable que puede contaminar el agua. Este se puede convertir en mercurio metilado por procesos biológicos que ocurren en el agua contaminada con este metal. Según (Barrenechea, 2006) "Tanto el dimetil mercurio $(CH_3)_2$ como el ion metilo de mercurio $HgCH_3^+$ son absorbidos por tejidos de los organismos vivos. Estas especies químicas se bioacumulan, permanecen durante largos periodos en los tejidos y pueden incorporarse en la cadena alimentaria biomagnificándose". Para reducir los valores de mercurio en el agua, se debe tener en cuenta la turbiedad de la misma. Puede tener efectos adversos sobre la salud de tipo neurotóxicos y genotóxicos.

- Plomo (Pb)

Es un elemento con gran capacidad de bioacumulación; puede llegar a afectar todos los órganos. Se conoce que la mayor fuente de plomo en el agua se da a causa de los materiales de los que están compuestas las tuberías; Cuando se tiene agua ácida, esta puede liberar gran cantidad de plomo de las tuberías. Se dice que para remover la concentración de plomo en el agua en uno 90% se utiliza cal-sódica

6.2.3 Cuantificación de Pesticidas

El Plan de ordenación y Manejo de la cuenca del río Las Ceibas prevé el uso apropiado de pesticidas destinados al control de plagas de cultivos de frutas y productos de pancoger, situación que se traduce en potencial riesgo de contaminación de las fuentes hídricas las cuales tributan sus aguas al río cuyas aguas se utilizan en las plantas de tratamiento de agua potable de la ciudad de Neiva. El interés de las autoras en el marco del presente estudio es determinar si estas moléculas prevalecen en el agua potable luego de su tratamiento.

Este componente de la calidad sanitaria del agua consumida en la ciudad de Neiva, la cual llega todas las residencias de la ciudad y en especial a la sede central de la Universidad Surcolombiana; involucra la definición, la clasificación y los potenciales riesgos sanitarios en humanos y demás especies animales domésticas.

6.2.3.1 *Definición de pesticida*

Son aquellos compuestos que se utilizan para el control de plagas en los campos y en zonas residenciales, en la agricultura y las zonas residenciales para controlar las plagas de plantas y animales. El uso excesivo de estos, pueden provocar graves daños en el organismo o en el medio ambiente. Estos pueden llegar hasta la red de agua potable y permanecer allí por mucho tiempo ya que no se descomponen fácilmente.

Se presenta el criterio estipulado por la (FAO, 2016) “cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos”

6.2.3.2 *Clasificación de los Plaguicidas*

Los plaguicidas pueden clasificarse de acuerdo con tres criterios básicos, (Mosquera Ayala, 2012) tales como: las plagas a las cuales están destinados a controlar, su toxicidad o tipo de riesgo sanitario que entrañan y estructura química.

“Según el tipo de plaga se clasifican en: insecticidas, acaricidas, fungicidas, antibióticos, herbicidas y rodenticidas”

De acuerdo con su toxicidad: algunas organizaciones mundiales los clasifican de acuerdo al peligro y riesgo sanitario en humanos.

La Organización Mundial de Salud (OMS) (WHO, The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification : 2009, 2010) clasifica a los pesticidas de toxicidad aguda según se indica en la tabla No. 5.

Tabla No. 5. Toxicidad de pesticidas según OMS

Clase	Toxicidad aguda en ratas		
	Por vía oral LD50 (mg/Kg)	Percutánea LD50 (mg/Kg)	Inhalación LC50 (mg/L)
I	≤ 50	≤ 200	≤ 0.2
II	50-100	200-2000	0.2-2.0
III	500-5000	2000-20000	2.0-20
IV	≥5000	≥ 20000	≥ 20

La clasificación de la toxicidad aguda e intraocular y cutánea de la (EPA, 2016) para los pesticidas se muestra en la tabla No. 6

Tabla No. 6. Toxicidad aguda de pesticidas según EPA

Grado	Efecto ocular	Efecto cutáneo
I	Corrosivo, opacidad de la córnea irreversible	corrosivo
II	Opacidad de la córnea reversible en 7 días	Irritación grave en 72 horas
III	Irritación persistente por 7 días	Irritación moderada en 7 horas
IV	Reversible en 7 días	Ligera o leve irritación en 72 horas

La agencia internacional para la investigación carcinogénica (IARC, 2016) los clasifica en los siguientes grupos.

Grupo1: sustancias carcinogénicas a humanos.

Grupo2A: sustancias probablemente carcinogénicas para los humanos.

Grupo2B: sustancias posiblemente carcinogénicas para los humanos.

Grupo3: no clasificables con respecto a carcinogenicidad en humanos.

Grupo 4: El agente es probablemente no carcinogénico en humanos.

Por su estructura química los pesticidas se dividen en: organoclorados, organofosforados, Carbamatos, piretroides, bupiridilos, fenoxiacético, bromuro de metilo, nitrofenólicos, nitrocresólicos, cloruros orgánicos, arseniacales, clorofenólicos.

En este trabajo se han estudiado los pesticidas Propineb, Trifloxystrobin y Difenconazol por su uso indeterminado en los cultivos de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas

6.2.3.3 Descripción de los Plaguicidas Objeto de Estudio

Descripción del Propineb.

El Propineb es un fungicida del tipo propileno-bis-ditiocarbamato, su nombre IUPAC es 1,2-propileno-bis(ditiocarbamato) de zinc polimérico, su ingesta o contacto genera daño mitocondrial conducente a necrosis neuronal, lo cual contribuye al síndrome de Parkinson.

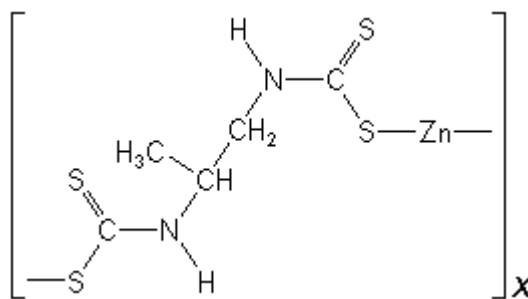


Ilustración No. 3. Estructura molecular del Propineb.

Descripción del Trifloxystrobin

Su principio activo es la trifloxystrobina, la cual es un fungicida de la familia de la estrobirulina, cuya fórmula química general es $C_{20}H_{19}F_3N_2O_4$ y la denominación según la nomenclatura IUPAC es metilo (E)metoxi imino-{(E)- α -[1-(α,α,α -trifluoro-m-tolil)etilidenoaminoxil]-o tolil} acetato. El límite máximo residual (LMR) es de 0.05 mg/Kg y su estructura química se muestra en la ilustración No. 4.”, (Aldrich, 2016):

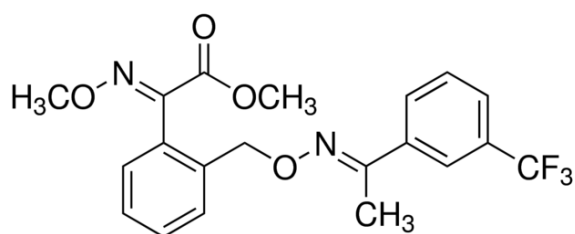


Ilustración No. 4. Estructura molecular del trifloxytrobin.

Descripción del Difenoconazol.

Es un fungicida cuyo principio activo es conazole, actúa como inhibidor de la demetilación del esterol. Actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol de las membranas celulares, deteniendo el desarrollo de los agentes patógenos. Interviene en el desarrollo de las hifas secundarias del patógeno dentro de los tejidos de la planta y en menor escala sobre el desarrollo y la virulencia de las conidias de los hongos. Su fórmula $C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$

De acuerdo con la IUPAC se denomina 3-cloro-4-[(2R,4R;2R,4R)-4-metil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ilmetil)-1,3-dioxolano-2-il]fenilo 4-clorofenil éter. Su estructura desarrollada (López Moreno, 2012) se muestra en la ilustración No. 5.

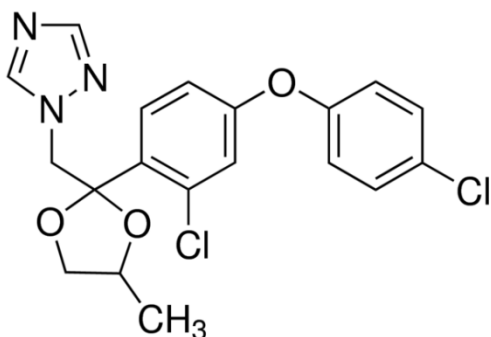


Ilustración No. 5. Estructura molecular del difenoconazol.

La técnica propuesta para realizar la cuantificación de pesticidas y obtener una buena separación y mayor sensibilidad, se encuentra descrita a continuación:

- **Cromatografía de Gases**

Tal como lo establece (McNair, 2009) La cromatografía de gases, es el método físico a partir del cual se lleva a cabo la separación de cada uno de los componentes de una respectiva muestra gaseosa, mediante la distribución de dos fases, conocidas como una fase estacionaria y una fase móvil. La fase móvil, es el gas inerte que transporta a la muestra vaporizada a través de la columna, permitiendo la partición de esta en la fase estacionaria. Las presiones de vapor y la afinidad con la fase estacionaria juegan un papel fundamental en la separación de cada uno de los componentes de la muestra.

De acuerdo con (Museo Nacional de Ciencias Naturales, 2008), en esta técnica inicialmente se inyecta una pequeña cantidad de la muestra en una columna de gas a alta temperatura. Este gas tiene como función separar los componentes de la muestra por mecanismos de partición (gas líquido), de adsorción (gas sólido) o la mezcla de ambos. Los componentes separados saldrán de la columna y pasarán a un sistema de detección determinado.

De acuerdo con: (Mosquera Ayala), 2012, (Cumagun, 2012), (López Moreno, 2012) y (Robles Molina, 2014) en cromatografía es pertinente definir algunos conceptos fundamentales dentro de la estandarización de los protocolos o métodos analíticos usados para un análisis.

Estandarización

La estandarización es la prueba de que un método analítico se adapta o cumple los requisitos específicos, es decir, indica la relación directa del procedimiento realizado es pertinente para detectar y cuantificar un analito en especial. Procedimientos realizados son adecuados para el objetivo propuesto. En este aspecto se hace necesario definir algunos parámetros relacionados con la estandarización.

Exactitud

Es la relación de cercanía o proximidad entre el promedio los valores correspondientes a los patrones usados dentro del rango de concentraciones requerido para un análisis y el valor

de un estándar externo certificado y el valor de referencia aceptado; por lo general se expresa como porcentaje de error.

Precisión.

Es la similitud entre los resultados generados para el número de réplicas usadas en la misma muestra, se expresa utilizando la desviación estándar.

Repetibilidad.

Se corresponde con la precisión de resultados obtenidos por un mismo analista bajo las mismas condiciones experimentales

Reproducibilidad.

Está relacionada con la precisión de los resultados obtenidos por al menos 2 analistas

Linealidad.

Es la relación entre la concentración y la señal producida por el equipo usado en consonancia con las exigencias del método o protocolo.

Sensibilidad.

Se expresa como la pendiente de la curva de calibración y la respuesta del equipo de acuerdo a la concentración.

Límite de detección instrumental

Es la concentración del analito capaz de producir una señal superior a cinco veces la relación de equipo frente a la señal/ruido producido en un análisis; este límite debe ser mayor en 1,645 veces el valor de los análisis de blancos.

Límite de detección del método

Corresponde a la concentración de analito capaz de producir una señal con un 99% de la generada por el blanco.

Límite de cuantificación.

Se corresponde con la mínima concentración de analito cuantificable a con una precisión y exactitud definidas por el método, equivale a el límite de detección instrumental multiplicado por 10.

6.2.4 Características Bacteriológicas del Agua para Consumo Humano

El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico:

Tabla No. 7. Valores admisibles en el agua de microorganismos patógenos.

Microorganismos Indicadores	Técnica utilizada	Filtración por membrana	Sustrato definido	Tubos múltiples de fermentación "aceptable hasta el año 2000
Coliformes totales		0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³	<2microorganismos/100 cm ³
Escherichia Coli		0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³	Negativo

Para el análisis bacteriológico, se optó por una técnica denominada filtración por membrana descrita a continuación:

- **Filtración por Membrana**

De acuerdo con e (IDEAM, 2014) en esta hay una superficie de membrana cuya función es atrapar agentes bacteriológicos presentes en las muestras, con una dimensión mayor a la dimensión que tienen los poros de la membrana de 0.45 µm. Esto ocurre debido a la acción que genera una bomba eléctrica, ejerciendo una presión diferencial sobre la muestra haciendo que el agua se filtre. Aquellos microorganismos con una menor dimensión a la específica del poro, atraviesan la membrana, las de mayor dimensión como las bacterias quedan sobre la superficie de la membrana. Finalmente se lleva a un medio de enriquecimiento selectivo, que se encarga de promover el crecimiento de los agentes bacteriológicos contaminantes que hayan quedado atrapados en la membrana para su posterior identificación. El medio de cultivo se utilizado por el IDEAM se denomina Chromocult.

Garantizar estas características en el agua, dará la confianza para la utilización de la misma y asegurará que las personas que acuden a ella no tendrán ningún problema de salud,

por una parte tener agua con un pH por debajo de 6,5 hace que el agua sea corrosiva, dañando así los elementos que tienen las tuberías, liberando sus elementos como zinc, cobre, hierro, plomo entre otros, que son muy tóxicos para la salud y para el medio ambiente debido a que son bioacumulativos. (FACSA)

Por otra parte, con respecto a los agentes bacteriológicos si el agua presenta Coliformes como Escherichia Coli, bacteria que sólo se encuentra presente en el tracto digestivo de animales de sangre caliente, su presencia puede causar enfermedades como la gastroenteritis, otras bacterias pueden incluso causar la muerte por su poder patógeno. (IDEAM, 2014)

Por último, la presencia de pesticidas en el agua y los problemas que le causa a la salud son aumentar significativamente los “niveles de morbilidad oncológica (cáncer), pulmonar y hematológica, así como a las deformidades congénitas... y deficiencias del sistema inmunitario” de acuerdo como lo plantea

Para realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, requeridos en el decreto anteriormente mencionado, estos se deben ceñir a las siguientes reglas de frecuencia de muestreos e intervalos de tiempo, tal como se muestra en la tabla No.8

Tabla No. 8. Frecuencia de muestreo, intervalos de tiempo en función de la cantidad de personas servidas.

Número de habitantes servidos	Número mínimo de muestras a analizar por mes	Intervalo máximo entre muestras consecutivas
Menos de 2.500	2	Quincenal
2.501 a 12.500	8	4 días
12.501 a 60.000	15	2 días
60.001 a 100.000	30	1 día
100.001 a 1.000.000	60	2 cada día
Más de 1.000.001	240	8 cada día

En vista que en la sede central de la Universidad Surcolombiana hay una cantidad de 8945 personas, entre estudiantes, docentes, personal administrativo y personal de servicios generales se hace necesaria la utilización de un mínimo de 8 muestras por mes con un intervalo máximo entre muestras consecutivas de 4 días, siguiendo las recomendaciones establecidas en la Resolución 2115 y el decreto 1575 del 2007.

7 Metodología

7.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación propuesto para el desarrollo de este proyecto se caracterizó por ser una investigación de tipo experimental - cuantitativo, según (Hernandez, et al, 1991). Una investigación puede incluir elementos de los diferentes tipos de estudio, algunas veces una investigación puede caracterizarse como experimental, cualitativa, explicativa, descriptiva pero no situarse únicamente como tal. Así mismo una investigación puede iniciarse como experimental y después llegar a ser cuantitativa, estos tipos de estudios nos ayudó a determinar distintos parámetros tanto físicos, químicos y bacteriológicos que presenta la calidad del agua potable de la universidad Surcolombiana, como propiedades organolépticas, presencia o ausencia de metales (Hg, Pb y Cu), insecticidas y de coliformes, mediante la implementación de un trabajo practico que permitió la aplicación de técnicas y materiales de laboratorio, lo cual nos posibilito conocer y argumentar las condiciones en que se encontraba el agua potable de la universidad.

7.3 Enfoque de la Investigación

El presente trabajo tiene un enfoque experimental cuantitativo, debido a que se realiza un análisis de la información a través de diseños experimentales, técnicas, estadísticas de análisis de datos, empleando el método experimental, donde se plantea un problema de estudio delimitado y concreto y se busca dilucidar el objeto de la investigación a través de la lógica deductiva tal como lo dice (Giroux & Tremblay , 2004). “En ciencia, cuando se aplica el método experimental, el investigador se basa en la lógica deductiva para sacar a la luz las relaciones de causa – efecto entre un fenómeno y sus determinantes”. Por otro lado se puede decir que es un proceso sistemático en la que el investigador manipula una o más variables, los controles y medidas de cualquier cambio en otras variables

La investigación va encaminada hacia un enfoque experimental cuantitativo donde tiene como característica seguir con un protocolo experimental (secuencia de etapas) que se destaca por la descripción completa de un experimento, desde su inicio hasta su finalización. Siguiendo a (Polit & Hungler , 2012), se presentaran los pasos principales que se siguen al planificar y desarrollar una investigación, con este tipo de enfoque partiendo desde la selección de un tema hasta la divulgación de resultados con el fin de adquirir una visión global del proceso de la investigación.

7.2.1 Fase 1. Fase conceptual.

Este es el primer momento donde el investigador ordena y sistematizan preguntas, inquietudes y proyecta organizadamente los conocimientos acerca del tema de interés. En esta fase los pasos empleados conllevan a pensar, leer, reformular sus inquietudes y proponer teorías. Esta fase incluye los siguientes pasos:

Paso 1. Formulación y Delimitación del Problema.

Este paso permite determinar qué es lo que se pretende investigar, resaltando que toda investigación se interesa por encontrar respuestas, solucionar algún problema, o en tal caso el deseo de hacer avanzar en el conocimiento sobre determinado tema. El problema investigativo es algo que se anhela conocer pero que aún no se ha verificado.

Paso 2. Revisión de la Literatura

Una vez concretado el tema que se desea estudiar, se busca los conocimientos que fundamentan lo que se desea estudiar, implica una revisión bibliográfica sobre el tema que se pretende estudiar.

Paso 3. Construcción de un marco teórico

Selección de los fundamentos conceptuales, se construye un referente teórico, a través de la revisión de la literatura.

Paso 4. Formulación de hipótesis

El investigador se adelanta a una explicación probable de los fenómenos que estudia o del tema de interés que abarca.

7.2.2 Fase 2. Fase de Planeación y Diseño

Se toman decisiones acerca de los métodos y las estrategias que se emplearan para resolver el problema y descartar o reforzar la hipótesis. Se planea la recolección de datos necesarios, es la parte metodológica donde el investigador escribe como va a realizar la investigación, identificando la población objeto de estudio, seleccionando métodos e instrumentos, diseñando el plan de muestreo y realización del estudio piloto y las revisiones.

7.2.3 Fase 3. Fase Empírica

Una vez planeada la investigación y puesta en marcha, se hace recolección real de los datos y se preparan para análisis.

7.2.4 Fase 4. Fase Analítica

Finalizada la fase de recolección, el investigador cuenta con determinado número de datos, a partir de los cuales probablemente logrará sacar conclusiones que ayuden a esclarecer el problema planteado al inicio de la investigación. De igual manera deberán ser sometidos a múltiples análisis e interpretación.

7.2.5 Fase 5. Fase de Difusión

La divulgación de los resultados es la última actividad del proceso de investigación. En la medida en que se conozcan los resultados, se contribuirá en el aumento de los conocimientos del tema de estudio y se hallaran soluciones a los problemas que inicialmente motivaron a la investigación.

7.4 Etapas de la Investigación

En la presente investigación se desarrollaron 5 etapas sucesivas y fueron las siguientes:

7.4.1 Etapa bibliográfica

Consistió en la recolección de información de todo lo referente al tema objeto de la investigación a la búsqueda de referentes teóricos relacionados con análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, al igual que los estándares establecidos para cada uno de estos análisis del decreto 1575 / 2007 y la resolución 2115/2007 del Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

7.4.2 Etapa de muestreo

Comprendió 2 fases, según los datos obtenidos de la Universidad Surcolombiana, la población total de la sede central es de 8965, por lo tanto conforme al artículo 21 de la resolución 2115¹, se estableció el número de muestras de control de calidad física y química del agua para consumo humano (ver tabla No. 8), donde se recolectaron 8 muestras en cada fase, en 8 lugares diferentes del lugar objeto de investigación. (Ver Ilustración No. 6).



Ilustración No. 6. Mapa Sitios de Muestras.

¹ Resolución 2115/22 de junio de 2007, por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

A continuación, en la tabla No. 9 se detallan características de los sitios de toma de muestra del primer y segundo muestreo.

Tabla No. 9. Características de los sitios de recolección de las muestras, primer y segundo muestreo

Primer Muestreo			
Número de Muestra	Sitio de Toma de Muestra	Coordenadas Sitio de Toma de Muestra	
		Latitud	Longitud
1	Lavamanos consultorio edificio de bienestar	2° 56' 32,1" N	75° 17' 52,84" W
2	Restaurante universitario	2° 56' 30,51" N	75° 17' 59,76" W
3	Lavaplatos Cafetería USCO	2° 56' 30,12" N	75° 17' 57,76" W
4	Baños de mujeres facultad de educación	2° 56' 30,36" N	75° 17' 55,05" W
5	Baño bloque de artes	2° 56' 32,52" N	75° 17' 53,41" W
6	Baño de hombres de la facultad de educación	2° 56' 31,32" N	75° 17' 56,52" W
7	Baño de mujeres edificio de economía	2° 56' 35,23" N	75° 18' 3,25" W
8	Baño de mujeres edificio de ingeniería.	2° 56' 40,28" N	75° 17' 59,76" W

7.4.3 Etapa de Análisis

Los análisis que se practicaron a cada una de las muestras recolectadas usando dos réplicas para cada caso, se realizaron en los Laboratorios de Química de la Universidad Surcolombiana y el Laboratorio de Química y microbiología de la Universidad del Tolima, bajo la asesoría de Luis Javier Narváez Zamora.

A cada una de las muestras se realizaron los siguientes análisis:

- ✓ Análisis Físicoquímico: Ultravioleta visible y colorimetría.

Para determinar el color del agua así como también muchos otros parámetros físicoquímicos, se realiza mediante el uso de kits colorimétricos AquaMerck, (Ver Ilustración No. 7) los cuales brindan facilidad de uso, permitiendo obtener resultados precisos en muy poco tiempo.



Ilustración No. 7. Kit AquaMerck de Color.

Para determinar la cantidad de dureza se hace uso del test de dureza total del kit de AquaMerck, (Ver Ilustración No. 8) siguiendo el método de determinación volumétrica con frasco gotero, en donde se agregan 5 mL de la muestra en el recipiente de ensayo, posteriormente se añaden 3 gotas de reactivo H-1, se va agitando hasta alcanzar un tono rojo. Luego, se adicionan lentamente gotas del reactivo H-2 a la muestra, hasta que vire de color rojo a color verde, pasando por un grisáceo.



Ilustración No. 8. Kit AquaMerck de Dureza Total.

Para determinar la cantidad de cloruros se hace uso del test de cloruros (Ver Ilustración No. 9), siguiendo el método de determinación por comparación de tarjeta colorimétrica, en donde se emplea reactivos en estado líquido como lo son Cl^{-1} y Cl^{-2} . Se toman dos muestras, una muestra blanco con 2,5 mL del agua a analizar y una muestra de medición a la que además de adicionar los 2,5 mL de agua, se adicionan 3 gotas de reactivo Cl^{-1} y 3 gotas de reactivo Cl^{-2} . Una vez preparadas las muestras se determina la concentración de cloruros por comparación visual de color de la solución de medición con las zonas de color de la tarjeta, siendo una comparación semi- cuantitativa.



Ilustración No. 9. Kit de AquaMerck de Cloruros.

Para determinar la cantidad de nitritos se hace uso del test de nitritos (Ver Ilustración No. 10), siguiendo el método de determinación por comparación de disco colorimétrico, en donde se emplea una microcucharada del reactivo N_2^{-1} . Se toman dos muestras, una muestra blanco con 6 mL del agua a analizar a una temperatura entre 15 – 25°C y una muestra de medición a la que además de adicionar los 6 mL de agua, se adiciona una microcucharada de reactivo, se agita y se ajusta un pH entre 2,0 a 2,5. Una vez preparadas las muestras la concentración de nitritos se determina por comparación visual de color de la solución de medición con las zonas de color del disco colorimétrico, siendo una comparación semi- cuantitativa.



Ilustración No. 10. Kit de AquaMerck de Nitritos.

Para determinar la cantidad de sulfatos presente en el agua potable de la Universidad Surcolombiana, fue necesario utilizar el test de sulfatos (Ver Ilustración No. 11), cuya técnica es analizada por comparación de tarjeta colorimétrica, donde se prepara la muestra a analizar a una temperatura entre $15^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ y se agrega 2,5 mL a un tubo de ensayo, seguidamente se añade dos gotas de reactivo SO_4^{-1} , se agita y adiciona una cucharada de reactivo SO_4^{-2} . Esto se somete a baño María durante 5 minutos (tiempo mínimo de reacción). Una vez cumplido el tiempo se retira y se incorpora 2,5 mL de reactivo SO_4^{-3} , se filtra a un segundo tubo de ensayo, a esto se agraga 4 gotas de reactivo SO_4^{-4} y nuevamente se agita. En un tubo de ensayo seco y limpio se adiciona 2,5 mL de agua destilada y 2,5 mL de la muestra preparada anteriormente. Los dos tubos de ensayos obtenidos finalmente se someten a baño de María a una temperatura de 40°C durante 7 minutos. Sucesivamente se pasa ambos tubos por la tarjeta colorimétrica y se procede a tomar los datos que arrojan.



Ilustración No. 11. Kit de AquaMerck de Sulfatos.

Para analizar la concentración de metales pesados propuestos en el estudio en cada una de las muestras, se realizó un método, que sirve como guía, para cada metal en el software del equipo PerkinElmer Lambda 35, mostrado en la ilustración No. 12. Para el caso del cobre se prepararon 12 muestras con un rango de concentraciones entre 3ppm y 0,100ppm; con el mercurio se prepararon 16 muestras con un rango de concentraciones entre 0,0200ppm y 0,000ppm; y para el plomo se trabajaron 6 muestras con concentraciones entre 0,0030ppm y 0,0015ppm. Se busca un intervalo amplio de concentraciones para que al contrastar las muestras a analizar con las muestras patrón, las primeras en caso de presencia de metales, se sitúen en los intervalos propuestos.



Ilustración No. 12. PerkinElmer Lambda 35

- ✓ Análisis Bacteriológico: identificación de Coliformes por medio de filtración de membrana.

Los pasos desarrollados en esta técnica son los siguientes:

Técnica de filtración de membrana Millipore estéril

1. Etiquetar las cajas con Agar Bilis Rojo Violeta con el número de muestra.
2. Colocar dos mecheros encendidos y crear entre ellos un área estéril. En condiciones de asepsia instalar el equipo Millipore estéril. Antes de instalar el vaso y las pinzas de pato, colocar una membrana de 0.45 micras estéril sobre la base del filtro conector. Las pinzas de punta roma se esterilizan con alcohol y a la flama antes de tomar la membrana.
3. Retirar la tapa de aluminio del vaso y transferir el contenido de la muestra líquida solicitada, si presenta partículas en suspensión filtrar previamente con algodón y gasa.
4. Abrir la llave de vacío y filtrar el medio a través de la membrana. Una vez que hubo pasado todo el medio cerrar el vacío. Retirar las pinzas de pato y el vaso.

5. Con ayuda de las pinzas de punta roma, retirar la membrana y colocarla en la caja de Petri con Agar Bilis Rojo Violeta. Presionar ligeramente la superficie para favorecer la adherencia de la membrana.
6. Sellar con dos tiras de masking tape la caja de Petri recién inoculada e incubar a 37 °C durante 24 horas.
7. Transcurrido el tiempo de incubación revisar los resultados y guardar en refrigeración.
8. Contar las colonias que desarrollaron en la membrana y anotar los resultados.
9. Ubicar la presencia de colonias rojas (lactosa positiva).
10. Utilizar un cuentacolonia para contar las colonias con las características antes descritas y calcular el número de UFC/100 mL de muestra.
11. Consultar la Norma Colombiana, que señala los límites permitidos de bacterias Coliformes fecales y confirmar si el agua analizada reúne y cumple con lo establecido.



Ilustración No. 13. Procedimiento realizado para el Análisis de Filtración por Membrana. Imágenes tomadas de (Universidad de Salamanca, S.F.)

✓ Análisis de Pesticidas: Cromatografía de Gases.

Se realizó comparando los tiempos de retención de los picos cromatográficos correspondientes a cada plaguicida estándar o de referencia con los tiempos de retención de los picos cromatográficos de las muestras en las mismas condiciones analíticas.

Para cuantificar se diseñaron curvas de calibración para cada estándar en un rango de concentración reportado por la literatura y los límites permisibles de acuerdo con el factor de respuesta del equipo y su linealidad y con un sistema de regresión lineal para cuantificar cada muestra.

Para efectuar la extracción de los fungicidas en las 8 muestras colectadas en cada uno de los dos muestreos se implementó el método de extracción líquido-líquido basado en la solubilidad relativa del analito en 2 fases inmiscibles la cual ocurre gracias al coeficiente de reparto es decir la relación de concentración del analito en cada fase para el estado de equilibrio., (Robles Mejía, 2014). De manera específica, esta extracción se efectuó por el método de microextracción con gota suspendida planteado por (Araujo, y otros, 2012). Esta metodología microanalítica ha sido usada exitosamente por (Menezes et al., 2010; Qiu & Cai, 2010; Cortada et al., 2009; De Souza & De Andrade, 2009; citados por Araujo y otros, 2012, p. 99). Sugiere el uso de 4 mL de cada muestra introducidos en viales de 5 mL los cuales se agitan a 500 rpm durante 1 minuto en frascos de vidrio con glicerina, luego se lavan con agua destilada para retirar la glicerina adherida y se secan con aire a presión.

Se utiliza microjeringa de 10 μ L para extraer 2 μ L de n-heptano, posteriormente se fija la jeringa a un soporte universal y así perfora el septum del vial hasta sumergir la punta de la aguja de punta biselada en la muestra. Se extrae una gota estable de 1 μ L. .Posteriormente se agita la microjeringa a 500 rpm durante 25 minutos a 25°C temperatura a la cual se obtiene la mejor respuesta analítica, al final se monta la microjeringa en el GC y se procede a la inyección. (Araujo, y otros, 2012). El valor del porcentaje de recuperación es del 83-109.6%.

En cuanto al GC se usa un cromatografo Agilent 6890N, con detector ECD, puerto de inyección splitless para columna capilar; la columna usada es de tipo 5% fenilsilicona, 95% metil silicona de 30 m con diámetro interno de 0.25 mm. El GC se acondiciona con los siguientes parámetros: Split se mantiene cerrado durante 1 minuto, la temperatura del inyector a 280 °C, temperatura del horno a 95°C durante 1 minuto llevada a 250 °C a una rampa de 20°C por minuto, incluida la temperatura final. El carrier es Helio 99.999% con flujo de 1.0 mL por minuto. El cromatografo está acoplado a un espectrómetro de masas Agilent 5973 Inert, con fuente de ionización por impacto electrónico de 70 eV y filtro de iones tipo cuadrupolo. Para la inyección splitless, el split se mantuvo cerrado por 1 min. La temperatura del inyector fue fijada en 250 °C y la línea de transferencia al detector fue colocada a 280 °C. De acuerdo con el protocolo se obtiene prepara una mezcla de analitos a una concentración de 10,0 µg/L en metanol a partir de una disolución inicial de 1000 ppm; su inyección genera el cromatograma mostrado en la ilustración No. 14.

Parámetros Analíticos de Estandarización del método

Los patrones se preparan empleando estándares analíticos de la casa comercial Fluka Sigma Aldrich: Trifloxistrobin, Propineb y Difenconazol; para el estándar externo se usan los registros de estas sustancias provenientes de patrones analíticos de la casa comercial Pestanal guardados en la librería del software con el que se manipula el cromatografo. El solvente usado en todos los casos es agua desionizada. Las curvas de calibración resultaron lineales entre 0.05 a 10 µg/L. Los límites detectados para trifloxistrobin, propineb y difenoconazol son: 6.8 ng/L, 6.5 ng/L y 20.5 ng/L. Para detectar los límites de cuantificación se usa una relación señal/ruido multiplicada por 10, la precisión en términos de repetibilidad se mide entre .5 y 20 ng/L y se selecciona 5.0 ng/L con 4 mediciones independientes. En cuanto a la desviación estándar relativa DER se situó entre 12.5 y 24.5%. De acuerdo con los límites de detección y cuantificación bajos, se concluye que el método o protocolo usado es pertinente a las determinaciones planteadas en los objetivos específicos. En la tabla No. 10 se muestran los

parámetros de estandarización analíticos definidos tanto por el equipo como por cálculos externos para los tres plaguicidas.

Tabla No. 10. Parámetros de estandarización analíticos del método usado ara plaguicidas.

	Trifloxistrobin	Propineb	Difenoconazol
Intersepto ($a \pm S_a$)	-0.0204 ± 0.0375	-0.0194 ± 0.0275	-0.0204 ± 0.0075
Pendiente ($b \pm S_b$)	-0.1456 ± 0.0064	-0.1456 ± 0.0064	-0.1456 ± 0.0064
Coefficiente de regresión	0.9997	0.999	0.989
Linealidad [1- DER Cb]%	99.58	99.08	99.24
Límite de detección ng/L	6.0	5.0	9.0
Límite de cuantificación ng/L	20	22	67
Repetibilidad DER, % n=0 2			
0.5 $\mu\text{g/L}$	22.4	25.3	19.3
2.0 $\mu\text{g/L}$	14.8	21.6	16.4
5.0 $\mu\text{g/L}$	13.9	18.9	12.7

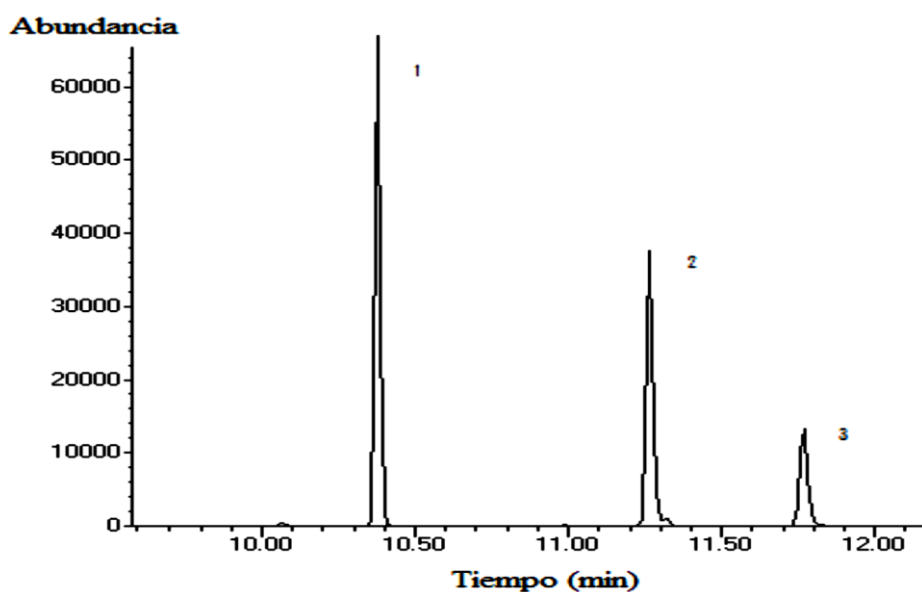


Ilustración No. 14. Cromatograma en el modo SIM de una muestra conteniendo 10,0 $\mu\text{g/L}$ de los fungicidas; 1: Difenoconazol. 2: trifloxystrobin, 3: Propineb (patrón interno).

7.4.4 Etapa de análisis de resultados:

Se realizó el respectivo análisis de los resultados obtenidos a partir de las pruebas fisicoquímicas, bacteriológicas y de pesticidas que se realizaron, regidas por la normatividad

establecida en los decretos 1575 / 2007 y 2115/2007, se trabajó conjuntamente con la estadística descriptiva, haciendo uso de medidas de tendencia central y de dispersión.

7.4.5 Etapa de divulgación

Una vez obtenidos los resultados de la investigación se publicó un artículo en la revista *Entornos* de la universidad y se elaboraron folletos que servirán como material divulgativo e informativo a la comunidad sobre la calidad de agua que consume en la Universidad Surcolombiana.

8 Resultados y análisis de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos después de realizados los dos muestreos los días 13 de octubre y 28 de noviembre, cada uno con 8 muestras en diferentes puntos de la Universidad Surcolombiana.

A continuación se plantean los resultados obtenidos para cada parámetro fisicoquímico medido; por igual se efectúa el análisis de los hallazgos.

Color Aparente y Color Real.

En la tabla No. 11 se muestran los títulos para el color aparente como real de los dos muestreos

Tabla No. 11. Resultados Obtenidos en la prueba con kit para color aparente y color real en los dos muestreos.

Sitio de Muestreo		Muestreo 1		Muestreo 2	
		Color Aparente UC	Color Real UC	Color Aparente UC	Color Real UC
1	Edificio Bienestar	0	0	5	5
2	Restaurante Universitario	0	0	5	5
3	Cafetería Universitaria	0	0	0	0
4	Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	0	0	5	5
5	Baño Bloque de Artes	0	0	5	5
6	Baño de hombres de la Facultad de Educación	5	0	0	0
7	Baño Facultad de Economía	0	0	5	5
8	Baño Facultad de Ingeniería	5	0	0	0

Los resultados obtenidos para el análisis de color aparente y real se desglosan en las ilustraciones No. 15 y 16.

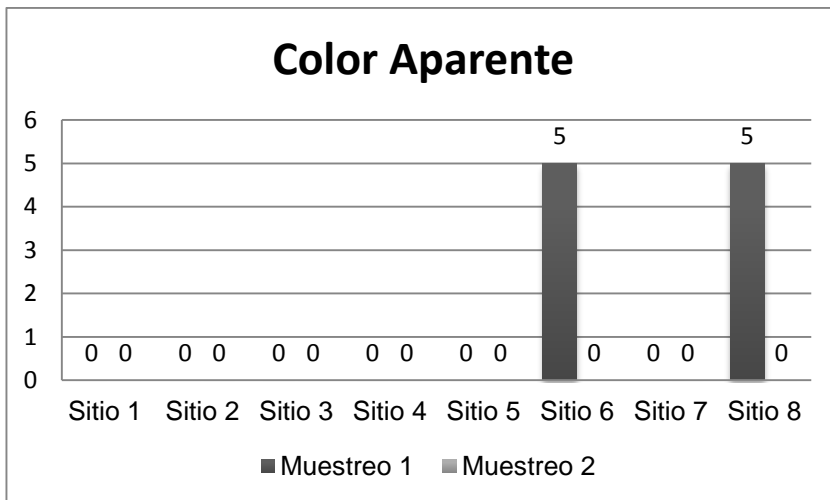


Ilustración No. 15. Gráfica obtenida del color aparente que presentan las muestras en los dos muestreos.

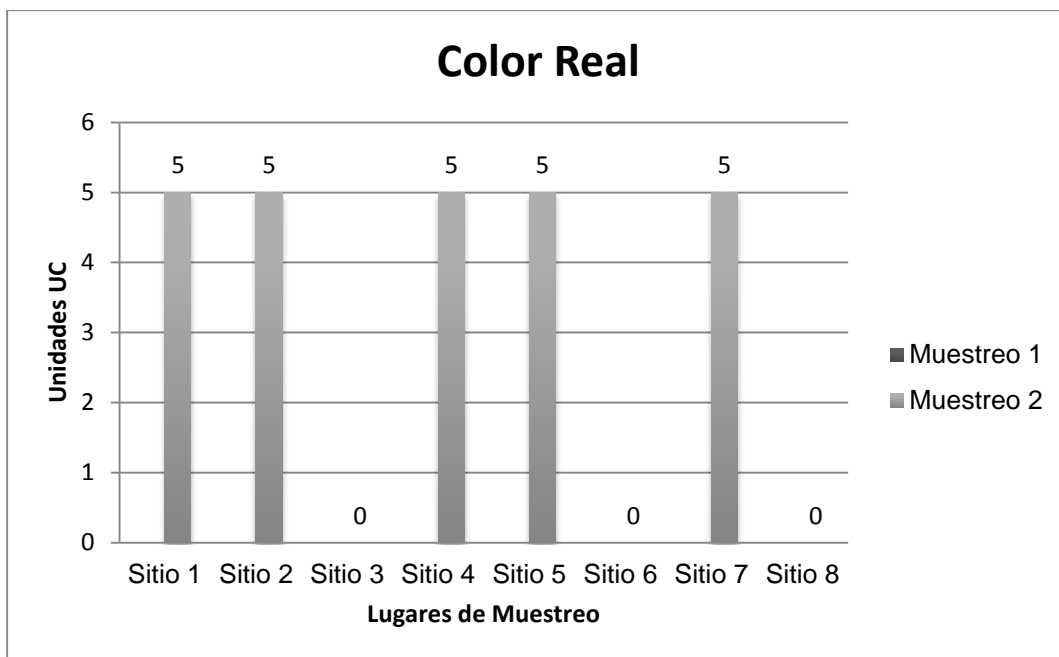


Ilustración No. 16. Gráfica obtenida del color real que presentan las muestras en los dos muestreos.

En los resultados obtenidos en los dos muestreos se evidencia que tanto el color aparente como el color real de cada una de las muestras tomadas, se encuentran dentro del rango permisible estipulado por la (Resolución 2115 de 2007) cuyo valor es menor a 15 UPC (Unidades de Platino Cobalto).

Con respecto al primer muestreo se puede observar que a excepción de las muestras 6 y 8, la concentración de unidades UPC es 0 en el color aparente (el color del agua al ser recolectada) y los valores en el color real (color del agua al pasar por el filtro de 0,45 micras) en todos marcó 0 UPC, lo que indica que en ninguno de los sitios de muestreo se presenta ningún tipo de agente físico, químico o microorganismo que pueda afectar el color del agua.

En lo que hace referencia al segundo muestreo, 3 de las 8 muestras no presentan ninguna variación en su color aparente o real, las 5 muestras restantes indican un valor de 5 UPC, que de acuerdo con la (Resolución 2115 de 2007) está dentro del rango permisible.

De acuerdo con (Barrenechea, 2006) las variaciones en las unidades UPC en el agua se asocian a la presencia de algunos metales; también puede ocurrir que el agua tenga contacto con desechos orgánicos que se encuentren en descomposición, factores como el pH y temperatura pueden intervenir en el color y además la presencia de taninos. Por ende obtener valores altos indicaría que hay fallas en el tratamiento de aguas y en su distribución.

Olor y Sabor

Tabla No. 11. Resultados del análisis del olor y sabor de cada una de las muestras.

Sitio de Muestreo	Muestreo 1		Muestreo 2	
	Olor	Sabor	Olor	Sabor
1 Edificio Bienestar	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
2 Restaurante Universitario	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
3 Cafetería Universitaria	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
5 Baño Bloque de Artes	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
6 Baño de hombres de la Facultad de Educación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
7 Baño Facultad de Economía	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
8 Baño Facultad de Ingeniería	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Como se puede observar en la tabla 11, los resultados arrojados del análisis del olor y sabor del agua potable de la universidad Surcolombiana presenta un parámetro aceptable, en el primer y segundo muestreo, de tal modo no se revela la existencia de algún tipo de contaminación, lo cual implica que no hay funcionamiento deficiente de algún proceso durante el tratamiento o distribución del agua ya que no indica presencia de sustancias potencialmente

dañinas que pueden lograr afectar la aceptabilidad tanto del olor como del sabor. Estos datos no tienen relevancia para la salud de la población que consume este líquido vital, pues los resultados son deseables porque producen un olor y sabor aceptable, lo cual está estipulado en el artículo 2° sobre características físicas de la resolución 2115², esto puede señalar que el agua potable que llega a las instalaciones de la USCO es apta para el consumo humano.

Dureza

Después de realizados los análisis en los kits de AquaMerck de dureza, se compararon los resultados de cada muestra con los parámetros que define el kit. En las tablas No. 12 y No. 13 así como en la Ilustración No. 17 están especificados todos los datos obtenidos:

Tabla No. 12. Parámetros definidos en el Kit de análisis.

	mg/L $CaCO_3$	mmol/L $CaCO_3$	°f
Blando	<150	<1,5	<15
Semiduro	150 – 250	1,5 – 2,5	15 – 25
Duro	>250	>2,5	>25

Tabla No. 13. Resultados Obtenidos con el Kit de dureza en los dos muestreos.

Sitio de Muestreo	Muestreo 1		Muestreo 2	
	# de Gotas	°f = # Gotas * 1,78	# de Gotas	°f = # Gotas * 1,78
1 Edificio Bienestar	4	7,12	5	8,9
2 Restaurante Universitario	4	7,12	4	7,12
3 Cafetería Universitaria	3	5,34	5	8,9
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	4	7,12	6	10,68
5 Baño Bloque de Artes	3	5,34	5	8,9
6 Baño de hombres de la Facultad de Educación	4	7,12	6	10,68
7 Baño Facultad de Economía	3	5,34	5	8,9
8 Baño Facultad de Ingeniería	3	5,34	6	10,68

² Resolución 2115/22 de junio de 2007, por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

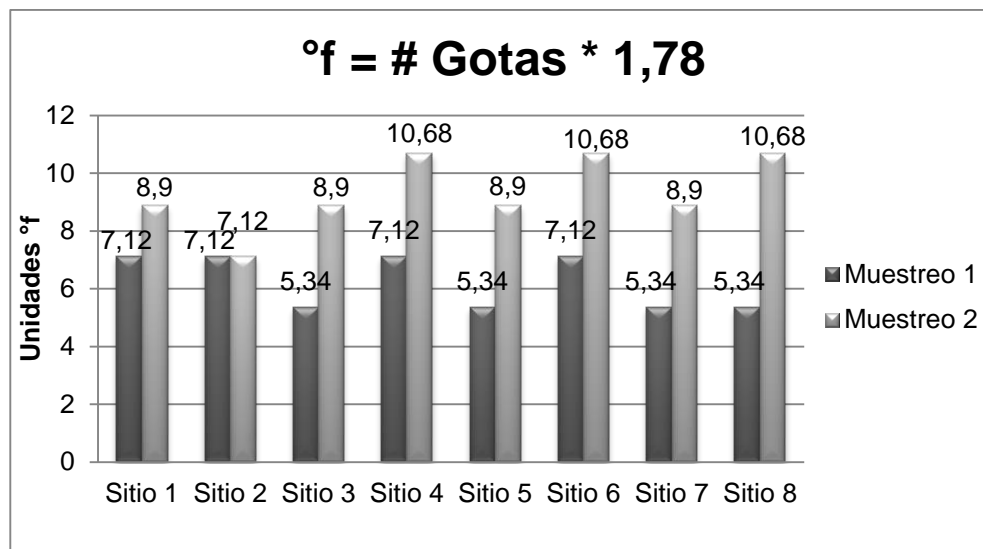


Ilustración No. 17. °f de dureza obtenido para cada una de las muestras en los dos muestreos.

Los valores obtenidos en los dos muestreos indican que la dureza del agua en los 8 diferentes sitios de recolección de muestras es blanda, puesto que de acuerdo con los parámetros del kit de AquaMerck descritos en la tabla No. 12, si el valor de dureza no excede los 15°f se denomina blanda. °f es grado francés (cantidad de mg $CaCO_3$ por litro) valor que corresponde al rango máximo permisible descrito en la Resolución 2115 de 2007, que indica que el valor máximo admisible es 300mg/L.

En vista que el dato máximo obtenido con el kit de dureza indicó un valor de 10,68 °f algunas de las causas las describen (DIGESA, 2001) mencionan que el valor de dureza puede alterarse debido a la presencia de cloruros y sulfatos pueden disminuir la dureza total del agua haciéndola más blanda. El agua puede ser dura cuando esta tiene disueltos magnesio y el calcio. Y también por la presencia de hierro. Los daños en tuberías y en la salud humana no son evidentes hasta alcanzar un valor de 200mg/L

Temperatura

A cada una de las muestras, se realizó una medición de temperatura con el fin de comparar los resultados obtenidos en el muestreo 1 y en el muestro 2. Los datos recolectados se encuentran descritos en la tabla No. 14

Tabla No. 14. Resultados de la medición de temperatura de cada una de las muestras.

Sitio de Muestreo	Muestreo 1	Muestreo 2
	Temperatura °C	Temperatura °C
1 Edificio Bienestar	24,9	24
2 Restaurante Universitario	27,5	27
3 Cafetería Universitaria	26,8	26
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	26	25
5 Baño Bloque de Artes	26,6	26
6 Baño de Hombres de la Facultad de Educación	26	25
7 Baño Facultad de Economía	26,3	26
8 Baño Facultad de Ingeniería	25,8	25

Al observar los resultados obtenidos a partir de la medición de temperatura a cada una de las muestras analizadas, se evidencia que esta propiedad física cumple con lo establecido en la resolución 2115/2007 de $\leq 30^{\circ}\text{C}$. El valor mínimo de temperatura determinado fue de 24°C y un valor máximo de $27,5^{\circ}\text{C}$.

La variación de temperatura de un muestreo a otro, se asocia principalmente a factores ambientales. Durante el primer muestreo se obtuvieron valores de temperatura superiores a los medidos durante el segundo muestreo, debido al tiempo y la condición climática en que se tomaron las muestras. El primer muestreo fue realizado en el mes de octubre, mes de poca precipitación y elevadas temperaturas, a diferencia del segundo muestreo realizado en el mes de noviembre en donde se presentaron lluvias excesivas, tal como lo establece el IDEAM, en su reporte climatológico mensual.

pH

A cada una de las muestras, se realizó una medición de pH con el fin de comparar los resultados obtenidos en el muestreo 1 y en el muestro 2. Los datos recolectados se encuentran descritos en la tabla No. 15.

Tabla No. 15. Resultados de la medición de pH a cada una de las muestras.

Sitio de Muestreo	Ph	
	Muestreo 1	Muestreo 2
1 Edificio Bienestar	7,63	6,52
2 Restaurante Universitario	7,66	6,74
3 Cafetería Universitaria	7,67	6,88
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	7,91	6,91
5 Baño Bloque de Artes	7,49	7,02
6 Baño de hombres de la Facultad de Educación	7,64	6,99
7 Baño Facultad de Economía	7,52	7
8 Baño Facultad de Ingeniería	7,74	7,31

Los datos provenientes de la tabla No.15 se desglosan en la ilustración No. 18 para realizar el análisis respectivo

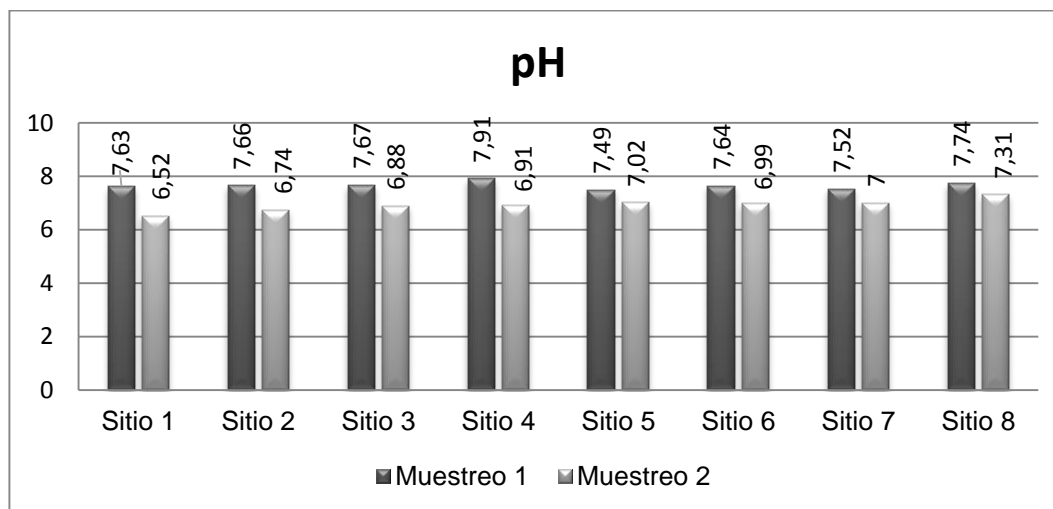


Ilustración No. 18. Resultados de la medición de pH a cada una de las muestras.

Al observar los resultados obtenidos a partir de la medición de pH a cada una de las muestras analizadas, se evidencia que el valor de esta propiedad química cumple con el rango

permisible de 6,5 a 9 establecido en la (Resolución 2115 de 2007). El valor mínimo de pH determinado durante el análisis fue de 6,52 y un valor máximo de 7,91.

La variación de pH de un muestro a otro, se asocia a las variaciones de temperatura, la cual afecta la constante de disociación del agua. Cambios en la temperatura del agua ocasiona cambios en las concentraciones del ion hidronio y el ion hidroxilo, un aumento de la temperatura ocasiona disminución del pH. Según (Massol – Deyal, 2002) un pH menor a 7 se encuentra asociado a corrosiones de las tuberías de metal o en tal caso uniones metálicas, ocasionando disolución de iones metálicos, posible causa de la disminución de pH del muestro 2; a esto también se suma la presión parcial de dióxido de carbono en la atmosfera, que presenta una relación inversamente proporcional, es decir, a un aumento de la presión parcial del dióxido de carbono disminuye el pH.

La capacidad amortiguadora del sistema de alcalinidad carbonato – bicarbonato , es un posible factor que ocasione cambios en el pH del agua, debido a que al aumentar el bicarbonato en esta, el pH estará asociado a un rango entre 7 a 9, mientras un aumento en la concentración de Carbonato trae consigo valores de pH mayores a 9.

Cloruros

A cada una de las muestras, se realizó una medición de cloruros con ayuda de los kits de Aquamerck, estos se describen a continuación en la tabla No. 16 comparando los resultados obtenidos en el muestreo 1 y en el muestro 2.

Tabla No. 16. Cantidad de Cloruros Presente en cada una de las Muestras.

Sitio de Muestreo	Cloruros mg/L	
	Muestreo 1	Muestreo 2
1 Edificio Bienestar	5	5
2 Restaurante Universitario	5	5
3 Cafetería Universitaria	5	10
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	5	10
5 Baño Bloque de Artes	5	5
6 Baño de hombres de la Facultad de Educación	5	10
7 Baño Facultad de Economía	5	10
8 Baño Facultad de Ingeniería	5	5

Para efectuar el análisis respectivo, los datos de cloruros se desglosan en la ilustración

No. 19.

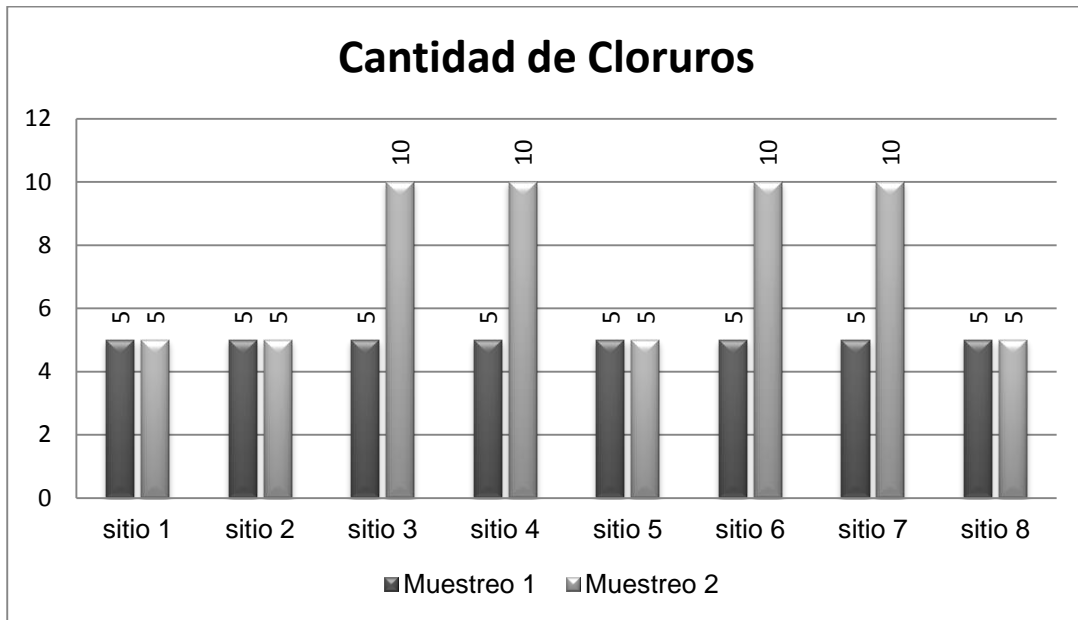


Ilustración No. 19. Resultados obtenidos en la cuantificación de cloruros.

Los resultados obtenidos a partir de la cuantificación de cloruros en cada una de las muestras, permite determinar que el agua potable consumida en la Universidad Surcolombiana, cumple con el rango permisible de cloruros establecido en la (Resolución 2115 de 2007), siendo este de 250 mg/L. El test de cloruros, mediante la comparación de tarjeta colorimétrica, permitió determinar concentraciones de 5 y 10 mg/L. la concentración determinada permite comprobar que el agua potable de la USCO con respecto a la concentración de cloruros se encuentra apta para el consumo, debido a que revela la ausencia de contaminación por la acción del hombre y la ausencia de un sabor salado, e impide la corrosividad de tuberías.

Durante los dos muestreos las muestras de agua de los sitios 1, 2, 5 y 8 conservan la misma concentración, a diferencia de las muestras de los sitios 3, 4, 6, y 7, que durante el segundo muestreo duplicaron su concentración de cloruros. Esta variación de concentración se debe a la diferencia de tiempo en que se realizó el análisis, debido a que la concentración de un ion en el agua no es una cantidad que deba permanecer constante con el tiempo.

Nitritos

A cada una de las muestras, se realizó una medición de nitritos con ayuda de los kits de Aquamerck, estos se describen a continuación en la tabla No. 17 comparando los resultados obtenidos en el muestreo 1 y en el muestro 2.

Tabla No. 17. Cantidad de Nitritos en cada una de las Muestras.

Sitio de Muestreo	Muestreo 1		Muestreo 2	
	Cantidad de Nitritos mg/L	pH ajustado	Cantidad de Nitritos mg/L	pH ajustado
1 Edificio Bienestar	0	2,52	0	2,26
2 Restaurante Universitario	0	2,52	0	2,3
3 Cafetería Universitaria	0	2,51	0	2,32
4 Baño de Mujeres de la Facultad de Educación	0	2,52	0	2,37
5 Baño Bloque de Artes	0	2,51	0	2,26
6 Baño de hombres de la Facultad de Educación	0	2,51	0	2,33
7 Baño Facultad de Economía	0	2,51	0	2,29
8 Baño Facultad de Ingeniería	0	2,51	0	2.33

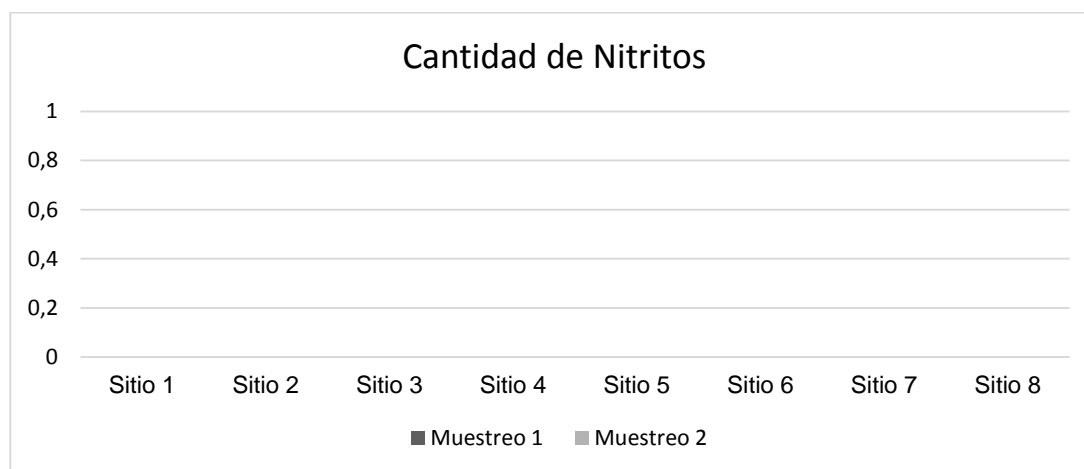


Ilustración No. 20. Cantidad de Nitritos

Los resultados obtenidos a partir de la cuantificación de nitritos en cada una de las muestras, permiten determinar que el agua potable consumida en la Universidad Surcolombiana, cumple con el rango permisible de nitritos establecido en la (Resolución 2115 de 2007), siendo este de 0,1 mg/L. El test de nitritos, mediante la comparación de disco

colorimétrico, permitió determinar una concentración de 0 mg/L presente en cada una de las muestras. Siendo este un resultado adecuado con respecto a la normatividad, debido a que reduce los niveles de metahemoglobinemia y niveles de nocividad en la salud humana.

El nitrógeno es uno de los nutrientes de gran importancia para el desarrollo de los seres vivos en el agua y es posible hallarlo en forma de nitrito, nitrato o amoníaco. La ausencia de iones de nitritos, se debe a su poca estabilidad y a su capacidad de transformación en nitratos mediante la oxidación de cloro. Es más común hallar la presencia de nitratos en el agua, e incluso estudios realizados por el GEMS (Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente) revelaron que un 10% de ríos analizados en todo el mundo tenían concentraciones por encima de lo establecido.

Sulfatos

La cuantificación de sulfatos presentes en las muestras se hizo con ayuda de los kits Aquamerck, estos resultados se describen a continuación en la tabla No. 18 comparando los resultados del muestreo 1 y el muestro 2.

Tabla No. 18. Cantidad de sulfato presente en cada una de las muestras.

Lugar de recolección de muestras	SO ₄ ppm	
	Muestreo 1	Muestreo 2
1 Edificio Bienestar	80	80
2 Restaurante Universitario	110	110
3 Cafetería Universitaria	80	80
4 Baño de mujeres facultad de educación	80	80
5 Baño bloque de artes	110	110
6 Baño de hombres facultad de educación	80	80
7 Baño facultad de economía	80	50
8 Baño facultad de ingeniería	110	110

Los datos correspondientes a la tabla No. 18 se incorporan en la ilustración No.21 para efectuar el análisis pertinente.

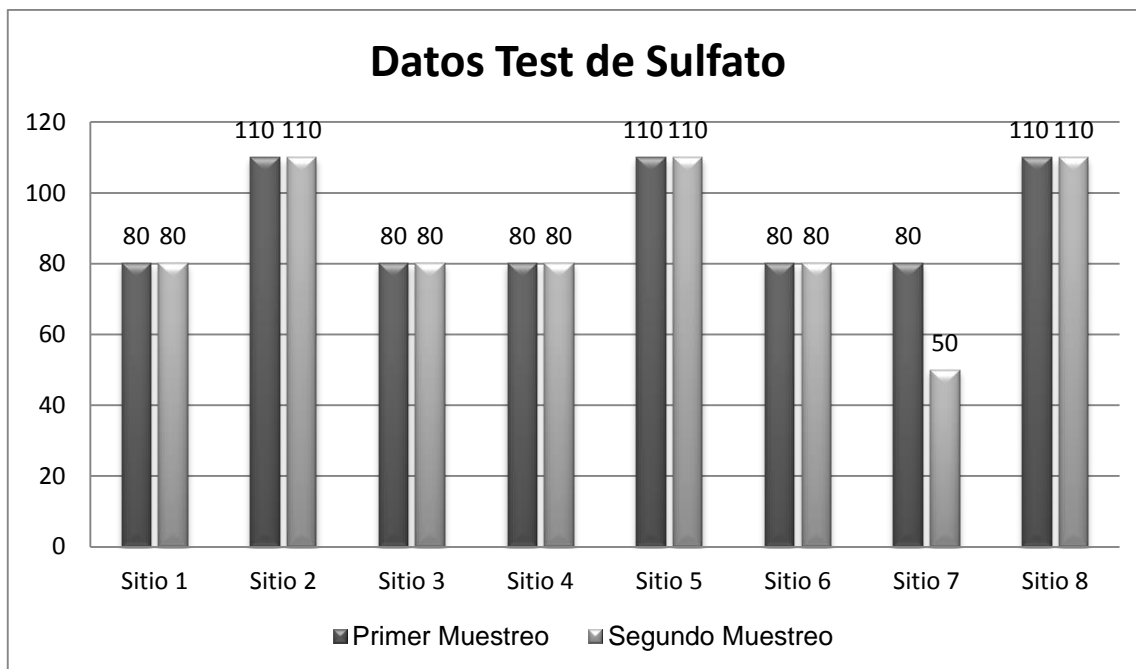


Ilustración No. 21. Resultados obtenidos del test de sulfato primer y segundo muestreo.

Respecto a los resultados obtenidos en la tabla 18, sobre el test de sulfatos tanto en el primer y segundo muestreo no varían en grandes escalas, según la norma de la resolución 2115¹, en su artículo 7° acerca de las características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, la cantidad de sulfatos SO_4^{-2} permisible en el agua potable es de 250 mg/L. Los resultados oscilan en un rango entre 50 ppm y 110 ppm, lo que indica que existe una cantidad de sulfatos en el agua analizada pero esto no sobrepasa el valor máximo permitido. La presencia de sulfatos en el agua potable se puede originar de la siguiente forma según (Romero, 2005), *“la mayor parte de los grupos sulfato se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos y la existencia de residuos industriales”*. Este rango obtenido en las muestras analizadas no ejerce efecto negativo en la salud del consumidor tal como lo es la diarrea, deshidratación y la irritación gastrointestinal como tampoco en las tuberías porque los sulfatos en altas cantidades pueden corroer el cobre, material que normalmente compone a las tuberías por donde transita el agua potable. Con lo anterior se describe que el agua potable que llega a la Usco, cumple con la normatividad.

Cuantificación de Metales Pesados

Cada una de las muestras, se analizaron a través del espectrofotómetro UV- Vis con el fin de realizar una cuantificación de metales pesados que pudiesen afectar la salud de la población que haga uso del agua como lo son Hg, Cu o Pb.

En las tablas No 19, 20 y 21 se mostrará el método y las respectivas curvas de calibración para cada metal pesado estudiado: Cu, Hg y Pb, mediante la elaboración de muestras patrón para cada uno de los metales.

Tabla No. 19. Método Cobre.

Longitud de Onda λ	Identificación de la Muestra	Concentración
299,7 nm	0,0 Cu. A01	3,0000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A02	2,0000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A03	1,0000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A04	0,9000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A05	0,8000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A06	0,7000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A07	0,6000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A08	0,5000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A09	0,4000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A10	0,3000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A11	0,2000 ppm
299,7 nm	0,0 Cu. A12	0,1000 ppm

La curva de calibración resultante en el espectrofotómetro Lambda 35 se presenta en la ilustración No. 22.

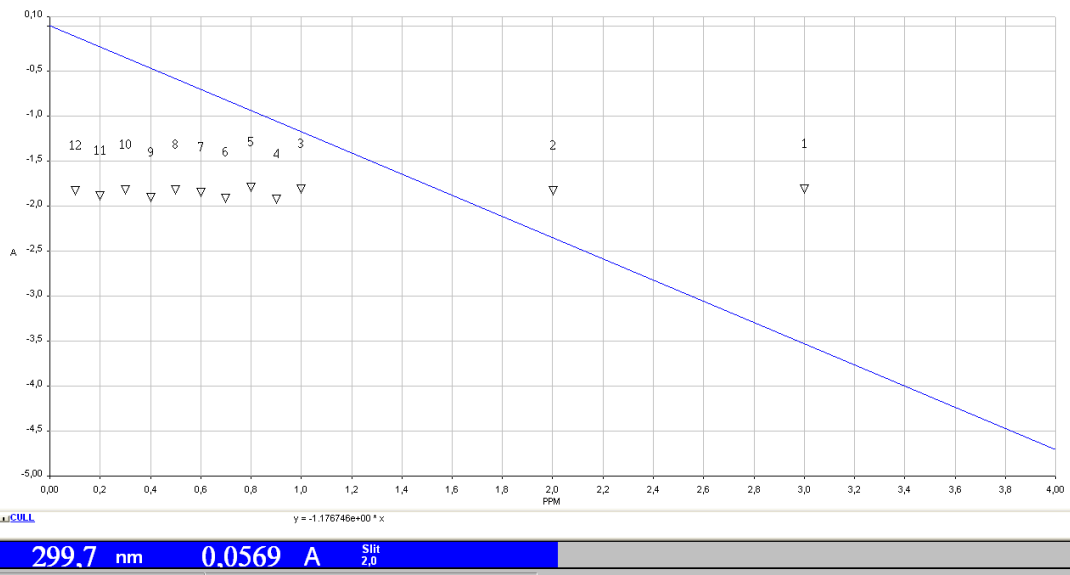


Ilustración No. 22. Curva de Calibración Cobre.

Tabla No. 20. Método Mercurio.

Longitud de Onda λ	Identificación de la Muestra	Concentración
303,3 nm	0,0 Hg. A01	0,0200 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A02	0,0100 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A03	0,0090 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A04	0,0080 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A05	0,0070 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A06	0,0060 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A07	0,0050 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A08	0,0040 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A09	0,0030 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A10	0,0020 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A11	0,0010 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A12	0,0009 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A13	0,0008 ppm
303,3 nm	0,0 Hg.14	0,0007 ppm
303,3 nm	0,0 Hg.15	0,0006 ppm
303,3 nm	0,0 Hg. A16	0,0005 ppm

La curva de calibración resultante en el espectrofómetro Lambda 35 se presenta en la ilustración No. 23.

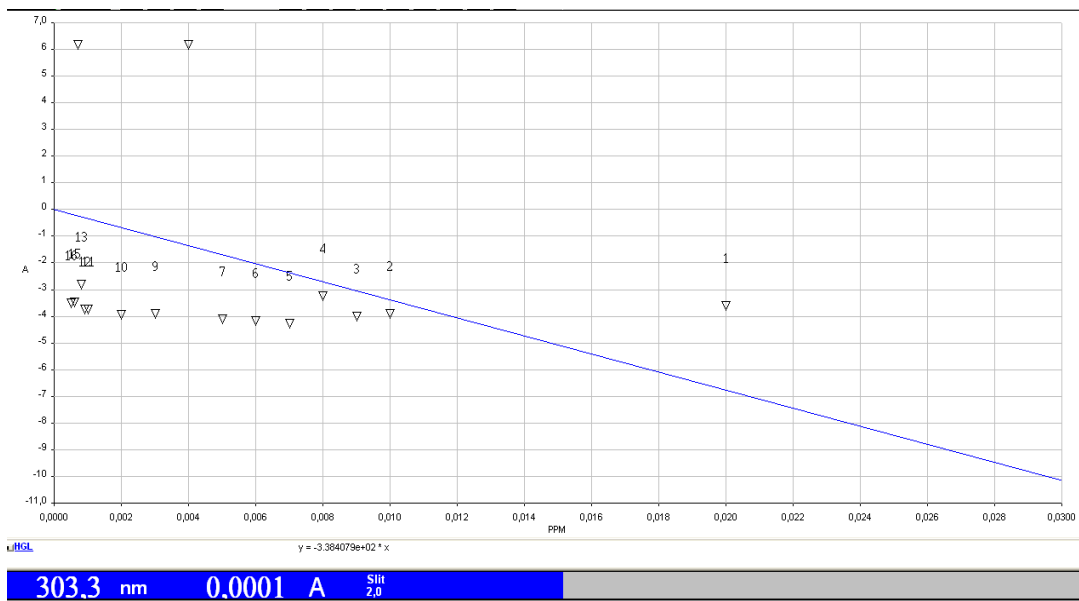


Ilustración No. 23. Curva de Calibración Mercurio.

Tabla No. 21. Método Plomo.

Longitud de Onda λ	Identificación de la Muestra	Concentración
249,3 nm	0,0 Pb. A01	0,0030 ppm
249,3 nm	0,0 Pb. A02	0,0027 ppm
249,3 nm	0,0 Pb. A03	0,0025 ppm
249,3 nm	0,0 Pb. A04	0,0020 ppm
249,3 nm	0,0 Pb. A05	0,0017 ppm
249,3 nm	0,0 Pb. A06	0,0015 ppm

La curva de calibración resultante en el espectrofómetro Lambda 35 se presenta en la ilustración No. 24.

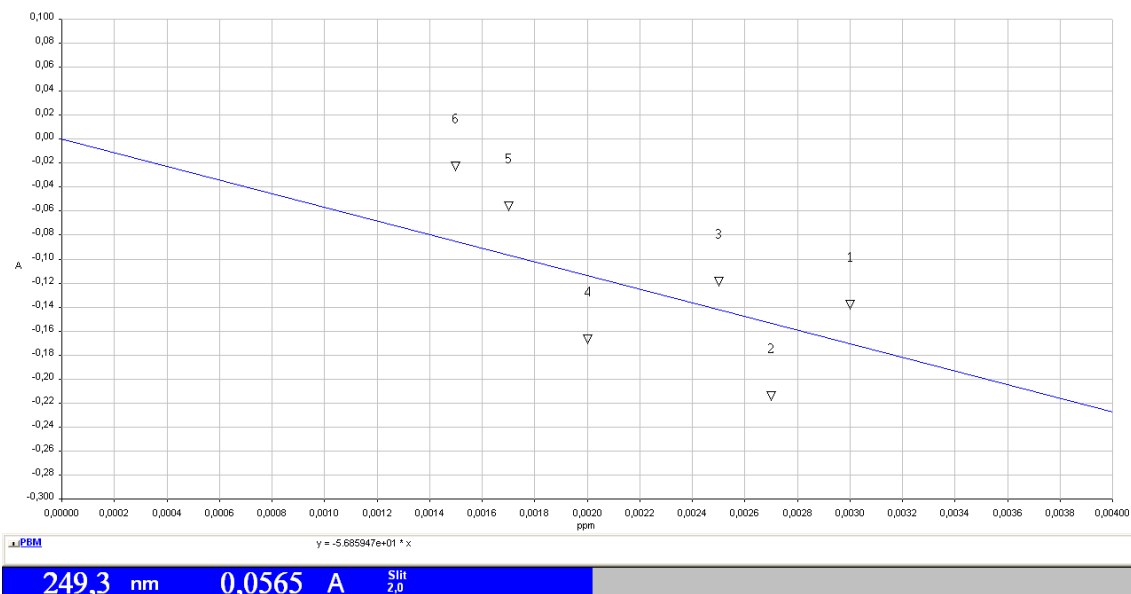


Ilustración No. 24. Curva de Calibración del Plomo.

Los resultados se describen en las siguientes tablas, comparando los datos del muestreo 1 y el muestro 2.

Los títulos de Cu por espectrofotometría Uv se muestran en la tabla No. 22.

Tabla No. 22. Resultados para Cu mediante UV, en ambos muestreos.

λ	Muestra	Muestreo 1		Muestreo 2	
		Absorbancia	Concentración ppm	Absorbancia	Concentración ppm
299,7 nm	1	0,0497	0,000	0,0662	0,000
299,7 nm	2	0,0544	0,000	0,0634	0,000
299,7 nm	3	0,0576	0,000	0,0631	0,000
299,7 nm	4	0,0527	0,000	0,0595	0,000
299,7 nm	5	0,0678	0,000	0,0504	0,000
299,7 nm	6	0,0724	0,000	0,0611	0,000
299,7 nm	7	0,0544	0,000	0,0615	0,000
299,7 nm	8	0,0570	0,000	0,0626	0,000

Los títulos de Hg por espectrofotometría Uv se muestran en la tabla No. 23.

Tabla No. 23. Resultados obtenidos de Hg mediante UV, primer muestreo.

λ	Muestra	Muestreo 1		Muestreo 2	
		Absorbancia	Concentración ppm	Absorbancia	Concentración ppm
303,3 nm	1	0,0472	0,000	0,0700	0,000
303,3 nm	2	0,0505	0,000	0,0580	0,000
303,3 nm	3	0,0485	0,000	0,0654	0,000
303,3 nm	4	0,0558	0,000	0,0627	0,000
303,3 nm	5	0,0593	0,000	0,0623	0,000
303,3 nm	6	0,0537	0,000	0,0636	0,000
303,3 nm	7	0,0614	0,000	0,0669	0,000
303,3 nm	8	0,0503	0,000	0,0655	0,000

Los títulos de Pb por espectrofotometría Uv se muestran en la tabla No. 24.

Tabla No. 24. Resultados obtenidos de Pb mediante UV, segundo muestreo.

λ	Muestra	Muestreo 1		Muestreo 2	
		Absorbancia	Concentración ppm	Absorbancia	Concentración ppm
249,3 nm	1	0,0721	0,000	0,1128	0,000
249,3 nm	2	0,0866	0,000	0,1022	0,000
249,3 nm	3	0,0799	0,000	0,0945	0,000
249,3 nm	4	0,0628	0,000	0,0908	0,000
249,3 nm	5	0,0731	0,000	0,0776	0,000
249,3 nm	6	0,0752	0,000	0,0904	0,000
249,3 nm	7	0,0626	0,000	0,0942	0,000
249,3 nm	8	0,0648	0,000	0,0896	0,000

Los resultados mostrados en la Tabla No. 22, sobre las concentraciones de Cu presente en el agua potable de la Universidad Surcolombiana, indican valores de 0.000 ppm, revelando ausencia de este metal, en consecuencia se concluye que el agua potable objeto de estudio carece del metal cobre cumpliendo la norma en el artículo 5° sobre las características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana de la resolución 2115¹, el valor máximo aceptable de este metal es de 1.0 ppm (mg/L)..

Para el caso de mercurio siguiendo la Tabla No. 23, se logra observar que los resultados han sido satisfactorios de igual manera porque en todas las muestras analizadas, este metal posee una concentración de 0,000 ppm (mg/L), comparando con la resolución anteriormente mencionada en el artículo el valor máximo permitido para este metal es de 0,001mg/L

En la Tabla No. 24, se muestra que los datos obtenidos de las concentraciones de plomo en el primer y segundo muestreo de las 8 muestras analizadas la situación es la misma tanto para Cu y Hg, siendo esta de 0,000 ppm (mg/L), comparando esto con lo estipulado en el artículo 2° de la resolución 2115, se estipula que para el caso del metal plomo el rango máximo permisible es de 0,01 Respecto a los datos obtenidos de la absorbancia se puede afirmar que en todas las muestras tanto en el primer y segundo muestreo son muy pequeñas y las diferencias se presentan por el movimiento que realizan las moléculas.

Con lo anterior se determina que las muestras analizadas están libres de metales pesados como Hg, Pb y Cu, por consiguiente no hay peligro alguno para la salud de los consumidores.

Cuantificación de Pesticidas

- Curvas de calibración

Estipulados los parámetros cromatográficos se elabora una curva de calibración para cada fungicida, procediendo de la siguiente manera: Inicialmente se preparan 5 mL del estándar comercial de Sigma Aldrich correspondiente a cada fungicida con una concentración de 1000 ppm en metanol, a partir de esta solución se efectúan las diluciones necesarias para obtener las concentraciones mostradas en la tabla No. 25.

Tabla No. 25. Curvas de calibración para los patrones de los fungicidas.

Trifloxyestrobín		Propineb		Difenoconazol	
Ppm	Área/pico	Ppm	Área/pico	Ppm	Área/pico
2,5		2,5		5	41500
2,0	62000	2,0	33000	4	33000
1,5	47500	1,5	23000	3	22000
1,0	32000	1,0	15000	2	12000
0,5	20000	0,5	6500	1	7000
0,0		0,0		0	

De acuerdo con los datos suministrados por cada curva de calibración, ahora se muestra cada curva en las ilustraciones No. 25, 26 y 27.

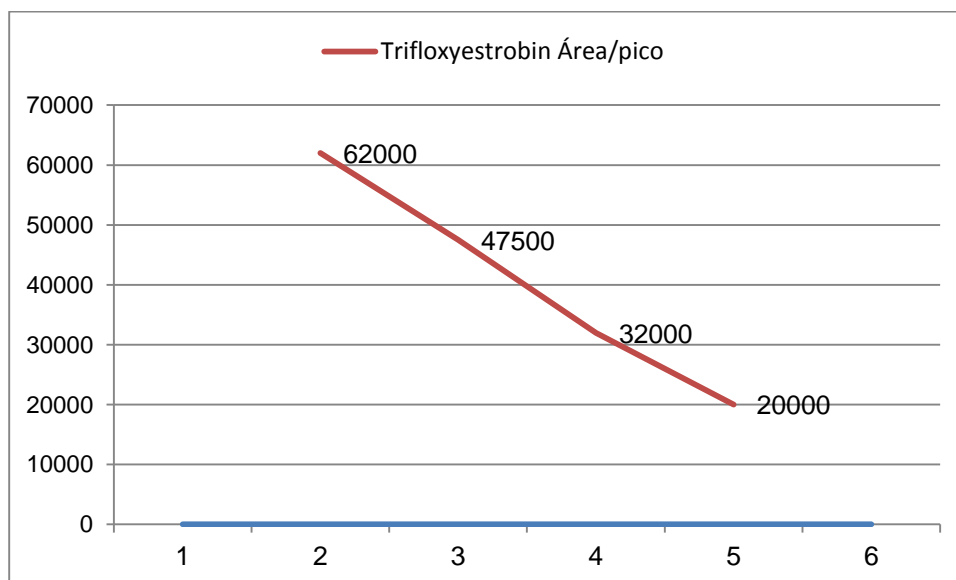


Ilustración No. 25. Curva de calibración para Trifloxyestrobín

Utilizando la curva de calibración mostrada en la ilustración 25 se inyectan las 8 muestras tratadas con microextracción con gota suspendida y se obtienen los valores mostrados en la tabla No. 26:

Tabla No. 26. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.

Valoración de Trifloxyestrobil								
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8
(ppm)	trazas	0	0	0	0	0	0	trazas

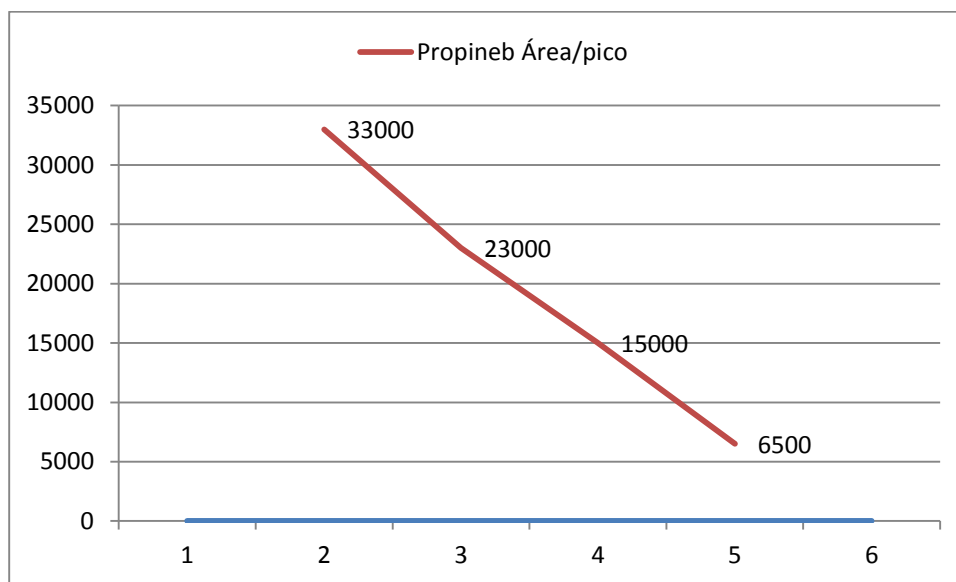


Ilustración No. 26. Curva de calibración para Propineb

Utilizando la curva de calibración mostrada en la ilustración 26 se inyectan las 8 muestras tratadas con microextracción con gota suspendida y se obtienen los valores mostrados en la tabla No. 27.

Tabla No. 27. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.

Valoración de Propineb								
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8
(p.p.m.)	0	0	0	0	0	0	0	0

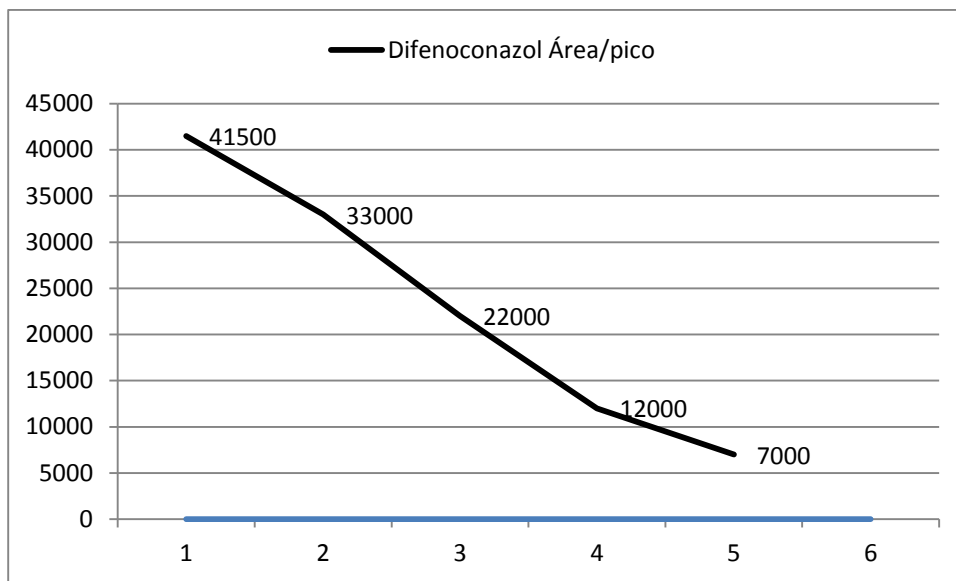


Ilustración No. 27 Curva de calibración para Difenoconazol

Utilizando la curva de calibración mostrada en la ilustración No. 28 se inyectan las 8 muestras tratadas con microextracción con gota suspendida y se obtienen los valores mostrados en la tabla No.28.

Tabla No. 28. Área bajo los picos de las muestras objeto de estudio.

Valoración de Difenoconazol								
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8
(p.p.m.)	0	0	0	trazas	0	trazas	0	0

El análisis de pesticidas efectuado a 8 muestras de agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana se hizo por GC, técnica que permitió evaluar la capacidad de detección y cuantificación estableciendo los límites de detección y cuantificación; la exactitud con experimentos de recuperación y la dispersión por medio de la precisión. Se estableció que estas presentan detección adecuada frente a las concentraciones máximas permitidas por la normativa colombiana, Los experimentos de recuperación mostraron la eficacia del sistema de extracción líquido-líquido.

Los datos obtenidos en las tablas No. 26, 27 y 28 permiten confirma que no hay valores que indiquen concentración riesgosa de pesticidas en las muestras de agua analizada, esto

revela que los productos químicos utilizados para destruir y controlar plagas. Por consiguiente, no hay riesgo relativo de toxicidad para la población que bebe el agua objeto de estudio y da seguridad para que las personas hagan uso de este vital líquido con tranquilidad y no se abstengan de consumirla por el temor de sufrir algún problema en el sistema nervioso, cánceres, supresión del sistema inmunitario y otra serie de quebrantos de salud que causa el hallazgo de pesticidas en el agua potable.

Cuantificación de Coliformes

Para la determinación de Coliformes Totales en las muestras de agua obtenidas en los 8 diferentes puntos se utilizó la técnica de filtración por membrana. Los datos obtenidos por medio de esta técnica están especificados en la tabla No. 29.

Tabla No. 29. Resultados obtenidos en la cuantificación de Coliformes Totales en muestreos 1 y 2.

Sitio de Muestreo	UFC/100 mL	
	Muestreo 1	Muestreo 2
1 Edificio Bienestar	0	0
2 Restaurante Universitario	1	0
3 Cafetería Universitaria	1	0
4 Baño de mujeres facultad de educación	0	0
5 Baño bloque de artes	0	0
6 Baño de hombres facultad de educación	1	0
7 Baño facultad de economía	0	0
8 Baño facultad de ingeniería	0	0

De acuerdo con la (Resolución 2115 de 2007), por cm^3 de muestra, la presencia de Coliformes Totales en unidades UFC (Unidades Formadoras de Colonias) debe ser inexistente.

En el primer muestreo realizado, y después de su respectivo análisis con la técnica de filtración por membrana, se encontraron 5 de 8 muestras con un valor 0 UFC para presencia de Coliformes Totales, las 3 muestras restantes arrojaron un valor de 1 UFC cada una lo cual se considera alarmante por las diversas acciones adversas que estos agentes bacteriológicos tienen en la salud humana.

De acuerdo con (WHO, 2006) la calidad microbiológica del agua puede variar rápidamente y en gran medida, estas variaciones incrementan el riesgo de enfermedades transmitidas por el

agua. Posibles explicaciones a este resultado positivo son: un aumento en la población usuaria del servicio, un mayor uso de aguas residuales, también la transmisión por alimentos, manos, utensilios o ropa contaminados, haciendo de la higiene sea deficiente.

Según la (WHO, 2006) es necesario establecer un plan en el que se evalúe el sistema de agua, con el fin de determinar posibles peligros; desarrollar medidas de control que disminuyan o acaben por completo dichos peligros y a su vez realizando un monitoreo constante; y por ultimo desarrollar una estrategia que determine cuáles son las medidas a seguir en circunstancias normales del sistema de aguas y cuando ocurran incidentes.

El análisis correspondiente al segundo muestreo se realizó con la ayuda del Instituto Nacional de Salud, Sede Neiva el cual arrojó resultados negativos para presencia de Coliformes Totales en las muestras analizadas.

8 Conclusiones

Una vez implementada la metodología, analizados los diferentes resultados obtenidos y teniendo en cuenta los objetivos planteados inicialmente en la presente investigación, se puede concluir lo siguiente:

La presente investigación permitió determinar que el agua potable consumida en la Universidad Surcolombiana, cumple con las características físicas (color, olor, sabor, dureza, y temperatura), químicas (pH, Cloruros, Nitritos y Sulfatos), la ausencia de metales pesados (Cobre, Mercurio y Plomo), y la ausencia de valores que indiquen una concentración riesgosa de pesticidas como el Propineb, Trifloxystrobin y Difenconazol; resultados que revelan que el agua puede consumirse sin provocar efectos adversos a causa de alguna de estas sustancias. La contaminación más influyente en el agua potable consumida en la Universidad Surcolombiana, es la presencia de 1 UFC/ 100 cm^3 de Coliformes totales en 3 de los 8 lugares de muestreo, las cuales son un indicador positivo de contaminación microbiológica en el agua potable consumida. A pesar de ser un valor mínimo, es de vital importancia prestar atención a este indicador haciendo un seguimiento a los puntos de resultado positivo (restaurante universitario, cafetería, baño de hombre de la facultad de educación) y así mismo se recomienda desarrollar un plan de mejoramiento en la calidad de agua, donde se elimine este índice de contaminación en el agua potable, y de esta manera brindar a la comunidad usuario un recurso hídrico completamente apto para el consumo, evitando daños en su salud. Este plan de mejoramiento se puede adaptar tanto en la red principal que recibe el recurso como en sus diferentes puntos de distribución.

El agua potable consumida en la sede central de la Universidad Surcolombiana, cumple con todos los rangos permisibles con respecto a las características fisicoquímicas establecidas en la Resolución 2115 de 2007 y el Decreto 1575 de 2007. El agua posee un color aparente y real adecuado, un olor y sabor aceptable, una dureza blanda, una temperatura entre 24 y 27,5°C siendo apta para el consumo, un pH que varía entre 6,52 y 7, 91, el cual revela la

ausencia de agentes contaminantes. Existe ausencia total de una de las sustancias que tienen efecto adverso en la salud humana, como lo son los nitritos; con respecto a los cloruros y sulfatos se presentan en una concentración mínima pero se encuentra dentro de la cantidad establecida en la normatividad, sin causar ningún daño a la población usuario de este recurso.

Uno de los aspectos más relevantes y de mayor atención es la presencia de Coliformes Totales en algunos puntos de distribución del recurso hídrico, en vista de que el valor obtenido fue de 1 UFC/ 100 cm^3 y de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007 dentro de las características microbiológicas que debe presentar el agua potable, no puede presentarse ningún valor de Coliformes Totales en la misma. Por ende, es necesario hacer una revisión continua de las redes de distribución del agua y de los puntos específicos donde el resultado fue positivo, con el fin de garantizar a la comunidad usuario un recurso apto para su utilización.

Por otro lado se cumple satisfactoriamente las características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana que se plantea en el reglamento establecido por la Resolución 2115/2007, respecto a la cantidad de metales analizados como Cobre, Mercurio y Plomo obtenidos en los dos muestreos realizados mediante la técnica de ultravioleta que ha realizado una medición de concentraciones con mucha exactitud para el desarrollo del trabajo investigativo de la calidad del agua potable consumida en la universidad Surcolombiana sede central, siendo esta de un valor para los tres metales de 0,000 ppm, lo cual no provocaría alguna problemática en la salud de la población que hace uso de este importante líquido a causa de alguno de estos metales.

Ahora bien, respecto a las trazas de pesticidas hallados en las muestras nos confirma que no hay valores que indiquen concentración riesgosa, pues la presencia de compuestos que usualmente se utilizan para la erradicación y control de plagas en los campos y zonas urbanas aledañas a la cuenca del Río Las Ceibas es muy pequeña, la cual no provoca graves daños en el organismo de la población que actualmente hace uso de este servicio a causa de estas sustancias.

10. Bibliografía

- Aldrich, S. (5 de Diciembre de 2016). Trifloxystrobin. (S. Aldrich, Productor) Recuperado el 5 de Diciembre de 2016, de <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/46447?lang=en®ion=CO>
- Araujo, L., Sánchez, G., Cubilán, D., Mercado, J., Troconis, M., & Prieto, A. (Abril/Junio de 2012). Determinación de kresomin-metil y trifloxystrobin en muestras de agua mediante microextracción con gota suspendida y cromatografía de gases-espectrometría de masas. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 3, 3(2), 97-106.
- Avila, S. &. (2012).). Calidad Bacteriológica del Agua de Consumo Humano de la Zona Urbana y Rural del Municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. Scielo.
- Barrenechea, A. (2006). Aspectos Físicoquímicos de la Calidad del agua. Capítulo 1. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf>
- Barrios, L. F. (2000). ¿Es Potable el Agua que se Consume en Neiva? . Tesis de pregrado, Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- Bonilla, A. &. (2013). Acompañamiento Al Acueducto de Palermo para la Determinación de Análisis Físicoquímico de Aguas Potables y Elaboración de los Manuales de Procedimiento. Tesis de Pregrado, Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- Cumagun, C. (2012). *Plant pathology*. Recuperado el 16 de Enero de 2017, de <http://www.intechopen.com/books/plant-pathology>
- Díaz, N., Bárcena, A., Fernández , E., Galván, A., Jorrín, J., Peinado, J., . . . Túnez, I. (2009). Universidad de Córdoba Departamento de Bioquímica. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETR%C3%8DA.pdf
- DIGESA. (2001). Dirección General de Salud Ambiental. Recuperado el 03 de Diciembre de 2016, de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- EPA. (2016). (EPA, Productor) Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <https://espanol.epa.gov/espanol/plaguicidas>
- FACSA, E. d. (s.f.). FACSA. Recuperado el 02 de Diciembre de 2016, de <http://www.facsa.com/el-agua/calidad/Metales%20pesados#.WEc3SvnhDIU>
- FAO. (2016). Definiciones de los fines para el codex alimentarius. Depósito de documentos de la FAO.
- Garrido Partierra, A., & Teijón, J. (2006). *Fundamentos de Bioquímica Estructural* (2a ed.). Madrid, España: Tebar.

- Giroux, S., & Tremblay, G. (2004). Metodología de las Ciencias Humanas: La Investigación en Acción. (F. C. España, Ed.) España.
- Gomez, L. (2001). Análisis Microbiológico de Coliformes y Determinación de Salmonella en la Carne de Pollo Expendida en la Central Minorista "Mercaneiva. Tesis de Pregrado, Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- Hahn-vonHessberg, C. e. (2009). Determinación de la Calidad de Agua Mediante Indicadores Biológicos y Físicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. Scielo.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (1991). Metodología de la Investigación. Interamericana.
- IARC. (2016). Clasificación standard de la IARC. Recuperado el 16 de Noviembre de 2016, de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/clasificacion-iarc.htm>
- IDEAM. (2014). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>
- Lehninger, A. (1983). Bioquímica: las Bases Moleculares de la Estructura y Función Celular. . Barcelona.: Ediciones Omega S.A.
- López Moreno, R. (2012). Desarrollo de Métodos Inmunoquímicos para el Análisis de los Fungicidas Estrobilurínicos Kresoxim-methyl y Trifloxystrobin. (U. d. Valencia, Ed.) Recuperado el 1 de Diciembre de 2016, de <http://roderic.uv.es/handle/10550/24315>
- Massol – Deyal, A. (2002). Manual de Laboratorios: Ecología de Microorganismos. Universidad de Puerto Rico. Obtenido de <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p1-intro.pdf>
- Mcnair, H. y. (2009). Basic gas chromatography. . John Wiley & sons, inc, publication.
- Ministerio de la Protección Social, M. d. (22 de Junio de 2007). Ministerio de Ambiente. Recuperado el 14 de Octubre de 2016, de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Mosquera Ayala, D. (2012). Estandarización de un método para la cuantificación de pesticidas organoclorados y organofosforados en suelos por cromatografía de gases con detectores FID Y ECD. Tesis , Universidad de Pereira, Pereira.
- Museo Nacional de Ciencias Naturales. (2008). Museo Nacional de Ciencias Naturales. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/principios_de_cromatografia.pdf
- Narváez, L. J., & Ramírez, M. (1995). Calidad Sanitaria de la Leche Pasteurizada y Consumida en Neiva. "Cuidado con el Consumo de Leche Mal Pasteurizada". Entorno, 53-58.

- Otero, C. (2002). Creacion y Diseño de Organismo de Cuencas en la Subcuenca Río Copán. Turrialba, Honduras.
- Perez , A. (2015). Análisis Microbiológico de Alimentos Preparados en la Vía Pública en la vía Pública en los Alrededores de la Universidad Surcolombiana Mediante el Estudio de Coliformes. Neiva: Trabajo para optar el título de licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.
- Polit, D., & Hungler , B. (2012). Investigación Científica en Ciencias de la Salud (4 ed.). Mexico: Interamericana.
- Quiza, J. &. (2012). Ensayos de floculación para reemplazar el sulfato de aluminio tipo B granulado como cuajulante en la planta de tratamiento Jardín de Neiva. Neiva: Trabajo de grado para optar el título de Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.
- Robles Mejía, J. (2014). Desarrollo de metodologías analíticas mediante cromatografía/espectrometría de masas para el control de contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes en aguas residuales y superficiales. Tesis Doctoral. Jaen, España: Universidad de Jaen. Departamento de Ciencias Básicas.
- Robles Molina, J. (16 de Enero de 2014). *Desarrollo de metodologías analíticas mediante cromatografía espectrométrica de masa para el control de contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes en aguas residuales y superficiales* 2017. Recuperado el 16 de Enero de 2017, de <http://ruja.ujaen.es/handle/10953/647>
- Rojas, G. (2012). Título de pregrado para optar el título de licenciado en Ciencias Naturales: Física , Química y Biología. Caracterización físico-química y bacteriológica preliminar del agua de consumo humano de la vereda El Dindal, zona rural del municipio de Aipe., Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- Rojas, L., & Gaona, M. (2012). Caracterización Físico-química y Bacteriológica Preliminar del Agua de Consumo Humano de la Vereda "El Dindal" del Municipio de Aipe. Tesis de Pregrado, Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- Romero, J. (2005). Calidad del agua (2 ed.). Escuela Colombiana de Ingeniería .
- Saracho, M., L. Segura., P. Moyano., N. Rodríguez y E. Carignano. (2006). Calidad del Agua del Río del Valle Catamarca, para Uso Recreativo. Argentina: Revista de Ciencia Y Tecnología.
- Saracho, M., Segura, L., Moyano, P., Rodríguez, N., & Carignano, E. (Junio de 200). Calidad del agua del Río del Valle, Catamarca, para uso recreativo. (U. d. Catamarca, Ed.) Revista de Técnica y Ciencia (12).
- Saracho., e. a. (2006). Calidad del Agua del Río del Valle Catamarca, para Uso Recreativo. Argentina: Revista de Ciencia Y Tecnología.

- Silva, E. (2007). Estudio de Caracterización de la Calidad Microbiológica y Fisicoquímica del Agua Utilizada en la Industria de Alimentos, Colombia 2007. Scielo.
- Social, M. d. (09 de Mayo de 2007). Aguas y Aguas. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de http://www.aguasyaguas.com.co/calidad_agua/images/descargas/Decreto_1575_de_2007.pdf
- Teijon, J. &. (2006). Fundamentos de Bioquímica Estructural. . España: Madrid.: Editorial Tebar S.L. .
- Universidad de Salamanca. (S.F.). Universidad de Salamanca Virtual. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016, de http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html
- Universidad Nacional de la Plata. (2011). Experimentos Cuánticos. Recuperado el 12 de Diciembre de 2016, de www2.fisica.unlp.edu.ar
- Vidal, J. (2008). Evaluación de la Calidad Microbiológica del Agua Envasada en Bolsas Producida en Sincelejo - Colombia. Scielo.
- WHO. (2006). World Health Organization (OMS). Recuperado el 03 de Diciembre de 2016, de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_7_fig.pdf
- WHO. (2010). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification : 2009. World Health Organizatio, Geneve, Switzerland.

11. Anexos

11.1 Ficha de seguridad Propineb

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

SAFETY DATA SHEET

according to Regulation (EC) No. 1907/2006

Version 5.1 Revision Date 23.04.2013

Print Date 09.12.2016

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers

Product name : Propineb

Product Number : 45643

Brand : Sigma-Aldrich

REACH No. : A registration number is not available for this substance as the substance or its uses are exempted from registration, the annual tonnage does not require a registration or the registration is envisaged for a later registration deadline.

CAS-No. : 12071-83-9

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Sigma-Aldrich
3050 Spruce Street
SAINT LOUIS MO 63103
USA

Telephone : +1 800-325-5832

Fax : +1 800-325-5052

1.4 Emergency telephone number

Emergency Phone # : +1-703-527-3887 (CHEMTREC)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Not a hazardous substance or mixture according to Regulation (EC) No. 1272/2008.
This substance is not classified as dangerous according to Directive 67/548/EEC.

2.2 Label elements

The product does not need to be labelled in accordance with EC directives or respective national laws.

2.3 Other hazards - none

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1 Substances

Formula : $C_5H_8N_2S_4Zn$]_n

Molecular Weight : 289,78 g/mol

CAS-No. : 12071-83-9

EC-No. : 235-134-0

No components need to be disclosed according to the applicable regulations.

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General advice

Consult a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance.

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Propineb.

If inhaled

If breathed in, move person into fresh air. If not breathing, give artificial respiration. Consult a physician.

In case of skin contact

Wash off with soap and plenty of water. Consult a physician.

In case of eye contact

Flush eyes with water as a precaution.

If swallowed

Never give anything by mouth to an unconscious person. Rinse mouth with water. Consult a physician.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

The most important known symptoms and effects are described in the labelling (see section 2.2) and/or in section 11

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

no data available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide.

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

Carbon oxides, nitrogen oxides (NOx), Sulphur oxides, Zinc/zinc oxides

5.3 Advice for firefighters

Wear self contained breathing apparatus for fire fighting if necessary.

5.4 Further information

no data available

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Avoid dust formation. Avoid breathing vapours, mist or gas. Ensure adequate ventilation. For personal protection see section 8.

6.2 Environmental precautions

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

6.3 Methods and materials for containment and cleaning up

Pick up and arrange disposal without creating dust. Sweep up and shovel. Keep in suitable, closed containers for disposal.

6.4 Reference to other sections

For disposal see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling

Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed. For precautions see section 2.2.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Store in cool place. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place.

7.3 Specific end use(s)

A part from the uses mentioned in section 1.2 no other specific uses are stipulated

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Propineb.

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1 Control parameters

Components with workplace control parameters

8.2 Exposure controls

Appropriate engineering controls

Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Wash hands before breaks and at the end of workday.

Personal protective equipment

Eye/face protection

Use equipment for eye protection tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or EN 166(EU).

Skin protection

Handle with gloves. Gloves must be inspected prior to use. Use proper glove removal technique (without touching glove's outer surface) to avoid skin contact with this product. Dispose of contaminated gloves after use in accordance with applicable laws and good laboratory practices. Wash and dry hands.

The selected protective gloves have to satisfy the specifications of EU Directive 89/686/EEC and the standard EN 374 derived from it.

Body Protection

Choose body protection in relation to its type, to the concentration and amount of dangerous substances, and to the specific work-place. The type of protective equipment must be selected according to the concentration and amount of the dangerous substance at the specific workplace.

Respiratory protection

Respiratory protection is not required. Where protection from nuisance levels of dusts are desired, use type N95 (US) or type P1 (EN 143) dust masks. Use respirators and components tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or CEN (EU).

Control of environmental exposure

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

a) Appearance	Form: solid Colour: yellow
b) Odour	no data available
c) Odour Threshold	no data available
d) pH	no data available
e) Melting point/freezing point	no data available
f) Initial boiling point and boiling range	no data available
g) Flash point	no data available
h) Evaporation rate	no data available
i) Flammability (solid, gas)	no data available
j) Upper/lower flammability or explosive limits	no data available
k) Vapour pressure	no data available

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Propineb.

l) Vapour density	no data available
m) Relative density	no data available
n) Water solubility	insoluble
o) Partition coefficient: n-octanol/water	log Pow: -0,26 at 20 °C
p) Auto-ignition temperature	no data available
q) Decomposition temperature	no data available
r) Viscosity	no data available
s) Explosive properties	no data available
t) Oxidizing properties	no data available

9.2 Other safety information

no data available

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity

no data available

10.2 Chemical stability

Stable under recommended storage conditions.

10.3 Possibility of hazardous reactions

no data available

10.4 Conditions to avoid

no data available

10.5 Incompatible materials

no data available

10.6 Hazardous decomposition products

Other decomposition products - no data available
In the event of fire: see section 5

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity

no data available

LD50 Oral - rat - 8.500 mg/kg

LC50 Inhalation - rat - 4 h - > 693 mg/m³

LD50 Dermal - rat - > 1.000 mg/kg

Skin corrosion/irritation

Skin - rabbit

Result: No skin irritation

Serious eye damage/eye irritation

Eyes - rabbit

Result: No eye irritation

Respiratory or skin sensitisation

no data available

Germ cell mutagenicity

rat

Sigma-Aldrich - 45643

Page 4 of 6

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Propineb.

Cytogenetic analysis

Carcinogenicity

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

Reproductive toxicity

Reproductive toxicity - rat - Oral

Maternal Effects: Other effects. Effects on Newborn: Growth statistics (e.g., reduced weight gain). Effects on Newborn: Biochemical and metabolic.

Reproductive toxicity - rat - Oral

Effects on Fertility: Post-implantation mortality (e.g., dead and/or resorbed implants per total number of implants). Specific Developmental Abnormalities: Eye, ear. Specific Developmental Abnormalities: Craniofacial (including nose and tongue).

Developmental Toxicity - rat - Oral

Effects on Embryo or Fetus: Fetotoxicity (except death, e.g., stunted fetus).

Developmental Toxicity - rat - Oral

Specific Developmental Abnormalities: Other developmental abnormalities.

Developmental Toxicity - rat - Oral

Specific Developmental Abnormalities: Musculoskeletal system. Specific Developmental Abnormalities: Homeostasis

Specific target organ toxicity - single exposure

no data available

Specific target organ toxicity - repeated exposure

no data available

Aspiration hazard

no data available

Additional Information

RTECS: ZH4950000

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Toxicity to fish LC50 - Oncorhynchus mykiss (rainbow trout) - 1,9 mg/l - 96,0 h

Toxicity to algae EC50 - Desmodesmus subspicatus (green algae) - 2,68 mg/l - 96 h

12.2 Persistence and degradability

Biodegradability Result: - Readily biodegradable.

12.3 Bioaccumulative potential

no data available

12.4 Mobility in soil

no data available

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

PBT/vPvB assessment not available as chemical safety assessment not required/not conducted

12.6 Other adverse effects

Toxic to aquatic life.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

Product

Offer surplus and non-recyclable solutions to a licensed disposal company. Dissolve or mix the material with a combustible solvent and burn in a chemical incinerator equipped with an afterburner and scrubber.

11.2 Ficha de seguridad Trifloxystrobin

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

SAFETY DATA SHEET

according to Regulation (EC) No. 1907/2006
Version 5.2 Revision Date 17.05.2016
Print Date 09.12.2016

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers

Product name : Trifloxystrobin

Product Number : 46447
Brand : Sigma-Aldrich
Index-No. : 607-424-00-0
REACH No. : A registration number is not available for this substance as the substance or its uses are exempted from registration, the annual tonnage does not require a registration or the registration is envisaged for a later registration deadline.

CAS-No. : 141517-21-7

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Sigma-Aldrich
3050 Spruce Street
SAINT LOUIS MO 63103
USA

Telephone : +1 800-325-5832
Fax : +1 800-325-5052

1.4 Emergency telephone number

Emergency Phone # +1-703-527-3887 (CHEMTREC)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008

Skin sensitisation (Category 1), H317
Acute aquatic toxicity (Category 1), H400
Chronic aquatic toxicity (Category 1), H410

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

2.2 Label elements

Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008

Pictogram



Signal word : Warning

Hazard statement(s)
H317 : May cause an allergic skin reaction.
H410 : Very toxic to aquatic life with long lasting effects.

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryfloxystrobin.

Precautionary statement(s)
P273 Avoid release to the environment.
P280 Wear protective gloves.
P501 Dispose of contents/ container to an approved waste disposal plant.
Supplemental Hazard Statements none

2.3 Other hazards - none

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1 Substances

Formula : $C_{20}H_{19}F_3N_2O_4$
Molecular weight : 408,37 g/mol
CAS-No. : 141517-21-7
Index-No. : 607-424-00-0

Hazardous ingredients according to Regulation (EC) No 1272/2008

Component	Classification	Concentration
Trifloxystrobin		
CAS-No.	141517-21-7	Skin Sens. 1; Aquatic Acute 1; Aquatic Chronic 1; H317, H400, H410 M-Factor - Aquatic Acute: 10
Index-No.	607-424-00-0	
		<= 100 %

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General advice

Consult a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance.

If inhaled

If breathed in, move person into fresh air. If not breathing, give artificial respiration. Consult a physician.

In case of skin contact

Wash off with soap and plenty of water. Consult a physician.

In case of eye contact

Flush eyes with water as a precaution.

If swallowed

Never give anything by mouth to an unconscious person. Rinse mouth with water. Consult a physician.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

The most important known symptoms and effects are described in the labelling (see section 2.2) and/or in section 11

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide.

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryflosxystrobin.

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

No data available

5.3 Advice for firefighters

Wear self-contained breathing apparatus for firefighting if necessary.

5.4 Further information

No data available

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Use personal protective equipment. Avoid dust formation. Avoid breathing vapours, mist or gas. Ensure adequate ventilation. Avoid breathing dust.
For personal protection see section 8.

6.2 Environmental precautions

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

6.3 Methods and materials for containment and cleaning up

Pick up and arrange disposal without creating dust. Sweep up and shovel. Keep in suitable, closed containers for disposal.

6.4 Reference to other sections

For disposal see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling

Avoid contact with skin and eyes. Avoid formation of dust and aerosols.
Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed.
For precautions see section 2.2.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Store in cool place. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place.

7.3 Specific end use(s)

Apart from the uses mentioned in section 1.2 no other specific uses are stipulated

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1 Control parameters

Components with workplace control parameters

8.2 Exposure controls

Appropriate engineering controls

Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Wash hands before breaks and at the end of workday.

Personal protective equipment

Eye/face protection

Face shield and safety glasses Use equipment for eye protection tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or EN 166(EU).

Skin protection

Handle with gloves. Gloves must be inspected prior to use. Use proper glove removal technique (without touching glove's outer surface) to avoid skin contact with this product. Dispose of contaminated gloves after use in accordance with applicable laws and good laboratory practices. Wash and dry hands.

The selected protective gloves have to satisfy the specifications of EU Directive 89/686/EEC and the standard EN 374 derived from it.

Full contact

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryflosxystrobin.

Material: Nitrile rubber
Minimum layer thickness: 0,11 mm
Break through time: 480 min
Material tested: Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Size M)

Splash contact
Material: Nitrile rubber
Minimum layer thickness: 0,11 mm
Break through time: 480 min
Material tested: Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Size M)

data source: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, phone +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de,
test method: EN374

If used in solution, or mixed with other substances, and under conditions which differ from EN 374, contact the supplier of the CE approved gloves. This recommendation is advisory only and must be evaluated by an industrial hygienist and safety officer familiar with the specific situation of anticipated use by our customers. It should not be construed as offering an approval for any specific use scenario.

Body Protection

Complete suit protecting against chemicals, The type of protective equipment must be selected according to the concentration and amount of the dangerous substance at the specific workplace.

Respiratory protection

For nuisance exposures use type P95 (US) or type P1 (EU EN 143) particle respirator. For higher level protection use type OV/AG/P99 (US) or type ABEK-P2 (EU EN 143) respirator cartridges. Use respirators and components tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or CEN (EU).

Control of environmental exposure

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

- | | |
|---|----------------------------------|
| a) Appearance | Form: solid |
| b) Odour | No data available |
| c) Odour Threshold | No data available |
| d) pH | 7,7 at 10 g/l at 20 °C |
| e) Melting point/freezing point | No data available |
| f) Initial boiling point and boiling range | No data available |
| g) Flash point | > 70,00 °C |
| h) Evaporation rate | No data available |
| i) Flammability (solid, gas) | No data available |
| j) Upper/lower flammability or explosive limits | No data available |
| k) Vapour pressure | No data available |
| l) Vapour density | No data available |
| m) Relative density | 1,360 g/cm ³ at 20 °C |
| n) Water solubility | insoluble |
| o) Partition coefficient: n- | log Pow: 4,5 |

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryflosxystrobin.

	octanol/water	
p)	Auto-ignition temperature	No data available
q)	Decomposition temperature	No data available
r)	Viscosity	No data available
s)	Explosive properties	No data available
t)	Oxidizing properties	No data available

9.2 Other safety information

No data available

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity

No data available

10.2 Chemical stability

Stable under recommended storage conditions.

10.3 Possibility of hazardous reactions

No data available

10.4 Conditions to avoid

No data available

10.5 Incompatible materials

Strong oxidizing agents

10.6 Hazardous decomposition products

Hazardous decomposition products formed under fire conditions. - Carbon oxides, Nitrogen oxides (NOx),

Hydrogen fluoride

Hazardous decomposition products formed under fire conditions. - Carbon oxides, Nitrogen oxides (NOx),

Hydrogen fluoride

Other decomposition products - No data available

In the event of fire: see section 5

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity

LD50 Oral - Rat - > 5.000 mg/kg

LC50 Inhalation - Rat - 4 h - > 4.600 mg/m³

LD50 Dermal - Rabbit - > 2.000 mg/kg

Skin corrosion/irritation

Skin - Rabbit

Result: No skin irritation

Serious eye damage/eye irritation

Eyes - Rabbit

Result: No eye irritation

Respiratory or skin sensitisation

Causes sensitisation.

Germ cell mutagenicity

No data available

Carcinogenicity

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as

Sigma-Aldrich - 46447

Page 5 of 7

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryfloxystrobin.

probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

Reproductive toxicity

No data available

Specific target organ toxicity - single exposure

No data available

Specific target organ toxicity - repeated exposure

No data available

Aspiration hazard

No data available

Additional Information

RTECS: Not available

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates EC50 - Daphnia magna (Water flea) - 0,03 mg/l - 48 h

Toxicity to algae EC50 - Pseudokirchneriella subcapitata (green algae) - 0,02 mg/l - 5 d

12.2 Persistence and degradability

No data available

12.3 Bioaccumulative potential

No data available

12.4 Mobility in soil

No data available

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

PBT/vPvB assessment not available as chemical safety assessment not required/not conducted

12.6 Other adverse effects

Very toxic to aquatic life with long lasting effects.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

Product

Offer surplus and non-recyclable solutions to a licensed disposal company. Dissolve or mix the material with a combustible solvent and burn in a chemical incinerator equipped with an afterburner and scrubber.

Contaminated packaging

Dispose of as unused product.

SECTION 14: Transport information

14.1 UN number

ADR/RID: 3077

IMDG: 3077

IATA: 3077

14.2 UN proper shipping name

ADR/RID: ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, SOLID, N.O.S. (Trifloxistrobin)

IMDG: ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, SOLID, N.O.S. (Trifloxistrobin)

IATA: Environmentally hazardous substance, solid, n.o.s. (Trifloxistrobin)

14.3 Transport hazard class(es)

ADR/RID: 9

IMDG: 9

IATA: 9

14.4 Packaging group

ADR/RID: III

IMDG: III

IATA: III

Sigma-Aldrich - 46447

Page 6 of 7

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Tryflosxystrobin.

14.5 Environmental hazards

ADR/RID: yes

IMDG Marine pollutant: yes

IATA: yes

14.6 Special precautions for user

Further information

EHS-Mark required (ADR 2.2.9.1.10, IMDG code 2.10.3) for single packagings and combination packagings containing inner packagings with Dangerous Goods > 5L for liquids or > 5kg for solids.

SECTION 15: Regulatory information

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

This safety datasheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006.

15.2 Chemical safety assessment

For this product a chemical safety assessment was not carried out

SECTION 16: Other information

Full text of H-Statements referred to under sections 2 and 3.

H317 May cause an allergic skin reaction.

H400 Very toxic to aquatic life.

H410 Very toxic to aquatic life with long lasting effects.

Further information

Copyright 2016 Sigma-Aldrich Co. LLC. License granted to make unlimited paper copies for internal use only.

The above information is believed to be correct but does not purport to be all inclusive and shall be used only as a guide. The information in this document is based on the present state of our knowledge and is applicable to the product with regard to appropriate safety precautions. It does not represent any guarantee of the properties of the product. Sigma-Aldrich Corporation and its Affiliates shall not be held liable for any damage resulting from handling or from contact with the above product. See www.sigma-aldrich.com and/or the reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

11.3 Ficha de seguridad Difenoconazol

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

SAFETY DATA SHEET

according to Regulation (EC) No. 1907/2006

Version 5.5 Revision Date 08.05.2014

Print Date 09.12.2016

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers

Product name : Difenoconazol

Product Number : 36531

Brand : Sigma-Aldrich

REACH No. : A registration number is not available for this substance as the substance or its uses are exempted from registration, the annual tonnage does not require a registration or the registration is envisaged for a later registration deadline.

CAS-No. : 119446-68-3

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Sigma-Aldrich
3050 Spruce Street
SAINT LOUIS MO 63103
USA

Telephone : +1 800-325-5832

Fax : +1 800-325-5052

1.4 Emergency telephone number

Emergency Phone # : +1-703-527-3887 (CHEMTREC)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008

Acute toxicity, Oral (Category 4), H302
Acute toxicity, Inhalation (Category 4), H332
Acute aquatic toxicity (Category 1), H400
Chronic aquatic toxicity (Category 1), H410

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

Classification according to EU Directives 67/548/EEC or 1999/45/EC

N, Xn Dangerous for the environment, Harmful
R20/22, R50

For the full text of the R-phrases mentioned in this Section, see Section 16.

2.2 Label elements

Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008

Pictogram



Signal word

Warning

Hazard statement(s)

H302 + H332

Harmful if swallowed or if inhaled

Sigma-Aldrich - 36531

Page 1 of 7

Ilustración No. 30. Ficha de seguridad del Pesticida Difenoconazol

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Difenoconazol

H410	Very toxic to aquatic life with long lasting effects.
Precautionary statement(s)	
P273	Avoid release to the environment.
P501	Dispose of contents/ container to an approved waste disposal plant.
Supplemental Hazard Statements	none

2.3 Other hazards - none

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1 Substances

Formula	: C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃
Molecular Weight	: 406,26 g/mol
CAS-No.	: 119446-68-3

Hazardous ingredients according to Regulation (EC) No 1272/2008

Component	Classification	Concentration
Difenoconazole		
CAS-No. 119446-68-3	Acute Tox. 4; Aquatic Acute 1; Aquatic Chronic 1; H302 + H332, H410	<= 100 %

Hazardous ingredients according to Directive 1999/45/EC

Component	Classification	Concentration
Difenoconazole		
CAS-No. 119446-68-3	N, Xn, R20/22 - R50	<= 100 %

For the full text of the H-Statements and R-Phrases mentioned in this Section, see Section 16

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General advice

Consult a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance.

If inhaled

If breathed in, move person into fresh air. If not breathing, give artificial respiration. Consult a physician.

In case of skin contact

Wash off with soap and plenty of water. Consult a physician.

In case of eye contact

Flush eyes with water as a precaution.

If swallowed

Never give anything by mouth to an unconscious person. Rinse mouth with water. Consult a physician.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

The most important known symptoms and effects are described in the labelling (see section 2.2) and/or in section 11

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

no data available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide.

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Difenoconazol

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

Carbon oxides, nitrogen oxides (NOx), Hydrogen chloride gas

5.3 Advice for firefighters

Wear self contained breathing apparatus for fire fighting if necessary.

5.4 Further information

no data available

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Use personal protective equipment. Avoid dust formation. Avoid breathing vapours, mist or gas. Ensure adequate ventilation. Avoid breathing dust.
For personal protection see section 8.

6.2 Environmental precautions

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

6.3 Methods and materials for containment and cleaning up

Pick up and arrange disposal without creating dust. Sweep up and shovel. Keep in suitable, closed containers for disposal.

6.4 Reference to other sections

For disposal see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling

Avoid contact with skin and eyes. Avoid formation of dust and aerosols.
Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed.
For precautions see section 2.2.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Store in cool place. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place.

7.3 Specific end use(s)

Apart from the uses mentioned in section 1.2 no other specific uses are stipulated

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1 Control parameters

Components with workplace control parameters

8.2 Exposure controls

Appropriate engineering controls

Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Wash hands before breaks and at the end of workday.

Personal protective equipment

Eye/face protection

Safety glasses with side-shields conforming to EN166 Use equipment for eye protection tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or EN 166(EU).

Skin protection

Handle with gloves. Gloves must be inspected prior to use. Use proper glove removal technique (without touching glove's outer surface) to avoid skin contact with this product. Dispose of contaminated gloves after use in accordance with applicable laws and good laboratory practices. Wash and dry hands.

The selected protective gloves have to satisfy the specifications of EU Directive 89/686/EEC and the standard EN 374 derived from it.

Full contact

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Difenoconazol

Material: Nitrile rubber
Minimum layer thickness: 0,11 mm
Break through time: 480 min
Material tested: Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Size M)

Splash contact
Material: Nitrile rubber
Minimum layer thickness: 0,11 mm
Break through time: 480 min
Material tested: Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Size M)

data source: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, phone +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de, test method: EN374

If used in solution, or mixed with other substances, and under conditions which differ from EN 374, contact the supplier of the CE approved gloves. This recommendation is advisory only and must be evaluated by an industrial hygienist and safety officer familiar with the specific situation of anticipated use by our customers. It should not be construed as offering an approval for any specific use scenario.

Body Protection

Complete suit protecting against chemicals, The type of protective equipment must be selected according to the concentration and amount of the dangerous substance at the specific workplace.

Respiratory protection

For nuisance exposures use type P95 (US) or type P1 (EU EN 143) particle respirator. For higher level protection use type OV/AG/P99 (US) or type ABEK-P2 (EU EN 143) respirator cartridges. Use respirators and components tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or CEN (EU).

Control of environmental exposure

Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

- | | |
|---|--------------------|
| a) Appearance | Form: solid |
| b) Odour | no data available |
| c) Odour Threshold | no data available |
| d) pH | no data available |
| e) Melting point/freezing point | no data available |
| f) Initial boiling point and boiling range | no data available |
| g) Flash point | no data available |
| h) Evaporation rate | no data available |
| i) Flammability (solid, gas) | no data available |
| j) Upper/lower flammability or explosive limits | no data available |
| k) Vapour pressure | no data available |
| l) Vapour density | no data available |
| m) Relative density | no data available |
| n) Water solubility | 0,015 g/l at 25 °C |
| o) Partition coefficient: n- | log Pow: 3,975 |

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Difenoconazol

	octanol/water	
p)	Auto-ignition temperature	no data available
q)	Decomposition temperature	no data available
r)	Viscosity	no data available
s)	Explosive properties	no data available
t)	Oxidizing properties	no data available

9.2 Other safety information

no data available

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity

no data available

10.2 Chemical stability

Stable under recommended storage conditions.

10.3 Possibility of hazardous reactions

no data available

10.4 Conditions to avoid

no data available

10.5 Incompatible materials

Strong oxidizing agents

10.6 Hazardous decomposition products

In the event of fire: see section 5

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity

LD50 Oral - rat - 1.453 mg/kg

LC50 Inhalation - rat - 4 h - 3.300 mg/m³

LD50 Dermal - rabbit - > 2.010 mg/kg

Skin corrosion/irritation

Skin - rabbit

Result: Mild skin irritation

Serious eye damage/eye irritation

Eyes - rabbit

Result: No eye irritation

Respiratory or skin sensitisation

Prolonged or repeated exposure may cause allergic reactions in certain sensitive individuals. The preceding data, or interpretation of data, was determined using Quantitative Structure Activity Relationship (QSAR) modeling.

Germ cell mutagenicity

no data available

Carcinogenicity

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

Continuación de la Ficha de Seguridad del Pesticida Difenoconazol

14.4 Packaging group		
ADR/RID: III	IMDG: III	IATA: III
14.5 Environmental hazards		
ADR/RID: yes	IMDG Marine pollutant: yes	IATA: yes
14.6 Special precautions for user		

Further information

EHS-Mark required (ADR 2.2.9.1.10, IMDG code 2.10.3) for single packagings and combination packagings containing inner packagings with Dangerous Goods > 5L for liquids or > 5kg for solids.

SECTION 15: Regulatory information

This safety datasheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006.

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

no data available

15.2 Chemical Safety Assessment

For this product a chemical safety assessment was not carried out

SECTION 16: Other information

Full text of H-Statements referred to under sections 2 and 3.

Acute Tox.	Acute toxicity
Aquatic Acute	Acute aquatic toxicity
Aquatic Chronic	Chronic aquatic toxicity
H302	Harmful if swallowed.
H302 + H332	Harmful if swallowed or if inhaled
H332	Harmful if inhaled.

Full text of R-phrases referred to under sections 2 and 3

N	Dangerous for the environment
Xn	Harmful
R20/22	Harmful by inhalation and if swallowed.
R50	Very toxic to aquatic organisms.

Further information

Copyright 2014 Sigma-Aldrich Co. LLC. License granted to make unlimited paper copies for internal use only.

The above information is believed to be correct but does not purport to be all inclusive and shall be used only as a guide. The information in this document is based on the present state of our knowledge and is applicable to the product with regard to appropriate safety precautions. It does not represent any guarantee of the properties of the product. Sigma-Aldrich Corporation and its Affiliates shall not be held liable for any damage resulting from handling or from contact with the above product. See www.sigma-aldrich.com and/or the reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.