



RESUMEN

En el presente trabajo se aislaron mohos y levaduras de los cuales se identificaron géneros de hongos filamentosos originarios del Sistema de Agua de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Baños con el fin de contribuir al conocimiento e investigación científica en la presencia de mohos y levaduras en dicho lugar. Para el aislamiento se utilizó la técnica de Filtración por Membrana, obteniéndose 584 aislamientos de mohos y levaduras de los cuales 433 fueron de levaduras y 151 mohos a partir de los cultivos axénicos. Para la identificación del género de los mismos fue necesaria la utilización de claves taxonómicas, teniendo en cuenta las características macroscópicas y microscópicas.

La población fúngica encontrada pertenece a los siguientes géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rizhopus*, *Absidia*, *Circinella*, siendo los géneros de mayor incidencia *Mucor en Agua de la Captación y Agua Cruda* y *Penicillium en Agua Tratada y Agua de las redes*.

No obstante en este estudio se obtuvo una cepa que no pudo ser identificada haciendo uso de las claves taxonómicas ya que no presentaba estructuras morfológicas definidas que permitan su clasificación.

Para las levaduras se hizo una diferenciación patógena y no patógena mediante la técnica de los túbulos germinales obteniéndose que las 433 levaduras aisladas fueron no patógenas.

Palabras Clave: Agua de la captación, cruda, tratada, redes, Hongo filamentoso, Levaduras patógenas y no patógenas, Claves taxonómicas, Filtración por membrana, Aislamiento de mohos y levaduras, Método de azul de lactofenol, Método de túbulos germinales.



CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	22
OBJETIVOS.....	24
HIPÓTESIS.....	24

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN EN LA PLANTA DE BAÑOS

1.1. Concepto de Agua Potable.....	26
1.1.1. Características del Agua Potable.....	26
1.2. Proceso de Potabilización en la Planta de Agua de la Parroquia Baños.....	27
1.2.1. Planta de Tratamiento.....	28
1.2.2. Captación.....	28
1.2.3. Conducción.....	28
1.2.4. Unidad De Floculación.....	29
1.2.4.1. Coagulación.....	29
1.2.4.2. Floculación.....	31
1.2.5. Unidad de Sedimentación.....	35
1.2.6. Unidad de Filtros.....	35
1.2.7. Cloración.....	36
1.2.8. Tanque de Almacenamiento.....	36
1.2.9. Caseta de Químicos.....	37
1.2.10. Redes de Distribución.....	37
1.2.11. Laboratorio de Control de Calidad.....	38

CAPÍTULO II: GENERALIDADES DEL AGUA

2.1. Concepto del Agua.....	41
2.2. Características de la Molécula de Agua.....	41
2.3. Ciclo Hidrológico.....	42
2.3.1. Fases del Ciclo Hidrológico.....	42



2.4.	Tipos de Agua.....	42
2.4.1.	Lluvia y Nieve.....	42
2.4.2.	Aguas Superficiales.....	43
2.4.3.	Aguas Subterráneas.....	43
2.5.	Propiedades Físicas y Químicas del Agua.....	44
2.5.1.	Propiedades Físicas.....	44
2.5.2.	Propiedades Químicas.....	44
2.6.	Calidad del Agua.....	46
2.7.	Programa de Control de Calidad del Agua.....	46
2.8.	Requisitos Microbiológicos para el Agua Potable de la Norma Técnica Colombiana (NTC 813 Segunda Revisión).....	47

CAPITULO III: HONGOS

3.1.	Hongos Filamentosos.....	51
3.1.1.	Curva de Crecimiento de Hongos Filamentosos.....	52
3.1.2.	Requerimientos Nutricionales de Hongos Filamentosos.....	53
3.1.3.	Condiciones de Crecimiento.....	54
3.2.	Clasificación de los Hongos.....	55
3.3.	Hongos que Proviene del Agua.....	57
3.4.	Enfermedades que Proviene del Agua.....	58
3.5.	Hongos de Importancia para su Identificación.....	59
3.5.1.	Cigomicetos Géneros y Especies Considerados; (<i>Mucor</i> , <i>Absidia</i> , <i>Circinella</i> , <i>Rhizopus</i>).....	59
3.5.1.1.	Características Generales.....	59
3.5.1.2.	Patogenia y Espectro de Enfermedades.....	59
3.5.1.3.	Epidemiología.....	60
3.5.1.4.	Enfoque para la Identificación.....	60
3.5.2.	Deuteromicetos: Géneros y Especies Considerados: (<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i>).....	63
3.5.2.1.	Características Generales.....	63



3.5.2.2.	Patogenia y Espectro de la Enfermedad.....	63
3.5.2.3.	Epidemiología.....	64
3.5.2.4.	Enfoque para la Identificación.....	64
3.5.3.	Levaduras.....	67
3.5.3.1.	Genero y Especie Considerado: <i>Candida</i>	68
3.5.3.1.1.	Características Generales.....	68
3.5.3.1.2.	Epidemiología y Patología.....	68
3.5.3.1.3.	Candidiasis.....	68

CAPITULO IV: MÉTODOS Y TÉCNICAS

4.1.	Muestreo.....	71
4.1.1.	Criterios de Recolección.....	71
4.1.2.	Condiciones del Recolector.....	72
4.1.3.	Tipos de Recipiente.....	72
4.1.4.	Transporte y Conservación.....	72
4.1.5.	Requerimientos Básicos de Información.....	73
4.2.	Métodos y Procedimientos para la Determinación de Mohos y Levaduras.....	73
4.2.1.	Método por filtración de membrana.....	74
4.2.1.1.	Fundamento.....	74
4.2.1.2.	Materiales.....	74
4.2.1.3.	Medio de Cultivo de Mohos y Levaduras.....	75
4.2.1.4.	Preparación del Material de Toma de Muestras.....	75
4.2.1.5.	Preservación y Almacenamiento de Muestras.....	77
4.2.1.6.	Procedimiento para Realizar el Análisis de Mohos Levaduras por el Método de Filtración por Membrana.....	78
4.2.1.7.	Desventajas de la Filtración por Membrana.....	79
4.3.	Método para el Aislamiento de Mohos y Levaduras a partir de los Resultados Obtenidos por Filtración de Membrana.....	80
4.3.1.	Fundamento (Medio de Agar Sabuoraud).....	80



4.3.2. Procedimiento.....	80
4.4. Método para la Identificación de Mohos a partir de los Cultivos Aislado.....	81
Morfología Macroscópica.....	82
Morfología Microscópica.....	82
4.4.1. Método de Azul de Lactofenol.....	83
4.4.1.1. Fundamento.....	83
4.4.1.2. Procedimiento.....	83
4.4.2. Método de la Cinta Scoch.....	83
4.4.2.1. Fundamento.....	83
4.4.2.2. Procedimiento.....	84
4.4.3. Método del Microcultivo.....	85
4.4.3.1. Fundamento.....	85
4.4.3.2. Procedimiento.....	85
4.5. Método para la Diferenciación de Levaduras y Bacterias.....	86
4.5.1. Tinción De Gram.....	86
4.5.1.1 Fundamento.....	86
4.5.1.2. Procedimiento.....	87
4.6. Diferenciación de Levaduras Patógenas y no Patógenas...	88
4.6.1. Métodos Basados en el Cultivo.....	88
4.6.2. Prueba Del Tubo Germinativo.....	89
4.6.2.1. Fundamento.....	89
4.6.2.2. Procedimiento.....	89

CAPÍTULO V: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTROL DE MOHOS Y LEVADURAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

5.1. Estadística Descriptiva.....	91
5.1.1 Parámetros de Centralización.....	91
5.1.1.1 Media Aritmética o Promedio.....	91
5.1.1.2 Mediana.....	91



5.1.1.3	Moda.....	92
5.1.2	Parámetros de Dispersión.....	92
5.1.2.1	Rango.....	92
5.1.2.2	Varianza.....	92
5.1.2.3	Desviación Estándar.....	92
5.1.2.4	Coeficiente de Variación.....	92
5.2	Análisis de Datos.....	93
5.2.1	Cuadros de Resultados.....	93
5.3.	Identificación Taxonómica.....	113
5.3.1.	Hongos Aislados de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños.....	114
5.3.1.1.	<i>Aspergillus</i>	114
5.3.1.2.	<i>Absidia</i>	115
5.3.1.3.	<i>Circinella</i>	117
5.3.1.4.	<i>Fusarium</i>	118
5.3.1.5.	<i>Mucor</i>	120
5.3.1.6.	<i>Penicillum</i>	121
5.3.1.7.	<i>Rhizopus</i>	122
5.3.2.	Diferenciación de Levaduras Patógena y no Patógenas...	124
DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....		128
BIBLIOGRAFÍA.....		133
ANEXOS.....		136



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Características de <i>Mucor</i>	61
1a. Características macroscópicas de <i>Mucor sp.</i>	61
1b. Características microscópicas de <i>Mucor sp.</i>	61
Figura 2: Características de <i>Absidia</i>	61
2a. Características macroscópicas de <i>Absidia sp.</i>	61
2b. Características microscópicas de <i>Absidia sp.</i>	61
Figura 3: Características de <i>Circinella</i>	62
3a. Características macroscópicas de <i>Cicinella sp.</i>	62
3b. Características microscópicas de <i>Circinella sp.</i>	62
Figura 4: Características de <i>Rhizopus</i>	62
4a. Características macroscópicas de <i>Rhizopus sp.</i>	62
4b. Características microscópicas de <i>Rhizopus sp.</i>	62
Figura 5: Características de <i>Aspergillus fumigatus</i>	65
5a. Características macroscópicas de <i>Aspergillus fumigatus</i>	65
5b. Características microscópicas de <i>Aspergillus fumigatus</i>	65
Figura 6: Características de <i>Fusarium sp.</i>	66
6a. Características macroscópicas de <i>Fusarium sp.</i>	66
6b. Características microscópicas de <i>Fusarium sp.</i>	66
Figura 7: Características de <i>Penicillium sp.</i>	67
7a. Características macroscópica de <i>Penicillium sp.</i>	67
7b. Características microscópicas de <i>Penicillium sp.</i>	67
Figura 8: Características de Levaduras.....	69
8a. Características de Levaduras que no presentan túbulos germinales.....	69
8b. Características de Levaduras que presentan túbulos germinales.....	69
Figura 9: <i>Aspergillus fumigatus</i>	115
9a. <i>Aspergillus fumigatus</i> en medio Sabouraud. Anverso..	115
9b. <i>Aspergillus fumigatus</i> en medio Sabouraud. Reverso..	115
9c. <i>Aspergillus fumigatus</i> . Microscópicamente 40X.....	115
9d. <i>Aspergillus fumigatus</i> . Microscópicamente 40X.....	115
Figura 10: <i>Absidia sp.</i>	116
10a. <i>Absidia sp.</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	116



10b. <i>Absidia</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	116
10c. <i>Absidia</i> sp. Microscópicamente 40X.....	116
10d. <i>Absidia</i> sp. Microscópicamente 40X.....	116
Figura 11: <i>Circinella</i> sp.....	118
11a. <i>Circinella</i> sp. en medio Sabouraud. Anverso.....	118
11b. <i>Circinella</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	118
11c. <i>Circinella</i> sp. Microscópicamente 40X.....	118
11d. <i>Circinella</i> sp. Microscópicamente 40X.....	118
Figura 12: <i>Fusarium</i> sp.....	119
12a. <i>Fusarium</i> sp. en medio Sabouraud.. Anverso.....	119
12b. <i>Fusarium</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	119
12c. <i>Fusarium</i> sp. Microscópicamente 40X.....	119
12d. <i>Fusarium</i> sp. Microscópicamente 40X.....	119
Figura 13: <i>Mucor</i> sp.....	121
13a. <i>Mucor</i> sp. en medio Sabouraud. Anverso.....	121
13b. <i>Mucor</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	121
13c. <i>Mucor</i> sp. Microscópicamente 40X.....	121
13d. <i>Mucor</i> sp. Microscópicamente 40X.....	121
Figura 14: <i>Penicillum</i> sp.....	122
14a. <i>Penicillum</i> sp. en medio Sabouraud. Anverso.....	122
14b. <i>Penicillum</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	122
14c. <i>Penicillum</i> sp. Microscopicamente 40X.....	122
14d. <i>Penicillum</i> sp. Microscopicamente 40X.....	122
Figura 15: <i>Rhizopus</i> sp.....	123
15a. <i>Rhizopus</i> sp. en medio Sabouraud. Anverso.....	123
15b. <i>Rhizopus</i> sp. en medio Sabouraud. Reverso.....	123
15c. <i>Rhizopus</i> sp. Microscópicamente 40X.....	123
15d. <i>Rhizopus</i> sp. Microscópicamente 40X.....	123
Figura 16: Levadura patógena.....	126
16a. <i>Candida albicans</i> en medio Sabouraud.....	126
16b, 16c. <i>Candida albicans</i> . Presencia de túbulos germinales Microscópicamente 40X.....	126
Figura 17: Levaduras no patógenas.....	127
17a. Levaduras no patógenas en medio Sabouraud. Anverso.....	127
17b. Levaduras no patógenas en medio Sabouraud. Reverso.....	127
17c, 17d. Levaduras no patógenas. Microscópicamente 40X.....	127



Figura 18: <i>Aspergillus fumigatus</i>	164
18a. <i>Aspergillus fumigatus</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	164
18b. <i>Aspergillus fumigatus</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	164
18c. <i>spergillus fumigatus</i> . Microscópicamente 40X.....	164
18d. <i>Aspergillus fumigatus</i> . Microscópicamente 40X.....	164
Figura 19: <i>Absidia sp.</i>	165
19a. <i>Absidia</i> en medio Sabouraud.. Anverso.....	165
19b. <i>Absidia sp.</i> en medio Sabouraud.. Reverso.....	165
19c. <i>Absidia sp.</i> Microscópicamente 40X.....	165
19d. <i>Absidia sp.</i> Microscópicamente 40X.....	165
19e. <i>Absidia sp.</i> Microscópicamente 40X.....	165
19f. <i>Absidia sp.</i> Microscópicamente 40X.....	165
Figura 20: <i>Circinella sp.</i>	166
20a. <i>Circinella sp.</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	166
20b. <i>Circinella sp.</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	166
20c. <i>Circinella sp.</i> Microscópicamente 40X.....	166
20d. <i>Circinella sp.</i> Microscópicamente 40X.....	166
20e. <i>Circinella sp.</i> Microscópicamente 40X.....	166
20f. <i>Circinella sp.</i> Microscópicamente 40X.....	166
Figura 21. <i>Fusarium sp.</i>	167
21a. <i>Fusarium sp.</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	167
21b. <i>Fusarium sp.</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	167
21c. <i>Fusarium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	167
21d. <i>Fusarium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	167
21e. <i>Fusarium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	167
21f. <i>Fusarium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	167
Figura 22: <i>Mucor sp.</i>	168
22a. <i>Mucor sp.</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	168
22b. <i>Mucor sp.</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	168
22c. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	168
22d. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	168
22e. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	168
22f. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	168
22g. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	169
22h. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	169
22i. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	169
22j. <i>Mucor sp.</i> Microscópicamente 40X.....	169
Figura 23: <i>Penicillum sp.</i>	170
23a. <i>Penicillum sp.</i> en medio Sabouraud.....	170
23b. <i>Penicillum sp.</i> Microscópicamente 40X.....	170



23c. <i>Penicillium sp.</i> en medio Sabouraud.....	170
23d. <i>Penicillium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	170
23e. <i>Penicillium sp.</i> en medio Sabouraud.....	170
23f. <i>Penicillium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	170
23g. <i>Penicillium sp.</i> en medio Sabouraud.	171
23h. <i>Penicillium sp.</i> Microscópicamente 40X.....	171
Figura 24: <i>Rhizopus sp.</i>	172
24a. <i>Rhizopus sp.</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	172
24b. <i>Rhizopus sp.</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	172
24c. <i>Rhizopus sp.</i> Microscópicamente 40X.....	172
24d. <i>Rhizopus sp.</i> Microscópicamente 40X.....	172
24e. <i>Rhizopus sp.</i> Microscópicamente 40X.....	172
24f. <i>Rhizopus sp.</i> Microscópicamente 40X.....	172
Figura25: Cepa1.....	173
Figura 26. Microcultivo del hongo no identificado.....	173
Figura 27: <i>Levaduras no patógenas.</i>	177
27a. <i>Levaduras no patógenas</i> en medio Sabouraud. Anverso.....	177
27b. <i>Levaduras no patógenas</i> en medio Sabouraud. Reverso.....	177
27c. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X...177	
27d. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X...177	
27e. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X....177	
27f. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X....177	
27g. <i>Levaduras no patógenas</i> en medio Sabouraud.178	
27h. <i>Levaduras no patógenas</i> en medio Sabouraud.178	
27i. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X....178	
27j. <i>Levaduras no patógenas.</i> Microscópicamente 40X....178	



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Captación "Río Minas".....	155
Ilustración 2. Compuerta de ingreso al canal.....	155
Ilustración 3. Canal.....	155
Ilustración 4. Caudal de ingreso a la Planta.....	156
Ilustración 5. Floculadores.....	156
Ilustración 6. Sedimentadores	156
Ilustración 7. Filtros.....	156
Ilustración 8. Dosificador de cloro.....	157
Ilustración 9. Tanque de almacenamiento.....	157
Ilustración 10. Preparación de polímero.....	157
Ilustración 11. Preparación de sulfato de aluminio.....	157
Ilustración 12. Sulfato de aluminio TIPO A.....	158
Ilustración 13. Polímero.....	158
Ilustración 14. Regulante de pH.....	158
Ilustración 15. Desinfectante usado para lavar los filtros.....	158
Ilustración 16. Frascos para recolectar las muestras.....	159
Ilustración 17. Placa Petri pad Millipore y Membrana S-Pak.....	159
Ilustración 18. Medio de cultivo marca MILLIPORE para el Método de Filtración por Membrana.....	159
Ilustración 19. Presentación del medio de cultivo.....	159
Ilustración 20. Equipo de Filtración por Membrana.....	159
Ilustración 21. Agua de la captación.....	162
Ilustración 22. Agua cruda de la planta.....	162
Ilustración 23. Agua tratada.....	163
Ilustración 24. Agua de redes.....	163
Ilustración 25. Microcultivo.....	163
25a, 25b, 25c. Forma en que se cortan los cuadros de agar para la técnica de microcultivo.....	174
25d, 25e. Material para el microcultivo y puesta del cuadro de agar.....	174
25f, 25g, 25h. Inoculación del tubo de agar y colocación de agua estéril para mantener la humedad.....	175
25i, 25j. Observación del crecimiento del hongo.....	175
25k, 25l, 25m, 25n. Realización de la preparación en fresco del microcultivo.....	175



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los hongos.....	56
Cuadro 2. Recuento de Mohos y Levaduras a las 72 horas.....	93
Cuadro 3. Recuento de mohos a las 72h.....	96
Cuadro 4. Recuento de levaduras a las 72h.....	97
Cuadro 5. Recuento de mohos y levaduras en agua cruda- tratada- redes a las 72h.....	98
Cuadro 6. Recuento de mohos y levaduras en agua cruda y tratada a las 72h.....	98
Cuadro 7. Recuento de Mohos y Levaduras en agua captación- cruda-tratada a las 72h.....	100
Cuadro 8. Recuento de mohos a las 48 horas.....	101
Cuadro 9. Recuento de levaduras a las 48 horas.....	103
Cuadro 10. Recuento de mohos en agua cruda-tratada-redes a las 48 horas.....	103
Cuadro 11. Recuento de mohos en agua cruda-tratada a las 48h.....	104
Cuadro 12. Recuento de mohos en agua de la captación-cruda- tratada a las 48h.....	105
Cuadro 13. Recuento de levaduras en agua cruda-tratada-redes a las 48h.....	106
Cuadro 14. Recuento de levaduras en agua cruda-tratada a las 48h.....	107
Cuadro. 15. Recuento de levaduras en agua captación- cruda- tratada a las 48h.....	108
Cuadro 16. Frecuencia de los géneros de mohos identificados en el estudio.....	109
Cuadro 17. Cuadro comparativo del crecimiento de mohos en los diferentes tipos de aguas analizados.....	111
Cuadro 18. Cuadro comparativo del crecimiento de levaduras en los diferentes tipos de aguas analizados.....	112



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación de los resultados obtenidos en el Agua de la Captación con la norma Técnica Colombiana.....	94
Gráfico 2. Relación de los resultados obtenidos en el Agua Cruda con la norma Técnica Colombiana.....	94
Gráfico 3. Relación de los resultados obtenidos en el agua tratada con la norma Técnica Colombiana.....	95
Gráfico 4. Relación de los resultados obtenidos en el agua de redes con la norma Técnica Colombiana.....	95
Gráfico 5. Relación del crecimiento de mohos y levaduras en los diferentes tipos de aguas analizadas.....	98
Gráfico 6. Relación del crecimiento de mohos y levaduras en el agua cruda y tratada.....	99
Gráfico 7. Relación del recuento total de mohos y levaduras en agua cruda-tratada-captación.....	100
Gráfico 8. Relación del recuento de mohos en agua cruda-tratada-redes a las 48horas.....	103
Gráfico 9. Relación del recuento de mohos de agua cruda-tratada a las 48 horas.....	104
Gráfico 10. Relación de mohos en agua captación-cruda-tratada a las 48 horas.....	105
Gráfico 11. Relación del recuento de levaduras en el agua cruda-tratada-redes a las 48h.....	106
Gráfico 12. Comparación del recuento de levaduras en agua cruda-tratada a las 48h.....	107
Gráfico 13. Relación del recuento de levaduras en agua captación-cruda-tratada a las 48h.....	108
Gráfico 14. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua de la captación.....	109
Gráfico 15. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua cruda.....	110
Gráfico 16. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua	



tratada.....	110
Gráfico 17. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua de red.....	111
Gráfico 18. Gráfico comparativo de mohos.....	112
Gráfico 19. Comparación de Levaduras.....	113

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	TÍTULO
1	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PARA EL AGUA POTABLE. 2011
2	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PARA EL AGUA POTABLE 813.
3	CUADRO DE RESUMEN DEL MUESTREO
4	FOTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
5	REACTIVOS QUE SE UTILIZAN PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA
6	MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS
7	MEDIOS DE CULTIVO
8	TINCIÓN CON AZUL DE LACTOFENOL
9	CULTIVO DE LA MEMBRANA FILTRANTE
10	FOTOS DE HONGOS IDENTIFICADOS
11	CEPA SIN ESTRUCTURAS IDENTIFICABLES
12	MICROCULTIVO
13	FOTOS DE LEVADURAS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

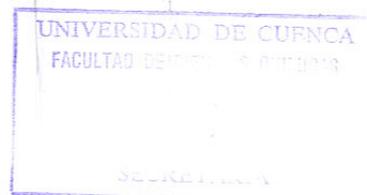
Fundada en 1867

Yo, María José Campoverde Toromoreno, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.



María José Campoverde Toromoreno

0104483888



Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

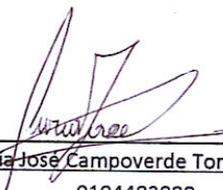
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, María José Campoverde Toromoreno, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.



María José Campoverde Toromoreno
0104483888

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



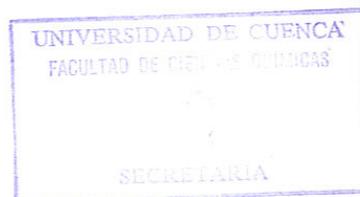
UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Fanny Esther González Miranda, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Fanny Esther González Miranda

0302087523



Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Fanny Esther González Miranda, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Fanny Esther González Miranda

0302087523

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA



Tesis de Grado

**DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS DEL
SISTEMA DE AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE
AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA BAÑOS**

**Trabajo previo a la obtención del título de
Bioquímicas Farmacéuticas**

AUTORAS:

María José Campoverde Toromoreno
Fanny Esther González Miranda

TUTORA:

Dra. Adelina Astudillo Machuca. MST.

ASESOR:

Dr. Segundo Chica Vera



AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas quienes han colaborado para la realización de esta investigación.

A la Dra. Adelina Astudillo Machuca quien dirigió esta tesis de forma objetiva y cordial. A nuestros profesores Dra. Carmen Lucia López y Dra. Paulina Escobar quienes nos orientaron con sus conocimientos en las dudas que se presentaron conforme avanzaba esta investigación.

De manera especial al Dr. Segundo Chica Vera quien en calidad de Jefe de la Planta de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Baños, nos facilitó y colaboro de forma incondicional en el desarrollo de esta investigación junto con todo el personal que labora en la Planta , de igual manera al Dr. Marcelo Soto quien nos brindó la oportunidad de realizar nuestra tesis en la Planta Potabilizadora.

El presente es un estudio que demuestra la calidad de agua que se consume en Baños.



DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a nuestros padres, hermanos, amigos y demás familiares, quienes con su apoyo han sido el pilar fundamental en toda nuestra vida. Gracias por darnos fortaleza y confianza para poder cumplir una de nuestras metas, por su apoyo incondicional, a pesar de las circunstancias, por todo su amor y sacrificio a lo largo de nuestras vidas, su ejemplo nos ha demostrado que con dedicación y perseverancia todo es posible.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta pequeña comunidad dedicada principalmente a la agricultura, se ha caracterizado por el uso del agua proveniente de las vertientes naturales más cercanas, para poderlo utilizar en los regadíos y principalmente en el consumo humano.

En el año 1950 la parroquia Baños tenía como único suministro de agua las vertientes naturales que existían por los alrededores de la parroquia. Pero era necesario contar con una Planta de Agua Potable, que permita tener un Agua de Calidad.

Preocupados por la calidad del agua, la salud y el crecimiento poblacional de la Parroquia, se realizan los trámites con la finalidad de construir una planta moderna con todos los adelantos técnicos capaz de potabilizar y procesar 60 litros por segundo.

La Planta de Tratamiento de Agua actual se encuentra dividida en las siguientes zonas: Captación, Conducción, Unidad de floculación, Unidad de sedimentación, Unidad de filtros, Cloración, Tanque de almacenamiento, Caseta de químicos, Laboratorio de Control de Calidad y Redes de distribución domiciliarias.¹

La Junta Administradora de Agua potable de la Parroquia Baños, es una organización comunitaria, encargada de procesar y gestionar el servicio de agua potable, que tiene como área de influencia a los sectores de Baños, Narancay, Huizhil, Misicata, Santa Marianita, Unión, Cda. Turística y otros.

Actualmente brinda sus servicios a cerca de 5.000 abonados, que considerando una media de 5 miembros de familia, significa que alrededor de 25.000 personas se benefician de este sistema.²



Durante la práctica de este estudio se realizarán determinaciones Microbiológicas que confirmen la presencia o ausencia de mohos y levaduras en el agua de la Captación en el río Minas hasta la llegada a las redes de distribución domiciliarias siendo en este momento segura para el consumo por parte de los usuarios. Este será el punto final al que se pretende llegar con pruebas que constaten la Calidad del agua y será el Jefe de Planta de la Junta Administradora de Agua Potable de Baños quien tome las medidas correctivas en caso de que existan resultados que no concuerde en lo absoluto con la NORMA TECNICA COLOMBIANA 813 (segunda revisión) para la calidad del Agua Potable.

Este proyecto está destinado a verificar la calidad del tratamiento que se da al agua potable valorando la eficacia del mismo, siendo el beneficiario principal el usuario.

Dar a conocer en la medida de lo posible que los resultados obtenidos son confiables, cambiando el concepto erróneo que tiene la comunidad acerca de la calidad del agua.

1. **TENESACA Rodrigo**. "Obtención de la Curva de Calibración para la dosificación del Coagulante y Determinación de los Parámetros de Operaciones de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños". Universidad de Cuenca: Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química, 2007.
2. **JUNTA PARROQUIAL DE BAÑOS**. Junta administradora de Agua de la Parroquia Baños (En línea) 2009. (Citado el 22 de Marzo del 2012.) [http:// www.juntabanos.org.com](http://www.juntabanos.org.com)



OBJETIVOS

General:

- ✓ Determinar mediante un estudio microbiológico la presencia o ausencia de Mohos y Levaduras, el cual evaluará el Sistema de Calidad y Tratamiento del Agua que se efectúa en la Planta Potabilizadora de la Junta Administradora de la Parroquia Baños.

Específico:

- Realizar pruebas Microbiológicas de Mohos y Levaduras en muestras de agua tomadas en puntos estratégicos.
- Identificación del género de mohos presentes en las muestras analizadas.
- Diferenciación de levaduras patógenas y no patógenas.
- Comparar los datos obtenidos en el agua de la captación, agua cruda, agua tratada y agua de las redes con los parámetros de la Norma Técnica Colombiana 813.

HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NORMA TECNICA COLOMBIANA 813 para el Control del Agua Potable, mediante la determinación microbiológica de Mohos y Levaduras utilizando la técnica de Filtración por membrana (usando un medio líquido M- Green Yeast and Mold de la marca Millipore) comprobando así la calidad del Agua en la Planta Potabilizadora de la Parroquia Baños.



CAPITULO I



1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN EN LA PLANTA DE BAÑOS

1.1. CONCEPTO DE AGUA POTABLE

El agua potable es aquella cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano y así no representar ningún peligro para nuestra salud. Deberá presentar color agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

1.1.1. Características del Agua potable

El agua potable tiene características físicas, químicas y microbiológicas que definen su calidad.

Físicas: incolora, inodora, insípida y no presentar sedimentos.

Químicas: los elementos deben encontrarse dentro de límites establecidos para el consumo ya que la presencia de ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo en altas concentraciones en el agua pueden causar graves daños a la salud de los seres humanos.

Microbiológicas: La microbiología del agua es importante para evitar la propagación de enfermedades diarreicas, parasitosis, hepatitis, fiebre tifoidea y epidemias como el cólera. Los microorganismos responsables de esas enfermedades se transmiten por vía fecal-oral, la cual puede ser directa o través del agua incluida el hielo, la leche o alimentos contaminados con excretas, así como mediante las manos. Los vectores como los insectos y roedores pueden desempeñar también un papel activo en este proceso.³



1.2. PROCESO DE POTABILIZACIÓN EN LA PLANTA DE AGUA DE LA PARROQUIA BAÑOS ¹

Desde el momento de la creación del suministro de agua potable en Baños se ha mantenido un ideal primordial "brindar al usuario un agua de calidad"

A medida que ha avanzado su desarrollo como Junta Administradora de Agua Potable se ha invertido en procesos tanto físicos como tecnológicos y científicos que contribuyen al mejoramiento de la calidad del agua, misma que consiste en un conjunto de actividades permanentes que tienen como resultado garantizar que el agua para consumo humano cumpla con los requisitos establecidos en la Norma INEN 1108- 2011 vigente para el Agua Potable. Esta valoración es esencialmente un proceso estratégico de evaluación y control.

Además la valoración no solo permite constatar la calidad, sino también suministrar la información necesaria para llevar a cabo las medidas correctivas inmediatas a mediano plazo, para que la calidad sea mantenida o efectivamente lograda, por lo tanto la responsabilidad de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Baños es y será mejorar y/o mantener la calidad del agua que distribuye a sus usuarios.

Para comprender de mejor manera el concepto de Agua potable se debe partir desde el proceso de tratamiento que se le da a la misma desde la captación hasta la distribución al usuario.

1. **TENESACA Rodrigo.** "Obtención de la Curva de Calibración para la dosificación del Coagulante y Determinación de los Parámetros de Operaciones de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños". Universidad de Cuenca: Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química, 2007.



1.2.1. PLANTA DE TRATAMIENTO

Es de tipo convencional construida para una capacidad de 60 litros por segundo, con las unidades completas que son las siguientes:

El agua de conducción llega a un cajón aforador (medidor), provisto de un vertedero de tipo triangular de arista biselada que permite determinar el caudal de ingreso a la Planta en función de la altura del agua sobre el vertedero. Se calcula mediante la fórmula $Q= 1.34 (H)^{2.47}$ (fórmula de KING). Antes del chorro, se encuentra el Tanque dosificador de Carbonato de Sodio (regulante del pH), inmediatamente después se dispone de un dosificador de Sulfato de Aluminio que cae en un chorro a la canaleta que conduce el agua hacia la Planta, existiendo en esta un aforador Parshal en el que se produce un resalto hidráulico, originándose la mezcla rápida con el Sulfato de Aluminio inyectado. La mezcla de agua y Sulfato de Aluminio ingresa entonces a la Unidad de Floculación.

1.2.2. CAPTACIÓN

La fuente de captación es el río Minas, mediante una toma localizada a 2845 m.s.n.m., fuente que corresponde a la subcuenca del río Paute, cuenca del río Santiago, se encuentra a 4 Km. de la planta, consta de una estructura hidráulica de forma lateral que tiene un azud (represa para almacenar el agua) y una compuerta para la toma hacia el canal, la capacidad de la captación es de 80 litros por segundo. Tiene una cota de 2869 m. s. n. m., mientras que la cota de la planta es de 2830 m. s. n. m.

1.2.3. CONDUCCIÓN

Estuvo constituida en un principio por un canal a cielo abierto (superficie libre) y otra por tubería de concreto de 500mm, pero en la actualidad está constituida en completo por tuberías PVC de 500mm de diámetro que atraviesa hasta la loma de Minas, en cuyo lugar se



encuentra un segundo desarenador (estructura hidráulica) que sirve para retener partículas sólidas como arena.

Cabe resaltar que existe una conducción que trabaja a presión de 200mm desde el lugar donde se encuentra el desarenador hasta el rompe presión por medio de tubería de PVC se conduce el agua a la Planta con una capacidad de 60 litros por segundo y del cual se favorecen la población que vive en la parte alta de la Planta de Agua de (Minas y Cochapamba) siendo esta agua cruda sin tratamiento.

1.4.1. UNIDAD DE FLOCULACIÓN

Está constituida por pantallas de fibra de vidrio que hacen que la longitud del canal por donde circula el agua, sea tan grande para que se produzca velocidades lentas y den origen a la formación de flóculos, que son agrupaciones de partículas en suspensión formadas a causa del Sulfato de aluminio, estas partículas aglutinadas llamadas flóculos crecen hasta tener el suficiente tamaño para decantar o precipitar. Se estima que después de la Unidad de Floculación, los flóculos están bien formados y listos para ser precipitados.

1.2.4.1. COAGULACIÓN⁴

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, mediante la adición de coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

4. **ARBOLEDA VALENCIA Jorge.** "Teoría y Práctica de la Purificación del Agua" Universidad de Minnesota y CLB Londres. Tercera Edición. Colombia 2000. Tomo I Editorial. Mac Graw Hill.



El proceso de coagulación mal realizado puede conducir a una disminución de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas.

Coagulantes Utilizados

Los coagulantes son productos químicos que al entrar en contacto con el agua son capaces de producir una reacción química con los componentes químicos del agua, en especial con la alcalinidad de agua para formar un precipitado voluminoso, muy absorbente, constituido generalmente por el hidróxido metálico del coagulante que se utilice.

Entre los principales coagulantes utilizados para desestabilizar las partículas y producir el floculo están:

- a) Sulfato de Aluminio
- b) Aluminato Sódico
- c) Cloruro de Aluminio
- d) Cloruro Férrico
- e) Sulfato Férrico
- f) Sulfato Ferroso
- g) Polielectrolitos (como ayudantes de floculación)

Siendo los más utilizados las sales de aluminio y de hierro; al adicionar estas sales al agua se generan una serie de reacciones complejas donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos, estas sales reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio o hierro que son el precipitado resultante.



La sal metálica actúa sobre los coloides del agua por medio del catión, que neutraliza las cargas negativas antes de precipitar.

Al polielectrólito catiónico se le llama así porque lleva cargas positivas que neutralizan directamente los coloides negativos.

Etapas o Fases de la Coagulación

El proceso de coagulación se realiza en un tiempo muy corto, en el que se presenta las etapas que siguen:

- Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas en suspensión.
- Formación de compuestos químicos poliméricos.
- Adsorción de cadenas poliméricas por los coloides.
- Adsorción mutua de coloides.
- Acción de Barrido.

Tipos de Coagulación

Se presentan dos tipos de coagulación:

Coagulación por Adsorción.- se da cuando el agua presenta una alta concentración de partículas al estado coloidal; cuando el coagulante es adicionado al agua turbia los productos solubles de coagulantes son absorbidas por los coloides y forman los flóculos de forma casi instantánea.

Coagulación por Barrido.- Este tipo de coagulación se da cuando el agua presenta baja turbiedad y la cantidad de partículas coloidales



es pequeña: en este caso las partículas son atrapadas al producirse una sobresaturación del precipitado de sulfato de aluminio o cloruro férrico.

1.2.4.2. FLOCULACIÓN

Es un proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, se unen y originan aglomerados de mayor tamaño capaces de sedimentar.

Puede suceder que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no sean lo suficientemente grandes como para sedimentar con la rapidez deseada, por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de red, formando aglomerados. La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino también aumenta su peso.

La floculación se puede mejorar por la adición de un reactivo de floculación o ayudante de floculación.

Tipos de Floculación

La floculación puede presentarse mediante dos mecanismos:

1) Floculación Pericínética

Está producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido



como el movimiento browniano.

Este tipo de floculación es promovida íntimamente dentro del líquido, debido al movimiento de agitación que las partículas tiene dentro de él, se efectúa un periodo de tiempo muy corto después de desestabilizada la partícula, que en un principio tiene un diámetro de una micra hasta ir creciendo en tres órdenes de magnitud por sucesivos choques hasta 1mm o más.

2) Floculación Ortocinética

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico.

Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microflóculos: para que esto suceda se produce primero la floculación pericinetica y luego la ortocinética.

Floculantes

Son polímeros o polielectrolitos (ayudantes de la floculación) con pesos moleculares muy elevados, moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques denominados monómeros, unidos por enlaces covalentes en cadena larga.

Estos floculantes pueden ser de naturaleza: mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis.

- a. **Floculantes Minerales.**- Un ejemplo de esta clase es la sílice activa. Que es el primer floculante empleado, que debe ser preparado antes de emplear. Su preparación es tan delicada y presenta el riesgo de gelatinización; produce la neutralización parcial de la alcalinidad de silicato de sodio en solución.



b. **Floculantes Orgánicos Naturales.**- Son polímeros naturales extraídos de sustancias vegetales o animales.

- Alginato de sodio, que se extrae de las algas pardas marinas.
- Almidón, que son extractos de granos vegetales.
- Carboximetil celulosa, se extrae de la corteza de los árboles.

c. **Floculante Orgánicos de Síntesis.**- Son los más utilizados y son macromoléculas de una gran cadena, obtenidos por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 10⁶ a 10⁷ g/mol, se clasifican de acuerdo a la ionicidad de los polímeros:

- Aniónicos.- Caracterizados por tener grupos ionizados negativamente (grupos carboxilo).
- Neutros o no iónicos.- Poliacrilamidas, que no tienen carga eléctrica.
- Catiónicos.- Caracterizados por tener en sus cadenas una carga eléctrica positiva, por la presencia de grupos amino.

En la Planta de Baños se usa un polímero ligeramente catiónico el PRAESTOL 1579 TIPO A del fabricante alemán Stock Hausen. La dosis que se emplea fluctúa entre 0,1 2 g/L, esta dosificación se realiza con la finalidad de aumentar el tamaño de los flóculos y de esta manera acelerar su sedimentación.¹

1. **TENESACA Rodrigo.** "Obtención de la Curva de Calibración para la dosificación del Coagulante y Determinación de los Parámetros de Operaciones de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños". Universidad de Cuenca: Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química, 2007.



1.2.5. UNIDAD DE SEDIMENTACIÓN

El agua que pasa por la floculación obligatoriamente debe llegar al Sedimentador que es una estructura hidráulica dividida en forma de piscina y en dos partes muy profundas cuyas dimensiones obedecen a garantizar una velocidad muy baja para que los flóculos formados en la unidad anterior sedimenten. Este sedimentador es conocido como de alta rata lo que significa una mayor velocidad de sedimentación, para este efecto se dispone de 112 planchas inclinadas a 60° en el extremo de cada uno de ellos.

Las partículas o flóculos que no han sido precipitados o sedimentados, al llegar al extremo donde están las placas inclinadas, son obligados a ascender entre estas de tal manera que al no poder hacer se junta con otras partículas en las mismas condiciones, por consiguiente aumentan de tamaño y finalmente sedimentan.

Al extremo en la parte central y en los dos laterales, existen dos canaletas que receptan el agua sedimentada y transportan el fluido hasta una canaleta de distribución hacia los filtros.

Cuando las etapas anteriores se han cumplido satisfactoriamente, el agua pasa a dos sistemas que contienen placas de fibra de vidrio inclinadas a 60° , las mismas que al ascender el agua, retienen los flóculos, que son depositados en la zona de lodos.

1.2.6. UNIDAD DE FILTROS

Esta unidad dispone de 4 filtros de tipo descendente, cada uno de ellos tiene una capacidad de 15 litros por segundo, el filtro tiene una altura aproximada de 7 metros. En la parte inferior existen tuberías perforadas para recolectar el agua filtrada; el lecho filtrante está



constituido por una capa de arena y otra de grava misma que sirve de soporte. La altura de la grava es de 60cm y el espesor de la capa de arena de unos 80cm. Inmediatamente hacia arriba del lecho filtrante, cada uno de los filtros dispone de una canaleta para evacuar las aguas del lavado de los mismos a través de la operación de 4 compuertas.

El agua que alimenta a los filtros es la proveniente de los sedimentadores a través de la canaleta de distribución, mediante el acondicionamiento de 4 válvulas de 160mm de diámetro cada una. Toda el agua filtrada, es receptada por un canal y de este pasan por un vertedero hacia el tanque de almacenamiento.

1.2.7. CLORACIÓN

Antes de que el agua ingrese al tanque de almacenamiento, el agua filtrada pasa a la canaleta de recolección y luego a la caseta de cloración, en donde se da la inyección de cloro gas a través de un difusor a presión directa por medio de un dosificador de cloro, especialmente construido para el efecto. El agua clorada sale hacia el tanque de almacenamiento para ser consumida a través de las redes de distribución.

1.2.8. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Luego de todo el proceso de potabilización, el agua que sale de los filtros y que ha sido clorada es almacenada en un Tanque de 1500m³ de capacidad, este tanque es de forma circular con un diámetro de 21 metros y una altura de llenado de agua hasta 5 metros, está cubierto por una tapa en forma de cúpula, tipo elíptica, siendo la profundidad en el centro medido desde la cúpula de 8 metros. Todo el sistema está equipado con válvulas de control que permite la operación de Distribución a los diferentes sectores de la



Parroquia Baños.

1.2.9. CASETA DE QUÍMICOS

La planta potabilizadora dispone de una caseta en donde se almacenan los químicos como son el Carbonato de Sodio, Polímero y Sulfato de Aluminio, en donde se dispone de 3 tanques con mezcladores eléctricos, con el fin de obtener un fluido con una mezcla ideal para ser dosificada.

1.2.10. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Del tanque de almacenamiento, se distribuye el agua a través de redes de distribución la misma que se detallan como siguen:

- a. Red hacia Huizhil Alto. Que abastece a los sectores de la quebrada del Salado, Sector de Caballo Campana, el Arenal Alto y Guacoloma.
- b. Red hacia Huizhil Bajo. Que abastece a los sectores de San José, la entrada a los Tilos y Misicata.
- c. Red hacia el Centro Parroquial y el Arenal. Que abastece a los sectores del centro de la Parroquia, la Iglesia de Baños, los Balnearios Duran, por la vía Baños hasta el sector de la Unión, el camino a Narancay hasta la escuela de niños Alfonso Carrión Heredia, la Ciudadela Turística por la vía Baños y el Arenal por el camino viejo a Baños hasta Santa Marianita del Arenal.
- d. Red que va desde el Tanque hasta Narancay
- e. Red que va desde el tanque hasta la parte alta del



Barrio Guadalupano

- f. red que va desde el tanque hasta el sector del Calvario

1.2.11. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

En el laboratorio que dispone la Planta se realizan los siguientes controles:

- 1.1 Análisis Físico – Químico
- 1.2 Alcalinidad
- 1.3 Cloruros
- 1.4 Color
- 1.5 Conductividad
- 1.6 Dureza Cálcica
- 1.7 Dureza Magnésica
- 1.8 Dureza total
- 1.9 Hierro Total
- 1.10 Nitratos
- 1.11 Nitritos
- 1.12 Calcio
- 1.13 pH
- 1.14 Sulfatos
- 1.15 Turbiedad

Estos Parámetros se controlan a diario en muestras de agua cruda, tratada y de la red de distribución

- 1.16 Análisis Microbiológico
- 1.17 Coliformes Totales
- 1.18 Coliformes Fecales



Estos Parámetros se controlan 2 veces a la semana en muestras de agua cruda, tratada y de la red de distribución.

Entre el personal que labora en la Planta están:

- Doctor Segundo Chica Vera (Jefe de Planta)
- Operadores

Cabe señalar que los 4 operadores de planta trabajan en turnos rotativos de 6 horas, cubriendo de esta manera las 24 horas el control de la misma.

Los operadores son los encargados del control de pH, turbiedad, así como lectura del caudal que ingresa a la planta, ya que en base a estos parámetros dosifican la cantidad de coagulante y polímero requeridos.



CAPITULO II



2. GENERALIDADES DEL AGUA

2.1. CONCEPTO DEL AGUA

La palabra agua proviene del latín aqua. Es el compuesto más abundante de la superficie terrestre, cuya molécula está formada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno (H_2O). Puede encontrarse en la naturaleza en tres estados: sólido, líquida y gaseosa.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA MOLÉCULA DE AGUA

La molécula de agua libre y aislada, formada por un átomo de oxígeno unido a dos átomos de hidrógeno es triangular. El ángulo de los dos enlaces (H-O-H) es de $104,5^\circ A$ y la distancia de enlace (O-H) es de $0,96^\circ A$. Puede considerarse que el enlace en la molécula es covalente con una cierta participación del enlace iónico debido a la diferencia de la electronegatividad entre los átomos que la forman.

La atracción entre las moléculas de agua tiene la fuerza suficiente para producir un agrupamiento de moléculas. La fuerza de atracción entre una molécula de hidrógeno y una molécula de oxígeno es de tal magnitud que influye en los denominados Puentes de Hidrógeno.⁵

5. **KEMMER, Frank, Mc CALLION, Jhon.** "Manual del Agua / Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones". México 1982 Editorial: McGraw – Hill.



2.3. CICLO HIDROLÓGICO

El agua no permanece estacionaria sobre la tierra, sino que se encuentra en una constante circulación entre los océanos, la atmósfera y la litósfera-biósfera; esto es lo que se conoce como ciclo hidrológico.

El concepto de ciclo hidrológico se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, de un punto del planeta a otro, así como también entre sus diferentes estados (sólido, líquido y gaseoso). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad.

2.3.1. FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo consta de las fases siguientes:

1. Evaporación
2. Precipitación
3. Retención
4. Escorrentía superficial
5. Infiltración
6. Evapotranspiración
7. Escorrentía subterránea ⁶

2.4. TIPOS DE AGUA

2.4.1. Lluvia y nieve

El vapor de agua condensada en las nubes o el precipitado en forma de lluvia o nieve es prácticamente puro en altitudes muy grandes, a medida que caen, la lluvia y la nieve absorben oxígeno, dióxido de carbono y otros gases del aire, así como polvo, humo y vapores

6. Perú, Gobierno Regional de Tacna -. Proyecto Especial Tacna. "Centinelas del Agua". (En línea) 200, (Citado el: 27 de Marzo del 2012.) <http://www.pet.gob.pe/EDUCAAGUA.aspx>.



También recogen bacterias y esporas vegetales que se encuentran en el ambiente.

El agua de lluvia es suave, saturada de oxígeno, pero insípida y un poco corrosiva, esto dependerá del lugar donde se produzca la precipitación; el agua de lluvia no se emplea para uso doméstico, ya que su calidad dependerá mucho de la zona, del tipo de recolección y de la forma de almacenamiento y distribución. Debido a la suavidad y corrosividad que presenta, no debe entrar en contacto con tuberías o recipientes que contengan plomo.

2.4.2. Aguas Superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra y proviene de las precipitaciones que no se infiltran ni regresan hacia la atmósfera por evaporación, éstas masas de agua sobre la superficie forman los ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas y otros similares, sean naturales o artificiales.

2.4.3. Aguas Subterráneas

Parte del agua de la lluvia se filtra a través de los espacios existentes en las formaciones rocosas, dando origen a corrientes subterráneas que pueden llegar a capas impermeables donde se acumulan y forman verdaderas lagunas en el subsuelo. La cantidad de agua superficial filtrada depende del aspecto físico-geográfico del terreno.

Este tipo de agua puede permanecer bajo tierra durante cortos periodos o miles de años constituyéndose un reservorio natural.



2.5. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA

2.5.1. PROPIEDADES FÍSICAS

- Estado físico: sólido, líquido y gas
- Color: incolora
- Sabor: insípida
- Olor: inodora
- Densidad: 1 g/mL a 4°C
- Punto de congelación: 0°C
- Punto de ebullición: 100°C
- Temperatura crítica: 374°C
- Punto de fusión: 0°C
- Calor de vaporización: 539 cal/g a 100°C
- Calor específico: 1 cal/g⁵

2.5.2. PROPIEDADES QUÍMICAS ⁷

El agua interviene en la mayoría de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra. Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella.

No posee propiedades ácidas ni básicas; combinada con ciertas sales forma hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas.

5. **KEMMER, Frank, McCALLION Jhon.** "Manual del Agua / Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones". México 1982 Editorial: McGraw – Hill.

7. **BARRENECHEA, Adan.** "Aspectos Fisicoquímicos de la Calidad del Agua". Revista de la OPS – Cepsis. (Citado el 29 de Marzo del 2011.).
<http://www.cepsis.ops-oms.org/busatr/fulltex/tratamiento/manual/tomo/uno.pdf.Tomo I>.



El agua presenta las siguientes propiedades:

- a. **Acción Disolvente.-** El agua es el líquido que más sustancias disuelve por lo que se conoce como disolvente universal, esta propiedad se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias, ya que éstas se disuelven cuando interaccionan con las moléculas polares del agua.
- b. **Fuerza de Cohesión entre sus Moléculas.-** Los puentes de hidrógeno mantienen a las moléculas fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incomprensible.
- c. **Elevada Fuerza de Adhesión.-** También está relacionada con los puentes de hidrógeno que se establecen entre las moléculas de agua y otras moléculas polares y a ella se debe, junto con la cohesión, el fenómeno llamado capilaridad.
- d. **Calor Específico.-** Se llama calor específico al número de calorías que se deben suministrar a un gramo de un líquido, para aumentar su temperatura en 1°C. El calor específico del agua, igual a 1, es más elevado que el de cualquier otro líquido, lo cual quiere decir que se requiere más calor para aumentar la temperatura de cierta cantidad de agua que el requerido para aumentar la temperatura de una cantidad igual de cualquier otro líquido. En lo que respecta al agua, el calor suministrado debe romper primero los puentes de hidrógeno.



- e. **Elevado Calor de Vaporización.-** Por calor de vaporización se entiende la cantidad de calor que se debe suministrar a 1 gramo de líquido para pasarlo a estado gaseoso a su temperatura de ebullición.

- f. **Alta Tensión Superficial.-** Es una consecuencia de la fuerza con la que se atraen las moléculas entre sí. Esta cohesión molecular no sólo tiende a impedir el paso del líquido a gas, sino que también determina la existencia de la superficie límite que caracteriza a los líquidos.

- g. **Alta Constante Dieléctrica.-** La constante dieléctrica del agua es muy alta, sólo inferior a la de algunos líquidos biológicos como la sangre y la orina, lo cual favorece la disociación de los electrolitos que se disuelven en ella.

2.6. CALIDAD DEL AGUA

El control de calidad del agua consiste en un conjunto de actividades permanentes que tienen como resultado garantizar que el agua para el consumo humano cumpla con los requisitos que establece la norma vigente. La calidad del agua en nuestro país está regida por la norma 1108 (año 2011) para el agua potable.

2.7. PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

Un programa de control de calidad del agua es un instrumento de evaluación y verificación, que tiene como finalidad lograr que el producto cumpla con las disposiciones especificadas por la normativa de calidad del agua para consumo humano y que esta sea mantenida en el sistema de distribución hasta que se entrega al usuario.⁸

8. **Calidad del Agua y Normatividad del Agua para Consumo Humano.** "Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano". CIDECALLI, Febrero de 2006. (Citado el: 15 de Junio de 2011.)
<http://www.pnuma.org/reclnat/esp/documentos/cap5pdf>



Debe incluir principalmente, pero no exclusivamente, lo siguiente:

- I. Control del cloro residual en el sistema de producción y de las redes de distribución.
- II. Control de calidad microbiológica del agua a la salida del sistema de producción y en el sistema de distribución.
- III. Control de calidad física y química del agua en el sistema de producción y en el sistema de distribución.
- IV. Inspecciones sanitarias en el sistema de producción y en el sistema de distribución.
- V. Constatación del cumplimiento del programa de limpieza de reservorios y purga de redes de distribución.
- VI. Control de calidad de los productos químicos usados en el tratamiento y desinfección del agua.⁹

2.8. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL AGUA POTABLE DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC 813 Segunda Revisión)

2.8.1. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

2.8.1.1 De todas las muestras examinadas en un mes, máximo el 10% podrán mostrar presencia del grupo coliforme confirmado independiente de la serie utilizada.

2.8.1.2 No deberá presentarse el grupo coliforme confirmado en los siguientes casos:

- a) En dos muestras consecutivas.
- b) En más de una muestra mensual, cuando en el mismo lapso se examinen menos de veinte (20) muestras.

9. **Secretaría Distal de Salude de Bogota** "Calidad de Agua para Consumo Humano". (En línea) 2008 (Citado el: 17 de Junio de 2011.)
<http://190.25230.149:8080/dspace/bistream/123456789/476/1calidad%20agua%20para20%cosumo%20human>.



c) En más del 5% de las muestras, cuando mensualmente se examinen (20) o más muestras.

2.8.1.3. En caso de que el número de colonias obtenidas exceda los valores observados anteriormente, de inmediato deberán tomarse muestras diariamente en el mismo punto de recolección inicial hasta obtener resultados negativos en dos (2) muestras consecutivas.

2.8.1.4. Conteo de placa. Se efectuara a 35°C y durante 48h. Se permitirá un máximo de 100 colonias por cm³.

2.8.1.5. Independientemente del método de análisis realizado, ninguna muestra de agua potable debe contener *Escherichia coli* en 100cm³ de agua.

2.8.1.6. El 10% de las muestras analizadas en un mes, para el grupo coliforme, deberán ser complementadas, con las pruebas para el grupo enterococo:

2.8.1.7. No deberá presentarse el grupo enterococo confirmado en los siguientes casos:

- a) En dos muestras consecutivas.
- b) En más de una muestra mensual cuando en el mismo lapso se examinen menos de veinte (20) muestras.
- c) En más del 5% de las muestras cuando mensualmente se examinen veinte (20) o más muestras.

2.8.1.8. Cuando en una muestra normal aislada se presente el grupo enterococo confirmado, de inmediato, deberán tomarse muestras diariamente, en el mismo punto de recolección inicial para análisis, hasta que los resultados de las dos muestras consecutivas indiquen ausencia del grupo enterococo.



2.8.1.9. Los resultados deberán registrarse con indicación de la fase hasta la cual se desarrolló la prueba, bien sea presuntiva, confirmativa o completa.

Se anotara, además el número de tubos positivos encontrados, según la serie utilizada.

2.8.1.10. Independientemente del método de análisis realizado, ninguna muestra de agua debe contener estreptococos fecales en 100 cm³ de agua.

2.8.1.11. Ninguna muestra de agua potable de las examinadas mensualmente, deberán presentar quistes de amiba ni de *Giardia lamblia*.

2.8.1.12. De las muestras de agua potable analizadas mensualmente ninguna podrá presentar *Legionella*.

2.8.1.13. El recuento de hongos y levaduras se efectuará a 25°C durante 48 h a 72 h de incubación.

2.8.1.14. El número de colonias producido por los hongos o levaduras no deberá exceder de:

1 colonia (U.F.C.) en 5 cm³

10 colonias (U.F.C.) en 50 cm³

20 colonias (U.F.C.) en 100 cm³

2.8.1.15. Independiente del método de análisis realizado ninguna muestra deberá contener hongos o levaduras patógenas.

2.8.1.16. Cuando en una muestra normal se aísla algún hongo o levadura patógena se deberán tomar muestra diariamente, en el mismo punto de recolección inicial para análisis, hasta que los resultados de dos muestras consecutivas indiquen ausencia del microorganismo.



CAPITULO III



3. HONGOS

3.1. HONGOS FILAMENTOSOS¹⁰

Los hongos filamentosos son microorganismos eucarióticos, aerobios facultativos que se reproducen de manera natural por esporas, sexual o asexualmente. Los hongos tienen como característica común la ausencia de clorofila, por lo tanto no pueden realizar fotosíntesis y deben nutrirse a partir de materia orgánica ya elaborada. Así mismo tiene una pared celular formada por quitina el cual es un compuesto (polisacárido) fuertemente rígido. Por lo anterior, este tipo de microorganismos deben absorber los nutrientes simples y solubles, al contrario de fagocitar los alimentos.

La estructura fúngica consta de un complejo llamado talo o micelio, que a su vez está constituido por múltiples filamentos o hifas (hyphomycetos o mohos), la mayor parte de estos hongos son inmóviles no obstante algunos pueden tener células reproductoras móviles. Las esporas son cuerpos resistentes que forman los hongos en estado latente o de reposo, que se producen de dos maneras diferentes sexual y asexualmente. Las sexuales tienen núcleo derivado de las células progenitoras y sus esporas son haploides; dos núcleos de las células antecesoras se funden para formar un núcleo diploide (zigoto) y las estructuras que producen esporas sexuales son casi siempre morfológicamente diferenciadas de las esporas asexuales. Por el contrario las estructuras que producen las esporas asexuales se producen por simple diferenciación en la hifas de crecimiento.

10. **ARIAS Edna, Piñeros Paola** " Aislamiento e Identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de Guasca y Cruz Verde. Pontificia Universidad Javeriana: Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial, Bogotá 2008.



3.1.1. CURVA DE CRECIMIENTO DE HONGOS FILAMENTOSOS

El crecimiento del hongo puede ser dividido cualitativamente, las curvas de crecimiento presentan tres fases: la primera es una fase de no crecimiento evidente, seguida de una fase de rápido crecimiento y finalmente una fase sin crecimiento neto o de autólisis y disminución en peso seco.

No todos los hongos cumplen este esquema, se observan curvas de dos fases, en la que el crecimiento inicial es seguido de una segunda fase en la que se detiene el crecimiento. Esta segunda fase puede representar una fase de síntesis de polisacáridos, sin un aumento en otros componentes celulares, o puede depender en una movilización de nitrógeno de hifas más viejas y su uso para crecimiento neto, este es reutilizado después de agotar fuentes exógenas de nitrógeno disponible.

La primera fase, sin crecimiento aparente, tiene dos componentes: una fase anterior a la germinación de esporas y una fase en que el crecimiento se presenta pero no se evidencia. En la segunda fase ocurre un rápido crecimiento y un desarrollo del micelio cuyo crecimiento ocurre en las extremidades de las hifas. Las células al interior del micelio no contribuyen al crecimiento neto, aportan nutrientes a células periféricas, especialmente a estructuras aéreas. En esta fase ocurre la utilización de carbohidratos, nitrógeno y fosfatos; además pueden aparecer las esporas al final de esta fase o antes de su finalización.

La tercera fase se caracteriza por una disminución en el peso del micelio y la aparición de nitrógeno y fosfato en el medio. Un patrón común es la pérdida de peso por un corto periodo de tiempo sin ningún cambio después de esto. Puede presentarse, también,



autólisis del micelio por el rompimiento de quitina, carbohidratos, proteínas, catalizado por enzimas del hongo. Entre otros productos de la lisis se encuentran el amoníaco, aminoácidos, compuestos de fósforo orgánico y compuestos de azufre. La disminución del crecimiento se debe a dos factores principales: la acumulación de metabolitos tóxicos, ácidos orgánicos en medios con gran cantidad de carbohidratos y amoníaco en medios con alto contenido de nitrógeno y el agotamiento de la fuente de carbono. Así mismo en esta fase las células realizan un metabolismo secundario, específicamente rutas metabólicas que no son esenciales para las células pero que están involucradas en la supervivencia del organismo.

3.1.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE HONGOS FILAMENTOSOS

Una de las características principales de los hongos es su inhabilidad de utilizar el carbono inorgánico. El compuesto más simple como fuente de energía es la glucosa, también utiliza fructosa, manosa y galactosa. Algunos hongos (*basidiomycetes*) degradan la lignina a dióxido de carbono pero en presencia de otra fuente de carbono como celulosa, celobiosa o glucosa. Requieren también una fuente de nitrógeno, pueden utilizar nitrato y amonio. Los aminoácidos, la úrea, algunos polipeptidos y proteínas son utilizados por algunos hongos pero no por todos. Una buena fuente de nitrógeno para muchos hongos es la caseína hidrolizada, una mezcla de aminoácidos.

Se puede incorporar sulfato para los requerimientos de azufre, algunos Chytridiomycetes utilizan aminoácidos que tengan azufre como la metionina. Las vitaminas se requieren en mínimas cantidades, algunos hongos pueden sintetizar sus propias vitaminas,



pero muchos necesitan tiamina, biotina, riboflavina, piridoxina y ácido nicotínico entre otras. Entre los macronutrientes se encuentra el potasio para el metabolismo de carbohidratos, actividad enzimática y para mantener el balance iónico; fósforo, componente esencial de ácidos nucleicos y de mecanismos para la transferencia de energía; magnesio, activador de enzimas requeridas en el metabolismo del ATP; azufre, para algunos aminoácidos y vitaminas y calcio que actúa como activador de algunas enzimas. Necesitan micronutrientes como el hierro, cobre, manganeso, zinc y molibdeno.

3.1.3. CONDICIONES DE CRECIMIENTO

La temperatura influye en el crecimiento, la germinación de esporas, reproducción y en general todas las actividades del organismo. Los hongos se pueden clasificar como psicrófilicos, mesófilicos o termófilicos. Los psicrófilicos tienen un mínimo de temperatura de crecimiento menor a los 0°C y máxima menor a los 20°C siendo la óptima en un rango de 0°C a 17°C. Los mesófilos, la mayoría de los hongos, tienen una temperatura mínima de 0°C y máxima menor a los 50°C y óptima entre 15 y 40°C; y los termófilos una mínima mayor a los 20°C, máxima mayor a los 50°C y óptima entre 35 y 50°C. La mayoría de los hongos crece a un rango de temperatura entre 25 a 30°C.

El pH es fundamental para el desarrollo de los hongos, a un pH alto se ve afectada la solubilidad de los metales y a un pH bajo se afectan los sistemas enzimáticos, el ingreso de vitaminas esenciales y ácidos orgánicos y la toma de minerales. El pH óptimo se encuentra entre 4 y 6.



3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS¹¹

La clasificación de los hongos se basa en el mecanismo de reproducción sexual y las esporas que resultan, lo que implica, en la mayor parte de los casos, cepas que pueden aparearse, fusión nuclear, meiosis e intercambio de información genética. Los principales grupos taxonómicos se presentan posteriormente. Se puede reconocer y definir una especie con base en su estado asexual, (por ejemplo imperfecto o anamórfico) pero su estado teleomórfico o identidad sexual, puede tener un nombre diferente.

A. CIGOMICETOS

La reproducción sexual genera una cigospora, la reproducción asexual tiene lugar a través de esporangios. Las hifas vegetativas están poco septadas. Ejemplos *Rhizopus*, *Absidia*, *Mucor*, *Pilobolus*.

B. ASCOMICETOS

La reproducción sexual implica un saco o ascus en el cual se presentan cariogamia y meiosis, se producen ascosporas. La reproducción asexual se da por conidios. Los mohos poseen hifas septadas. Ejemplos *Ajellomyces* (genero anamórfico, *Blastomyces*, *Histoplasma*) *Arthroderma* (genero anamórfico, *Microsporium*, *Trichophyton* y género levadura, como los *Saccharomyces*.

C. BASIDIOMICETOS

La reproducción sexual produce una progenie de cuatro basidiosporas apoyadas por un basidio en forma de raqueta. Las hifas poseen septos complejos. Ejemplos hongos seta, *Filobasidiella neoformans* (anamorfo, *Cryptococcus neoformans*)

11. BAILEY Y SCOTT. " Diagnostico Microbiológico " 12^{ava} Edición. Argentina 2009.
Editorial:Panamericana



D. DEUTERIOMICETOS

Es un agrupamiento artificial de hongos imperfectos en los cuales no se ha descubierto una teleomorfa o reproducción sexual. El estado anamórfico se caracteriza por conidios asexuales. Cuando se descubre un ciclo sexual en una especie, esta se reclasifica para reflejar de manera apropiada su filogenia. Ejemplos. *Coccidioides immitis*, *Paracoccidiosdes brasiliensis*, *Candida albicans*.

Cuadro 1. Clasificación de los hongos.

CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS			
SUBDIVISIÓN	CLASE	ORDEN	GÉNERO
Zygomycotina	Zygomycetes	Mucorales	Absidia Cunninghamella Mucor Circinella Rhizopus
		Entomopthrales	Basidiobolus Conidiobolus
Ascomycotina	Ascomycetes	Endomycetales	Pichia Saccharomyces
		Eurotidales	Emericella Eurotium
		Onygnrenales	Ajellomyces Arthroderma
Basidiomycotina	Basidiomycetes	Agaricales	Amanita
		Filobasidiales	Filobasidiella
Deuteromycotina	Blastomycetes	Cryptococcales	Cadida Cryptococcus Malasezzia Rhodotorula Torulopsis Trichosporon
			Hyphomycetes
	Coelomycetes	Sphaeropsidales	



3.3. HONGOS QUE PROVIENEN DEL AGUA¹²

Más de 984 especies de hongos han sido aislados en aguas subterráneas no cloradas, sistemas que utilizan aguas superficiales, cloradas y servicios principales. Estos incluyen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Altenaria*, *Cladosporium*. En un estudio de enumeración usando un procedimiento de filtración de membrana, la densidad media a lo largo del año en el agua potable fue 8 a 34 Unidades de Colonias de Hongos por cada 100 mL en sistemas no clorados y clorados respectivamente. No se ha documentado ningún brote de enfermedad todavía, aunque algunos hongos son patógenos vía respiratoria, especial en personas inmunocomprometidas. La inhalación de gran número de esporas puede causar problemas respiratorios y otros, como neumonía, fiebre y meningoencefalitis, pero generalmente los síntomas son benignos. Adicionalmente a la infección directamente producida, un número de hongos producen toxinas. Más de 300 micotoxinas se han identificado y están producidas por unas 350 especies de hongos. Aunque existe una base teórica para la enfermedad de origen hídrico, los conceptos relativos a los hongos son la proliferación de hongos los sistemas de distribución de agua y los resultados potenciales para las quejas del olor y sabor. Las esporas de hongos son relativamente resistentes al cloro. La filtración (precedida por coagulación química), y la desinfección pueden reducirlas pero no eliminarlas del agua bruta.

Tres grupos de hongos son acuáticos.

1. Los Ficomicetos
2. Los Ascomicetos
3. Los Hongos imperfectos

12.LETTERMAN, Raymond. "Calidad y Tratamiento del Agua" Manual de Suministros de Agua Comunitaria. Quinta Edición. España 2002. Editorial: Mc Graw Hill



Se distinguen principalmente por su método de producir frutos.

Las levaduras no son filamentosas y generalmente se producen por gemación.

3.4. ENFERMEDADES QUE PROVIENEN DEL AGUA¹³

La calidad del agua potable ha mejorado significativamente con los años debido a mejores prácticas de evacuación de aguas residuales, protección de aguas medioambientales y subterráneas, y avances en el desarrollo, protección tratamiento de los suministros de agua. Sin embargo este adelanto está siendo amenazado por la infraestructura envejecida y una creciente población.

A pesar de los avances las enfermedades de origen hídrico continúan afectando al hombre, debido a que la mayoría de personas que presentan síntomas gastrointestinales no acuden al médico y los que acuden los médicos no atribuyen las dolencias a un origen específico como el de beber agua potable. Una parte desconocida pero probablemente significativa de las enfermedades de origen hídrico es endémica y así es más difícil de reconocer. De acuerdo con esto la incidencia de enfermedades de origen hídrico es quizá mayor que la reportada.

Hoy hay una mayor vigilancia y cuidado del público sobre las enfermedades de origen hídrico y una mayor sensibilidad para los problemas del agua potable por parte de los medios de comunicación.

13. **AYANEGUI Salvador**. "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". México 1993. Editorial Limusa.



3.1. HONGOS DE IMPORTANCIA PARA SU IDENTIFICACIÓN

3.5.1. CIGOMICETOS GÉNEROS Y ESPECIES CONSIDERADOS; (*Mucor*, *Absidia*, *Circinella*, *Rhizopus*)¹¹

3.5.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los cigomicetos producen, de manera característica, hifas grandes similares a cintas con un diámetro irregular y a veces tienen tabiques. En algunos preparados, los tabiques pueden no ser evidentes. La identificación específica de estos microorganismos se confirma con las estructuras de fructificación características en forma de sacos (esporangios), que producen esporas internas esféricas de color amarillo o castaño (esporangiosporas). Cada esporangio forma el extremo de una estructura de sostén (esporangióforo). Durante la maduración el esporangio se fractura y las esporangiosporas se liberan en el ambiente. Estas por lo común están conectadas entre sí por hifas tabicadas aisladas, denominadas estolones, que se adhieren en puntos de contacto en donde pueden aparecer estructuras similares a raíces (rizoides) que fijan al microorganismo a la superficie del agar. La identificación de los tres zigomicetos más comunes *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia* se basa en parte, en la presencia o ausencia de rizoides, y en la posición de los mismos en relación con los esporangióforos.

3.5.1.2. PATOGENIA Y ESPECTRO DE ENFERMEDADES

Los pacientes inmunodeprimidos en particular los que padecen diabetes mellitus no controlada y los que reciben tratamiento prolongado con corticosteroides, antibióticos o citotóxicos son los que tienen un riesgo mayor.

11. BAILEY Y SCOTT. " Diagnóstico Microbiológico " 12^{ava} Edición. Argentina 2009.
Editorial:Panamericana



Los microorganismos que causan cigomicosis (infección causada por un cigomiceto) tienen una propensión marcada para la invasión vascular y producen trombosis y necrosis tisular con rapidez, una de las presentaciones más comunes es la forma rinocerebral que afecta a la mucosa nasal, el paladar, los senos, la órbita, la cara y el cerebro; cada zona muestra necrosis masiva con invasión vascular e infarto. También se produce invasión perineural es un modo potencial de diseminación. Otros tipos de infección afectan a los pulmones y el tracto gastrointestinal algunos pacientes desarrollan infección diseminada. Los órganos afectados son, hígado, bazo, páncreas y riñones. Los cigomicetos también fueron involucrados en infecciones de piel de pacientes quemados y en infecciones de tejido subcutáneo de pacientes sometidos a cirugía.

3.5.1.3. EPIDEMIOLOGÍA

Si bien los cigomicetos son una causas de infección menos común que los aspergilos; pueden ser una causa importante de morbimortalidad en pacientes inmunodeprimidos, sobre todo en pacientes con diabetes mellitus. Los microorganismos involucrados tienen una distribución mundial y con frecuencia se encuentran en materia vegetal en descomposición o en el suelo. La infección por lo general se adquiere por la inhalación de esporas, seguida por el desarrollo ulterior de infección.

3.5.1.4. ENFOQUE PARA LA IDENTIFICACIÓN

Mucor, se caracteriza por la presencia de esporangióforos producidos en forma individual o ramificada, que en su extremo tienen un esporangio redondo lleno de esporangiosporas.



Figura 1: 1a. Características macroscópicas de *Mucor sp.*
1b. Características microscópicas de *Mucor sp.*

Fuente: Truman State University

Absidia, se caracteriza por la presencia de rizoides que se originan entre los esporangióforos. Los esporangios son piriformes y presentan un área con forma de embudo en la unión del esporangio. Por lo común en el esporangióforo se forma un tabique justo por debajo del esporangio.

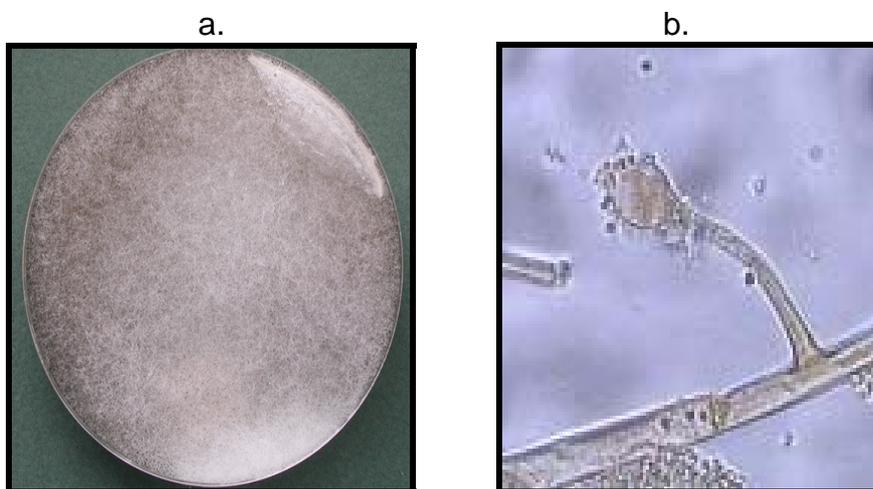


Figura 2: 2a. Características macroscópicas de *Absidia sp.*
2b. Características microscópicas de *Absidia sp.*

Fuente: Truman State University

Circinella, Los aspectos microscópicos de circinella se caracteriza por esporangios globosos habitualmente envueltos por esporangiosporas amarillo marrón, se originan en delgados esporangióforos que característicamente se curvan sobre sí mismos, un aspecto del cual deriva el nombre del género (circinus=círculo).

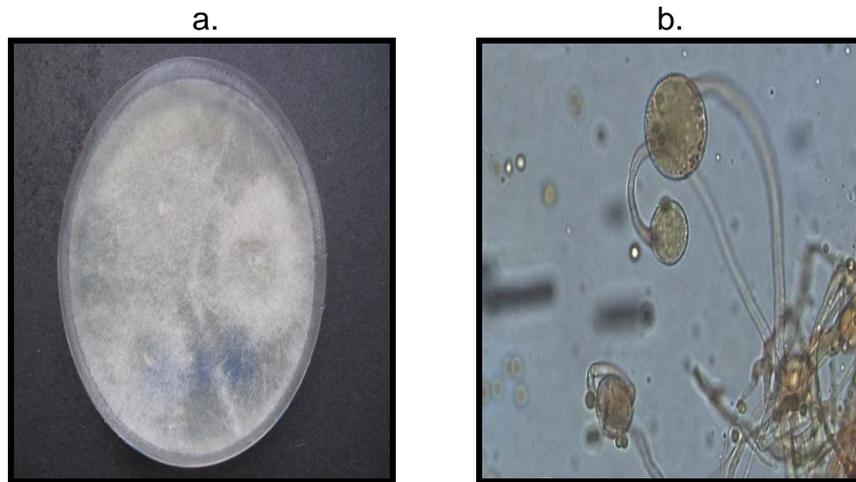


Figura 3: 3a. Características macroscópicas de *Cicinella* sp.
3b. Características microscópicas de *Circinella* sp.
Fuente: Truman State University

Rhizopus, tiene esporangióforos no ramificados con rizoides que aparecen en el punto donde se origina el estolón, en la base del esporangióforo

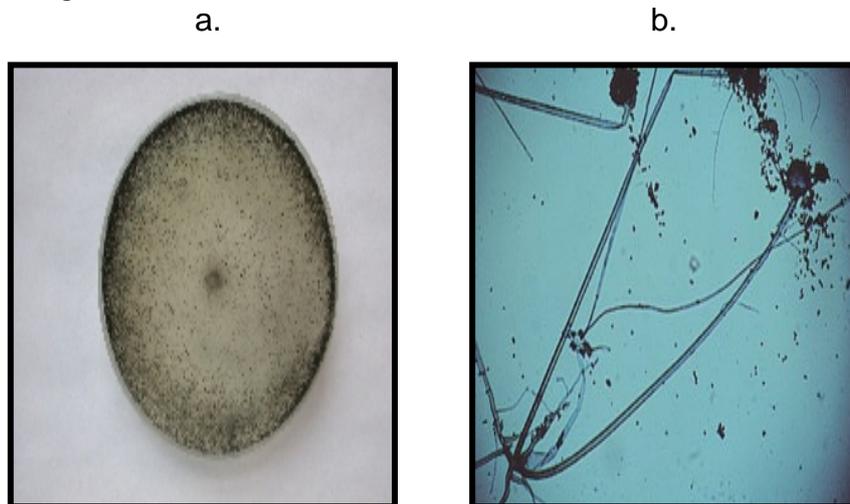


Figura 4: 4a. Características macroscópicas de *Rhizopus* sp.
4b. Características microscópicas de *Rhizopus* sp.
Fuente: Gordon Mycology Laboratory.



3.5.2. DEUTEROMICETOS: GENEROS Y ESPECIES CONSIDERADOS: (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*)

3.5.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los saprófitos hialinos de crecimiento rápido puede sospecharse en cultivos observando las colonias, habitualmente con un límite bien definido, en las cuales la superficie puede estar intensamente pigmentada y cuya consistencia es granulosa por la producción de gran cantidad de conidias.

3.5.2.2. PATOGENIA Y ESPECTRO DE LA ENFERMEDAD

Las especies de *aspergillus* no solo son capaces de causar infección diseminada, como en el caso de los pacientes inmunodeprimidos, sino también otros tipos de infecciones como infección pulmonar, otomicosis externa, queratitis micótica, onicomicosis, sinusitis, endocarditis e infección del sistema nervioso central.

Las especies de *Fusarium* son la causa más común de queratitis micótica. Puede producirse una endoftalmítis en casos en los cuales haya penetración de la órbita. También se han recuperado especies de *Fusarium* con cierta frecuencia de lesiones cutáneas en pacientes quemados o en infecciones cutáneas traumáticas. Osteomielitis de la rodilla secundaria a traumatismo,

Las especies de *Penicillium* solo rara vez causan infecciones humanas, aunque se ha informado un amplio espectro de infecciones: una infección profunda con *Penicillum marneffe*; un caso de derrame pleural; un caso de endocarditis post quirúrgica; un granuloma pulmonar solitario; y casos esporádicos.



3.5.2.3. EPIDEMIOLOGÍA

Las micosis oportunistas son un grupo de infecciones fúngicas que se producen casi exclusivamente en pacientes inmunodeprimidos. El paciente que adquiere una infección oportunista de origen micótico es el que está comprometido por alguna enfermedad subyacente, como linfoma, leucemia, diabetes mellitus u otro defecto del sistema inmune. Muchos pacientes a menudo son sometidos a tratamiento con corticosteroides, fármacos citotóxicos u otros agentes inmunosupresores. Muchos hongos considerados antes como no patógenos, en la actualidad se los reconoce como agentes etiológicos de infecciones micóticas oportunistas.

3.5.2.4. ENFOQUE PARA LA IDENTIFICACIÓN

Aspergillus, la colonia crece con un borde evidente es vellosa y blanca durante el crecimiento precoz pero luego se hace aterciopelada y granulosa y de color azul – verde a gris – verde por la producción de conidios pigmentados. El reverso de la colonia tiene un color blanco a crema.

Microscópicamente las hifas son hialinas y tabicadas. La longitud de los conidióforos es moderada y tiene una célula pie característica en su base. Las vesículas tienen forma de cúpula y la mitad a dos tercios de la superficie está compuesta por una hilera de fiálides desde las cuales salen largas cadenas de conidias globulosas de dos a tres micras de diámetro, con tendencia a mantenerse en manojos paralelos hacia el centro. Los cultivos pueden tolerar temperaturas de hasta 45° C.

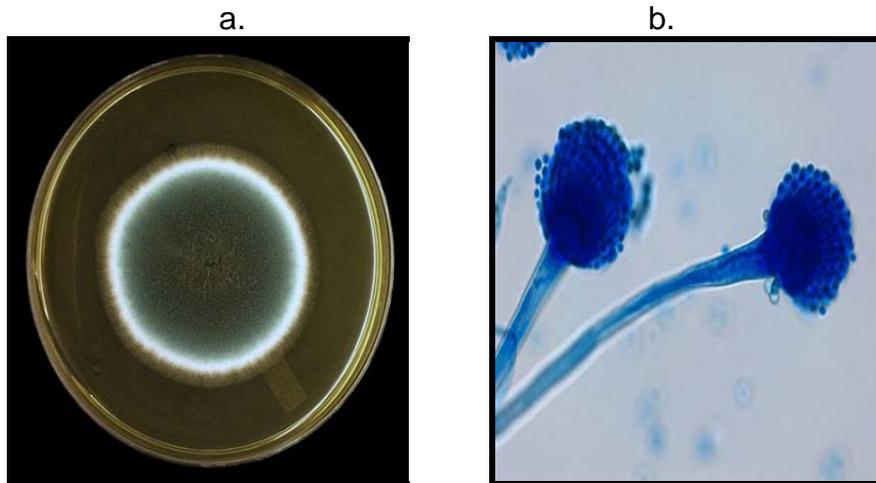


Figura 5: 5a. Características macroscópicas de *Aspergillus fumigatus*
5b. Características microscópicas de *Aspergillus fumigatus*.

Fuente: University of Copenhagen

Fusarium, este hongo puede sospecharse en medios de cultivo por producir pigmentos color lavanda, púrpura o rojo rosado que colorean el micelio y el reverso del agar. Las colonias de *Fusarium* tienen un crecimiento rápido en dos a cinco días. Ocasionalmente pueden verse variantes amarillas. La consistencia de la colonia es algodonosa o lanosa con menos tendencia a hacerse granulosa.

Microscópicamente es uno de los pocos hongos saprófitos que producen macroconidias y microconidias. Las microconidias unicelulares se originan en pequeñas cabezuelas en las puntas de fiálides cortas, similares a la especie de *Acremonium*. La identificación puede confirmarse observando los característicos macroconidios multicelulares grandes con forma de bote u hoz.

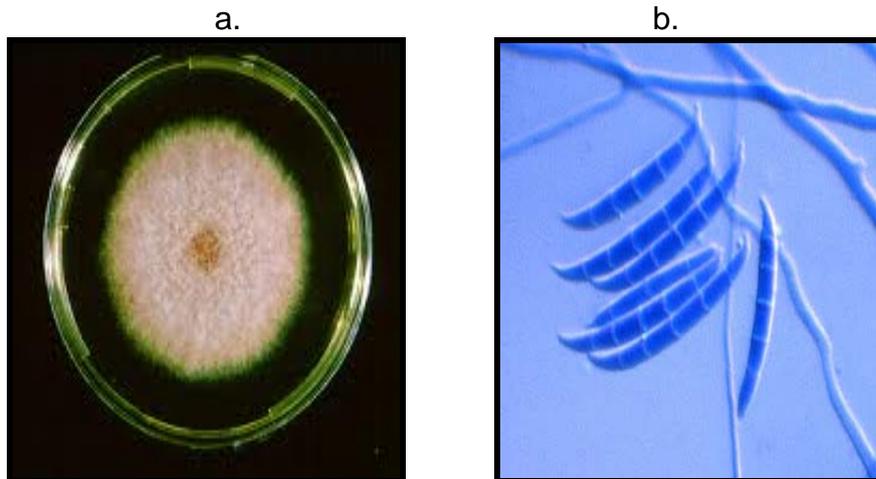


Figura 6: 6a. Características macroscópicas de *Fusarium sp.*
6b. Características microscópicas de *Fusarium sp.*

Fuente: Universidad de Adelaide

Penicillium, las colonias se observan en tonalidades de verde, azul verde, o verde marrón, sin embargo pueden verse también colonias amarillas y marrones. La superficie de la colonia es aterciopelada a pulverulenta por la densa producción de conidios y a menudo se forman pliegues radiales.

Microscópicamente el aspecto característico es la ramificación en aspecto de cepillo de los conidióforos que semejan los dedos de una mano. Largas cadenas de pequeños conidios esféricos se originan en fiálides en forma de botella en la parte superior de las métulas ramificadas. El aspecto aserrado como de las porciones terminales de las fiálides es una característica útil para diferenciar al *Penicillium* del *Paecilomyces*.

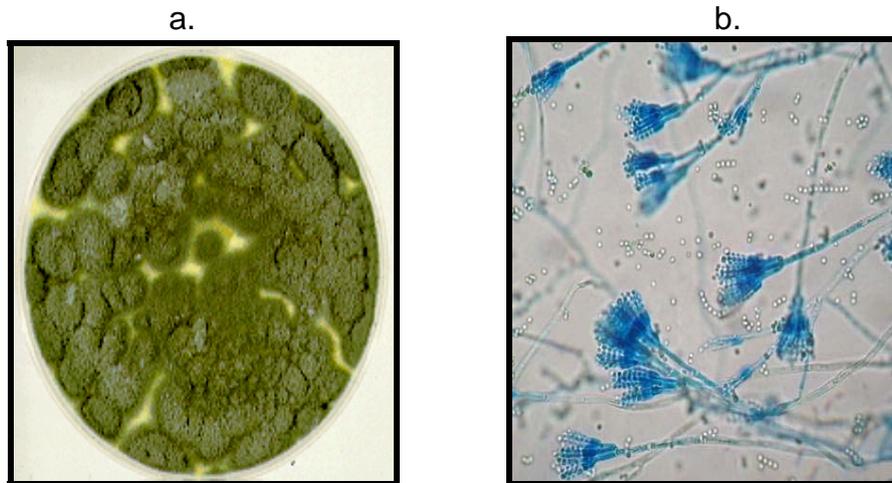


Figura 7: 7a. Características macroscópicas de *Penicillium sp*
7b. Características microscópicas de *Penicillium*
Fuente: Universidad de Adelaide

3.5.3. LEVADURAS

Las levaduras son células únicas, por lo general de forma esférica a elipsoide cuyo diámetro varía de 3 a 15 μm . La mayor parte de las levaduras se reproducen por gemación. Algunas especies producen yemas que típicamente no se desprenden y se alargan, entonces el proceso continuo de gemación produce una cadena de células alargadas de levaduras denominadas pseudohifa. Las colonias de levaduras comúnmente son blandas, opacas, de 1 a 3 mm de longitud, y de color cremoso. Puesto que las colonias y la morfología microscópica de muchas levaduras son muy similares, las especies de levaduras se identifican con base en pruebas fisiológicas y unas pocas diferencias morfológicas claves. Algunas especies son hongos dimorfos capaces de crecer como levaduras o mohos según las condiciones del ambiente.



3.5.3.1. GENERO Y ESPECIE CONSIDERADO: *Candida*

3.5.3.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Hoy en día hay un incremento significativo de la cantidad de infecciones micóticas causadas levaduras y hongos levaduriformes. Estas infecciones se observan sobre todo en pacientes inmunodeprimidos. Los microbiólogos deben saber de qué cualquier género o especie es potencialmente patológica.

3.5.3.1.2. EPIDEMIOLOGIA Y PATOLOGÍA

Las especies de *Candida* causan infecciones micóticas oportunistas encontradas con más frecuencia. Este tipo de infección es causada por varias especies de cándida aunque *Candida albicans* es el agente etiológico más común. Otras levaduras son parte de la flora endógena normal y se cree que las infecciones son de origen endógeno.

3.5.3.1.3. CANDIDIOSIS

Micosis primaria o secundaria ocasionada por levaduras endógenas y oportunistas del género *Cándida*. Las manifestaciones clínicas son localizadas diseminadas o sistémicas; puede afectar piel, mucosas, estructuras profundas y órganos internos. Las alteraciones histopatológicas varían desde inflamación mínima hasta supuración o granuloma.

Prueba del túbulo germinal

Esta prueba es el método más aceptado y económico en el laboratorio para la identificación de levaduras. Cerca del 75% de

levaduras recuperadas de muestras clínicas son *C. albicans*; la prueba del túbulo germinal proporciona una identificación definitiva de este microorganismo en 3 horas.

Los túbulos germinales parecen extensiones de células levaduriformes, similares a hifas, producidos por los general sin un estrechamiento en el punto de origen de la célula.

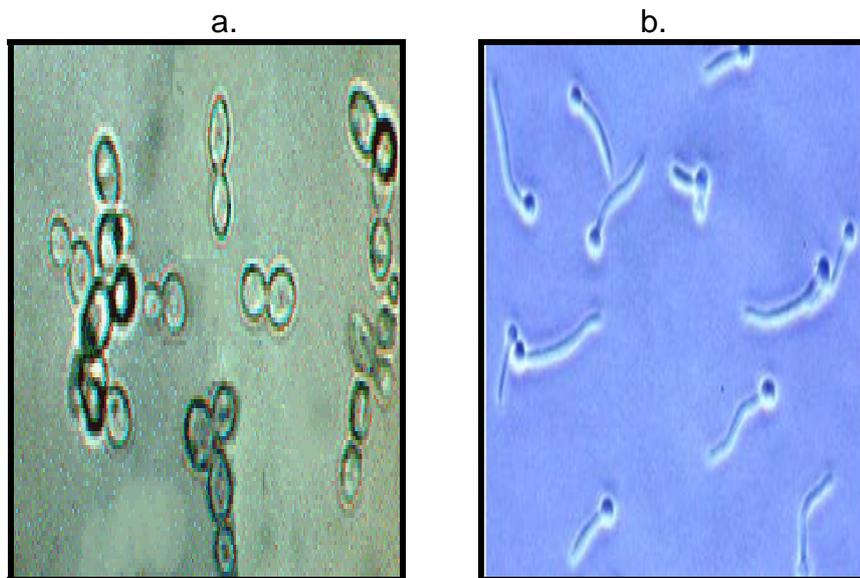


Figura 8:

8a. Características de Levaduras que no presentan túbulos germinales

8b. Características de Levaduras con que presentan túbulos germinales

Fuente: Universidad Iberoamericana



CAPITULO IV



MÉTODOS Y TÉCNICAS

4.1. MUESTREO¹⁴

En lo relacionado al muestreo es importante anotar que este debe obedecer a una situación real comprobada.

Las muestras deben cumplir dos condiciones fundamentales:

- La muestra tomada en el recipiente debe ser representativa
- Las muestras tendrán que ser claramente identificadas

4.1.1. CRITERIOS DE RECOLECCIÓN

Para el muestreo en los sistemas de distribución, como primera medida se recomienda evitar al máximo tomar muestras en los hidrantes; estos deben tomarse en los sitios destinados para esta actividad, en donde la línea de suministros para el grifo es la más corta posible.

Para fines microbiológicos, los grifos de muestreo deben esterilizarse por llama o métodos alternativos de eficacia equivalente, por ejemplo, el contacto con una solución de alcohol desinfectante al 70% y permitir que el agua corra previamente de dos a tres minutos antes de la toma de la muestra, dependiendo del objetivo del muestreo.

Cuando se trata de muestreo en los grifos de los consumidores esto dependerá si dichos grifos son metálicos; entonces se debe flamear.

14. Normativa de Control de Análisis de Agua. “Criterios Generales para el Control de Calidad de Resultados Analíticos” (En línea) México 2001 (Citado el: 5 de Abril del 2012.) <http://www.conagua.gob.mx/CONAAGUA07/noticias/NMX-A-A-115-SCFI-2001.pdf>.



4.1.2. CONDICIONES DEL RECOLECTOR

La persona que recolecta la muestra debe ser idónea y requiere de condiciones especiales en el momento de realizar la toma de la muestra, tales como estar provista en lo posible de guantes de latex y tapa bocas y procurar la mayor limpieza en sus manos y en general en toda la indumentaria utilizada en el muestreo.

4.1.3. TIPOS DE RECIPIENTE

Los recipientes en los cuales se deberán recolectar las muestras dependerán del tipo de análisis a realizar; sin embargo en la mayoría de los casos es suficiente un frasco de vidrio de borosilicato u otro vidrio neutro.

En cuanto a la identificación los recipientes que contengan las muestras deben marcarse en forma clara y durable para permitir su identificación en el laboratorio sin ninguna ambigüedad. Además es necesario tomar la mayor cantidad de datos posibles en el momento del muestreo, con el fin de lograr una interpretación correcta de todo el proceso incluyendo los parámetros que fueran medidos in situ.

4.1.4. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN

En la mayoría de los casos para preservar la muestra durante el transporte al laboratorio y por un periodo corto antes del análisis (máximo 30 horas), suele bastar con un enfriamiento simple (de 2 a 5°C) y en la oscuridad; si el tiempo de transporte supera lo recomendado para el análisis se debe reportar el tiempo entre el muestreo y el análisis



4.1.5. REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE INFORMACIÓN

La información básica necesaria para la toma de muestra debe ser:

1. Nombre de la entidad que toma la muestra, objetivo del muestreo, fecha hora.
2. Establecimiento donde se toma la muestra dirección y teléfono.
3. Cantidad de muestra en mL
4. Punto donde se toma la muestra (grifo, tanque, etc.)
5. Tipo de muestra (tratada o no)
6. Observaciones
7. Nombre del recolector de la muestra

1.4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS

Los métodos que se describen a continuación con equipos y reactivos de la marca MILLIPORE y MERCK que están regidos por los estándares internacionales para el agua potable, Standards Methods y las normas EPA (Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos) para el análisis de agua; y dichos resultados son aceptados para la presentación de informes de agua potable y aguas residuales.



4.2.1. MÉTODO POR FILTRACIÓN DE MEMBRANA ¹⁵

4.2.1.1. FUNDAMENTO:

El método se basa en hacer pasar la muestra de agua problema a través de un filtro de membrana microporosa, en cuya superficie quedan retenidos los microorganismos. Habitualmente se utilizan membranas Millipore tipo HA, que tiene un tamaño de poro de 0,45 μm (micras), ya que la mayoría de los microorganismos a analizar tienen un diámetro superior a 0,45 μm .

Bastará incubar la membrana sobre un medio de cultivo adecuado, a la temperatura y durante el tiempo necesario, para posteriormente contar directamente las colonias sobre la superficie de la membrana.

La técnica de Filtración de membrana tiene un alto grado de reproducibilidad, permite analizar muestras relativamente mayores que los tubos múltiples y proporciona resultados definitivos con mayor rapidez que éstos.

Para asegurar la fiabilidad y reproducibilidad de los resultados, la marca Millipore dispone de un programa de control de calidad que le permite certificar sus membranas para microbiología de acuerdo con los Standard Methods y las normas EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

4.2.1.2. MATERIALES

Para la toma de muestras se debe emplear siempre recipientes estériles con una capacidad mínima de 150 mL. Puede utilizar botellas de vidrio de borosilicatado o de plástico no tóxico y resistente al calor, o bolsas de plástico herméticas Whirl-Pack, que se suministran estériles y son desechables.

15. MILLIPORE Company. "Manual de Procedimientos para el Análisis Microbiológico" USA: s.n., Edición 2000.



Tienen una capacidad de 150 mL., y existen en dos versiones: vacías y con tiosulfato sódico (para aguas cloradas).

Placas Petri (Petripad) y cartones absorbentes

La marca Millipore suministra placas de Petri herméticas de 50 mm de diámetro, apilables, estériles y listas para usar. Cuando se emplea un medio líquido, se usa un cartón absorbente dentro de la placa de Petri (placa PetriPad).

Otros Materiales

Mechero de mesa y pinzas de bordes planos.

4.2.1.3. MEDIO DE CULTIVO DE MOHOS Y LEVADURAS

El medio de cultivo a utilizar es el m-Green Yeast and Mold, una fórmula relativamente más compleja en comparación con otros medios utilizados para el aislamiento de los hongos y levaduras; compuesto por peptona, extracto de levadura, dextrosa, vitaminas, enzimas, bromocresol y otros reactivos. La adición de verde de bromocresol, que se difunde en las colonias de hongos como una reacción alcalina les permite ser fácilmente identificados. Los subproductos metabólicos (causados por la fermentación de la dextrosa) de las colonias en desarrollo se difunden en el medio circundante, reduciendo aún más el pH que ayuda en la inhibición del crecimiento bacteriano, pero también produce una reacción ácido que causa verde de bromocresol residual para cambiar a amarillo.

La incubación es de 48 a 72 horas a una temperatura de 25°C.



4.2.1.4. PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE TOMA DE MUESTRAS¹⁶

1. Procurar que las muestras sean del agua en estudio, que no se contaminen en forma alguna después del muestreo antes del examen.
2. No destapar el frasco de muestra sino hasta el momento del muestreo. Quitar la tapa con todo cuidado para evitar que se ensucie; durante el muestreo no tocar el interior, el tapón ni la boca del frasco; debiéndose protegerlos de la contaminación. Tomar el frasco cerca de su base y la muestra sin enjuagar, volviendo a taparlo inmediatamente.
3. Cuando se toma la muestra dejar un espacio de aire en el frasco, para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.
4. Muestra de una red de Distribución. Si se trata de tomar una muestra de un grifo del sistema de distribución, comprobar primero que el grifo escogido suministra agua directamente de una tubería de la red, a través de una línea de servicio, que no abastece, por ejemplo, de una cisterna o de un tanque de almacenamiento, abrir completamente el grifo y dejar que el agua fluya al drenaje por dos a tres minutos o por el tiempo suficiente para permitir la purga de la línea de servicio.
5. En el momento del muestreo restringir el flujo de la llave, para que pueda llenarse el frasco sin salpicaduras. Evitar como puntos de muestreo grifos con fugas.

16. NORMA INEN 1105. Aguas Muestreo para Examen Microbiológico 2010



6. En muestreos directos de ríos, se debe obtener una muestra representativa, tomada a una profundidad conveniente. No es recomendable captar las muestras demasiado cerca de los márgenes. La localización de los sitios y la frecuencia del muestreo son factores críticos para obtener información real sobre la población microbiana de cualquier cuerpo de agua. Una toma simple o sin un plan de muestreo de un río puede recolectarse a menudo para satisfacer requerimientos u obtener datos de control. La muestra debe tomarse cerca de la superficie. Las muestras de ríos pueden tomarse haciendo con la mano el frasco cerca de su base y sumergiéndolo debajo de la superficie, con la boca hacia abajo. En este momento. Se invierte el frasco para que la boca quede ligeramente hacia arriba y en sentido opuesto a la corriente. Procurar no alterar las márgenes y el lecho, pues, en otra forma se ensucia el agua.

4.2.1.5. PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

El examen microbiológico de las muestras de agua, iniciar inmediatamente después de su recolección para evitar cambios impredecibles. Si la muestra no se puede procesar dentro de una hora después de la recolección, transportarla en porta muestras con hielo. Estas muestras deben ser refrigeradas una vez recibidas en el laboratorio. El lapso entre la recolección de la muestra y el análisis en ningún caso debe ser mayor a treinta horas. El tiempo y la temperatura de almacenamiento de todas las muestras deben registrarse y tomarse en cuenta en la interpretación de los resultados.



4.2.1.6. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE MOHOS Y LEVADURAS POR EL MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA¹⁴

El análisis se inicia preparando el número necesario de placas de Petri con el medio de cultivo. En la técnica que se describe a continuación se emplea medio líquido estéril en ampollas de 2 mL y placas Petri convencionales.

PROCEDIMIENTO

- 1) Abra la placa petriPadMillipore (Placas de Petri estériles cargadas con un cartón absorbente estéril) con ayuda de unas pinzas.
- 2) Abra una ampolla de 2 mL del medio adecuado (mohos y levaduras) y viértalo sobre el cartón absorbente, distribuyéndolo por toda la superficie. Cierre la placa de Petri y márkela adecuadamente para su posterior identificación.
- 3) Tenga las pinzas sumergidas en alcohol y flamee sus bordes antes de manejar la membrana. Coloque una membrana S-Pak o EZ-Pak (estéril), centrada y con la cuadrícula hacia arriba, sobre la base del portafiltros.
- 4) Agite la muestra de agua en su propio recipiente y añádala al portafiltros. Vierta siempre un volumen conocido de muestra, con la mayor precisión posible.
- 5) Conecte el vacío y filtre la muestra.
- 6) Desconecte el vacío y retire el embudo.

14. MILLIPORE Company. "Manual de Procedimientos para el Análisis Microbiológico" USA: s.n., Edición 2000.

- 7) Tome la membrana con las pinzas flameadas y colóquela con



la cuadrícula hacia arriba en la placa de Petri. Evite que se forme bolsas de aire entre la membrana y el cartón. Esto provocaría que hubiese zonas en la membrana sin empapar de medio de cultivo, dificultando el crecimiento de los mohos y levaduras.

- 8) Cierre la placa Petri.
- 9) Invierta la placa de Petri (para evitar que el vapor condensado caiga sobre la superficie de la membrana) e incúbela durante un tiempo y temperatura adecuados.
- 10) Extraiga la placa Petri de la estufa incubadora y cuente las colonias que presenten el aspecto característico de cada tipo de microorganismo. Utilizando la lupa Estereoscópica Millipore, con fuente de luz fluorescente incidente sobre el filtro. Tras la incubación abra la Placa Petri y lea directamente, o póngala abierta en la base de la lupa estereoscópica binocular y lea. Exprese siempre los resultados en número de colonias por cada 100ml de muestra original.

4.2.1.7. DESVENTAJAS DE LA FILTRACIÓN POR MEMBRANA

- Pequeña área de visualización
- La necesidad de detectar las colonias por la luz reflejada sobre un fondo blanco si los filtros de colores o manchas de contraste no se utilizan
- Los posibles daños a las células por la presión de filtración excesiva y las variaciones en la calidad de membrana de filtración.



4.3. MÉTODO PARA EL AISLAMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS A PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR FILTRACIÓN POR MEMBRANA¹⁷

4.3.1. FUNDAMENTO

Medio de Agar Sabuoraud

Es el medio de cultivo recomendado para el aislamiento y desarrollo de hongos (formas miceliales y formas levaduriformes). En el medio de cultivo, la pluripeptona y la glucosa, son los nutrientes para el desarrollo de microorganismos. El alto contenido de glucosa, la presencia de cloranfenicol y el pH ácido, favorecen el crecimiento de hongos por sobre el de bacterias.

Además, al medio de cultivo, pueden agregarse otros agentes selectivos de crecimiento.

4.3.2. PROCEDIMIENTO

1. A las 48h de incubada la caja Petri (Petri pad), realizar el recuento de mohos y levaduras.
2. Tomar las colonias algodonosas de mohos con la ayuda de un asa previamente esterilizada
3. Sembrar la colonia en una caja Petri que contenga 15ml de agar Sabouraud
4. Resembrar por aislamiento en agar Sabouraud las colonias de levaduras y por picadura a los hongos filamentosos seleccionados.

17 KONEMAN, Roberts. "Micología" Práctica de Laboratorio. Tercera edición, Argentina 1987. Editorial Panamericana.



5. Incubar la caja Petri en una estufa a 25°C
6. Revisar, describir y esquematizar las características microscópicas en cada tipo de colonia.
7. Comprobar pureza mediante una tinción a cada tipo de colonia. Tinción de Gram a colonias correspondientes a levaduras y preparación húmeda con azul de algodón lactofenol a colonias correspondientes a hongos filamentosos.

4.4. METODO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MOHOS A PARTIR DE LOS CULTIVOS AISLADOS¹⁸

Al obtener un cultivo de un hongo se deben estudiar sus características macroscópicas, microscópicas y fisiológicas para definir el género y la especie.

Las características varían con el medio de cultivo la naturaleza de los azúcares, la pureza de la peptona, el pH, el grado de humedad y la temperatura.

Por eso es preferible utilizar siempre un medio glucosado de Sabouraud para estudiar y comparar características estándar en las mismas condiciones de humedad y temperatura evitando contaminaciones.

18 Arenas, Roberto, "Micología Medica Ilustrada" Tercera Edición. Colombia 2002.
Editorial Mc Graw Hill



MORFOLOGÍA MACROSCÓPICA

Se deben estudiar las siguientes características:

1. Forma y Tamaño
2. Color en la superficie o en el reverso.
3. Coloración: blanca, rosada, gris, anaranjada, verde, rojiza, negra, etc.
4. Textura: yesosa, glabra, terrosa, granulosa, vellosa, lanosa, cérea, cremosa, etc.
5. Superficie: elevada o plana, levantamiento central.
6. Aspecto: plegado, radiado, cerebriforme, crateriforme.
7. Consistencia: dura, suave, firme, membranoso.
8. Rapidez de Crecimiento; las levaduras y los agentes oportunistas crecen en 24 a 48 horas y los dermatofitos en 4 a 10 días.

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

En el estudio de los órganos fúngicos se debe estudiar:

1. Talo: filamentos o levaduras; grosor; bifurcaciones; presencia o ausencia de tabiques (micelio tabicado o cenocítico); color.
2. Esporas asexuadas y aparato conidiógeno.
3. Esporas sexuadas y estructuras donde se forman
4. Cualquier formación anexa



4.4.1. MÉTODO DE AZUL DE LACTOFENOL

4.4.1.1. FUNDAMENTO

Es empleado para examinar muestras obtenidas a partir de los cultivos. El fenol mata al hongo, el ácido láctico es un agente aclarante que preserva la estructura del hongo, la glicerina previene la desecación y el azul de algodón colorea la quitina y celulosa del hongo.

4.4.1.2. PROCEDIMIENTO

- Consiste en tomar un fragmento de la colonia.
- Colocar una gota de azul de lactofenol sobre un porta objetos y colocar el fragmento de la colonia con la ayuda de una asa, colocar un cubre objetos.
- Observar con azul de lactofenol, con la ayuda de un microscopio con un aumento de 40x

Es el método habitual, pero puede destruir los aparatos esporíferos y dificultar la identificación.

4.4.2. MÉTODO DE LA CINTA SCOCH¹⁷

4.4.2.1. FUNDAMENTO

La cinta adhesiva transparente (Rush –Munro). Es una variante de la técnica anterior y permite observar las estructuras fúngicas casi sin alteración. Se aconseja cinta scotch N° 600 o equivalente porque es altamente transparente. Obviamente las cintas de tono mate no son adecuadas para esta técnica.

17 KONEMAN,Roberts. “Micología” Práctica de Laboratorio. Tercera edición, Argentina 1987. Editorial Panamericana



Se hace un doblez de tira de 4 cm, con el lado adhesivo hacia afuera y se sostiene entre los dedos pulgar e índice. El lado adhesivo se presiona firmemente contra la superficie de la colonia del hongo que se desea estudiar. El micelio aéreo se adhiere a la superficie adhesiva y puede separarse suavemente del resto. Obviamente esta técnica puede tener un valor limitado en el estudio de colonias con una superficie lisa o levaduriforme.

4.4.2.2. PROCEDIMIENTO

- Se corta un pequeño trozo de cinta y se sostiene entre los dedos.
- Se aplica fuertemente la parte adhesiva sobre la colonia con la ayuda de una asa
- Luego se coloca sobre un porta objetos el que contiene una gota de colorante (lactofenol – azul de anilina).
- Este preparado habitualmente es superior a los montajes por disección porque se conserva la yuxtaposición original de esporas y segmentos de hifas.
- Se toma la placa y observa con la ayuda de un microscopio y con un aumento de 40x.



4.4.3. MÉTODO DEL MICROCULTIVO¹⁸

4.4.3.1. FUNDAMENTO

El preparado del microcultivo (también conocido como cultivo en porta objetos). Es útil para la identificación de especies de hongos filamentosos exclusivamente.

4.4.3.2. PROCEDIMIENTO

1. Se corta un pequeño bloque de agar dextrosa previamente vertido en una caja de petri hasta una profundidad de 4mm. Esto puede hacerse usando una hoja de bisturí estéril.
2. En la superficie de agar de una segunda caja de Petri se coloca un porta objetos estéril. Alternativamente, se coloca un pedazo redondo de papel filtro y dos palitos aplicadores, cortados de un tamaño tal como para encajar en la caja. Se coloca un portaobjetos estéril sobre los palitos aplicadores.
3. Con una asa estéril se coloca el bloque de agar en la superficie del porta objetos
4. Con el asa estéril se remueven porciones pequeñas de la colonia de hongos que desea estudiar y se inoculan los cuatro cuadrantes del bloque de agar
5. Luego de la inoculación se coloca un cubre objetos estéril sobre la superficie del agar.
6. Se satura el papel de filtro en el fondo de la caja de Petri. Se vuelve a tapar y se inocula el montaje a 30°C.

18 Arenas, Roberto, "Micología Medica Ilustrada" Tercera Edición. Colombia 2002.
Editorial Mc Graw Hill



7. La colonia crecerá por debajo de la superficie del cubreobjetos. Se examina el montaje periódicamente a simple vista para determinar si la colonia ha madurado y está lista para la cosecha.
8. Cuando es evidente un crecimiento suficiente, se retira cuidadosamente el cubreobjetos con pinzas estériles y se coloca en un portaobjetos que contiene una gota de azul de lactofenol
9. El portaobjetos original también puede servir como un segundo montaje si se retira suavemente el bloque de agar del portaobjetos original y se pasa a un recipiente de boca ancha que contiene solución de fenol al 5%
10. Se aplica una gota de azul de lactofenol al área donde el bloque ha estado en contacto y se cubre con un cubreobjetos.

4.5. MÉTODO PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LEVADURAS Y BACTERIAS¹⁹

4.5.1. TINCIÓN DE GRAM

4.5.1.1 FUNDAMENTO

Permite diferenciar dos grandes grupos de bacterias (Gram+ y Gram-), según se comporten ante esta tinción.

El fundamento radica en la diferente estructura de la pared celular de ambos grupos: las bacterias Gram+ tienen una gruesa capa de peptidoglicano en su pared, mientras que las bacterias Gram- tienen una capa de peptidoglicano más fina y una capa lipopolisacáridica externa.

19. CALDAS ARIAS, Liliana, "Tinción de Gram" Universidad del Cauca. Colombia. (Citado 2 de Mayo del 2012. Disponible en [http://www.facultadsalud.unicauca.edu.co/Documentos2010/DptoMedInt/Tinción de Gram. pdf.](http://www.facultadsalud.unicauca.edu.co/Documentos2010/DptoMedInt/Tinción%20de%20Gram.pdf)



Tras la tinción con el primer colorante (Cristal violeta) se efectúa un lavado con etanol que arrastrará al colorante sólo en las Gram (-), mientras que en las Gram (+) el colorante queda retenido y las células permanecerán azules. Las células Gram (-) se teñirán después con un colorante de contraste (fushina de gram) para que puedan observarse.

Las levaduras son Gram + y se diferencian de las bacterias Gram + por la forma y el tamaño.

4.5.1.2. PROCEDIMIENTO

1. Marcar y realizar un extendido delgado de la colonia sobre un porta objetos y dejar secar.
2. Fijar el material a estudiar a la placa pasándola 2 a 3 veces por la llama de un mechero evitando que se caliente demasiado.
3. Colocar la placa sobre un soporte y cubrirla con cristal violeta durante un minuto.
4. Lavar con agua corriente.
5. Cubrir la placa con solución de lugol durante un minuto.
6. Lavar con agua corriente.
7. Cubrir la placa con alcohol acetona durante 6 segundos.
8. Lavar con agua corriente.
9. Cubrir la placa con solución de fushina para Gram durante un minuto.
10. Lavar con agua corriente.
11. Secar al aire.
12. Observar al microscopio con aceite de inmersión, con objetivo de 100X, con el condensador abierto totalmente para que la luz pase y se obtenga buena iluminación.



Con la tinción de Gram las levaduras se tiñen con violeta cristal por lo tanto son Gram + y se diferencian de las bacterias Gram + por el tamaño y la forma. Las levaduras son de mayor tamaño que las bacterias y tienen una forma ovalada, mientras que las bacterias pueden tener forma redonda que pueden estar agrupadas y aisladas, también tienen forma de bastón (bacilos).

4.6. DIFERENCIACIÓN DE LEVADURAS PATÓGENAS Y NO PATÓGENAS¹⁷

4.6.1. MÉTODOS BASADOS EN EL CULTIVO

El cultivo es fundamental para establecer la etiología y efectuar pruebas de sensibilidad a los anti fúngicos, así como para realizar estudios de tipificación molecular.

La mayoría de los organismos levaduriformes crecen en el laboratorio con gran facilidad en un gran número de medios de cultivo convencionales. El medio glucosado de Sabouraud (SDA), con o sin antibiótico añadido, es el más indicado para realizar el aislamiento y para una posterior identificación.

La incubación se realiza a temperatura ambiente cuando se trata de medios con inhibidores, y a 37°C en el caso de medios enriquecidos. Al cabo de las 24-48 h se pueden observar las colonias características de color blanco o crema, de consistencia opaca, elevadas, lisas, brillantes o mates, y con un diámetro de 1 a 3 mm. El aspecto de la colonia tiene gran interés, ya que es característica de cada especie en los distintos medios y a partir del color, olor y consistencia nos facilitará su posterior identificación.

17 KONEMAN, Roberts. "Micología" Práctica de Laboratorio. Tercera edición, Argentina 1987. Editorial Panamericana.



4.6.2. PRUEBA DEL TUBO GERMINATIVO¹¹⁻¹⁷

4.6.2.1. FUNDAMENTO

Las cepas de *C. albicans* producen túbulos germinales a partir de sus células cuando las levaduras se colocan en un medio nutritivo líquido y se incuban a 35⁰C durante 3 horas.

4.6.2.2. PROCEDIMIENTO

1. Suspender un inóculo muy pequeño de células de la levadura obtenidas a partir de una colonia aislada en 0,3 ml de suero de suero humano, procedente de un individuo sano.
2. Incubar los tubos a 35-37°C, no superando las 3 horas.
3. Después de la incubación, tomar una gota de la suspensión y colocarla sobre un portaobjetos. Observar con el microscopio a poco aumento la presencia de tubos germinativos.

El tubo germinal es una extensión filamentosa de la levadura, sin estrechamiento en su origen, cuyo ancho suele ser la mitad de la célula progenitora y su longitud tres o cuatro veces mayor que la célula madre. Sólo *C. albicans* es capaz de producir verdaderos tubos germinales; sin embargo, otras especies como *C. tropicalis* pueden producir pseudohifas precoces de aspecto similar a los tubos germinales pero con una zona de constricción característica adyacente a la célula madre, por lo que esta prueba es útil para diferenciar *C. albicans* del resto de las especies de *Candida*, aunque no está exenta de falsos negativos.

11. BAILEY Y SCOTT. "Diagnostico Microbiológico" 12^{ava} Edición. Argentina 2009. Editorial:Panamericana

17 KONEMAN,Roberts. "Micología" Práctica de Laboratorio. Tercera edición, Argentina 1987. Editorial Panamericana.



CAPITULO V



5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTROL DE MOHOS Y LEVADURAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

5.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

La Estadística Descriptiva estudia las técnicas de ordenación, clasificación, recuento y presentación de datos en tablas y gráficos, con el afán de obtener valores que resumen la información.

En la estadística descriptiva se emplean diferentes grupos de indicadores dentro de los más empleados tenemos:

5.1.1 PARÁMETROS DE CENTRALIZACION: Son indicadores que muestran hacia qué valor (o valores) se agrupan los datos.

Los parámetros más conocidos son:

5.1.1.1 MEDIA ARITMÉTICA O PROMEDIO: La media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

X es el símbolo de la media aritmética

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots X_n}{N}$$

5.1.1.2 MEDIANA (Me): Devuelve la mediana de los números dados. La mediana es el número que se encuentra en medio de un conjunto de números. La mediana se representa por Me.

La mediana se puede hallar solo por variables cuantitativas.



5.1.1.3 MODA (Mo): La moda es el valor que tiene mayor frecuencia absoluta. Se representa por Mo.

Se puede hallar la moda para variables cualitativas y cuantitativas.

Si un grupo hay dos o varias puntuaciones con la misma frecuencia y esa frecuencia es la máxima, la distribución es bimodal o multimodal, es decir, tiene varias modas.

5.1.2 PARÀMETROS DE DISPERSIÓN: Las medidas de dispersión indican la mayor o menor concentración de los datos con respecto a las medidas de centralización.

5.1.2.1 RANGO: Es la diferencia entre las dos observaciones extremas, la máxima menos la mínima. Expresa cuantas unidades de diferencia podemos esperar, como máximo, entre dos valores de la variable. El rango estima el campo de variación de la variable.

5.1.2.2 VARIANZA: Mide el grado de variabilidad que sintetiza el grado de homogeneidad de las diferencias individuales entre los casos de una muestra (o varias muestras) respecto de una o varias variables numéricas continuas o cuantitativas.

5.1.2.3 DESVIACIÓN ESTANDAR: La desviación estándar es la medida de la dispersión de los valores respecto a la medida (valor promedio). Es la raíz cuadrada de la varianza.

5.1.2.4 COEFICIENTE DE VARIACIÓN: Es una medida de dispersión relativa de los datos y se calcula dividiendo la desviación típica muestral por la media y multiplicando el cociente por 100 para obtener su porcentaje. Su utilidad radica en que nos permite



comparar la dispersión o variabilidad de dos o más grupos.

5.2 ANÁLISIS DE DATOS

5.2. 5.2.1 CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro 2. Recuento de Mohos y Levaduras a las 72 horas

RECUESTO DE MOHOS y LEVADURAS A LAS 72H					
FECHA	Agua captación	Agua cruda	Agua tratada	Agua de redes	UNIDADES
07/03/2012		43	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
08/03/2012		25	0		UFC/100 cm ³ de muestra
10/03/2012	38	28	5		UFC/100 cm ³ de muestra
14/03/2012		25	12	4	UFC/100 cm ³ de muestra
15/03/2012		21	0		UFC/100 cm ³ de muestra
17/03/2012	29	26	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/03/2012		48	2	2	UFC/100 cm ³ de muestra
22/03/2012		39	5		UFC/100 cm ³ de muestra
24/03/2012	37	25	0		UFC/100 cm ³ de muestra
29/03/2012		34	2		UFC/100 cm ³ de muestra
31/03/2012	37	27	1		UFC/100 cm ³ de muestra
04/04/2012		27	3	1	UFC/100 cm ³ de muestra
11/04/2012		30	13	10	UFC/100 cm ³ de muestra
12/04/2012		32	5		UFC/100 cm ³ de muestra
14/04/2012	25	20	0		UFC/100 cm ³ de muestra
18/04/2012		26	10	7	UFC/100 cm ³ de muestra
19/04/2012		52	2		UFC/100 cm ³ de muestra
21/04/2012	43	38	0		UFC/100 cm ³ de muestra

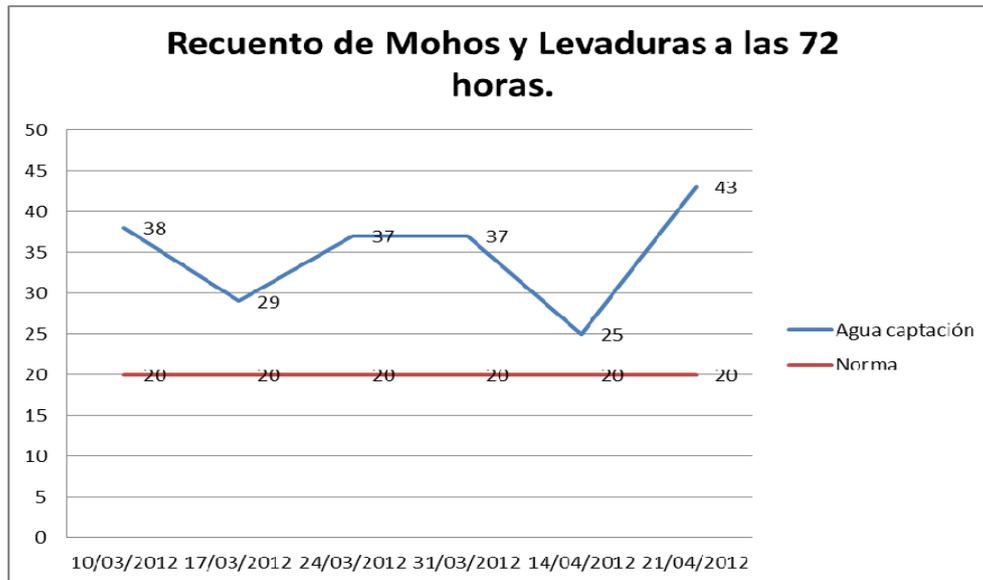


Grafico 1. Relacion de los resultados obtenidos en el Agua de la Captación con la norma Técnica Colombiana. En este grafico se observa el alto porcentaje de mohos y levaduras presentes en el agua de la captacion comparado con la norma Tecnica Colombiana 813.

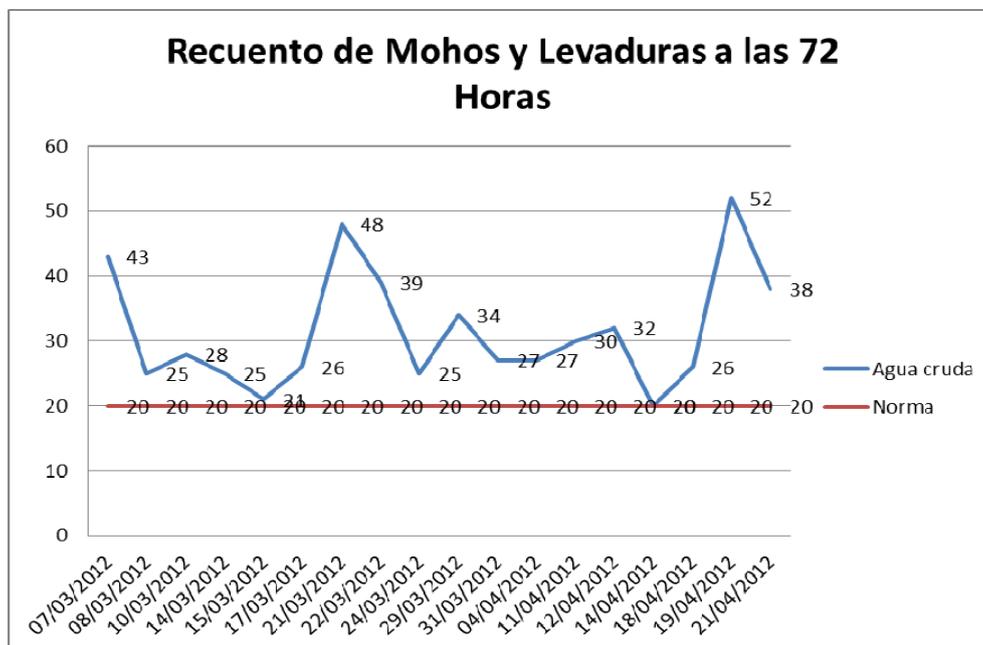


Gráfico 2. Relacion de los resultados obtenidos en el Agua Cruda con la norma Tecnica Colombiana. En este grafico se observa un alto porcentaje de mohos y levaduras presentes en el agua cruda comparado con la norma Tecnica Colombiana 813.

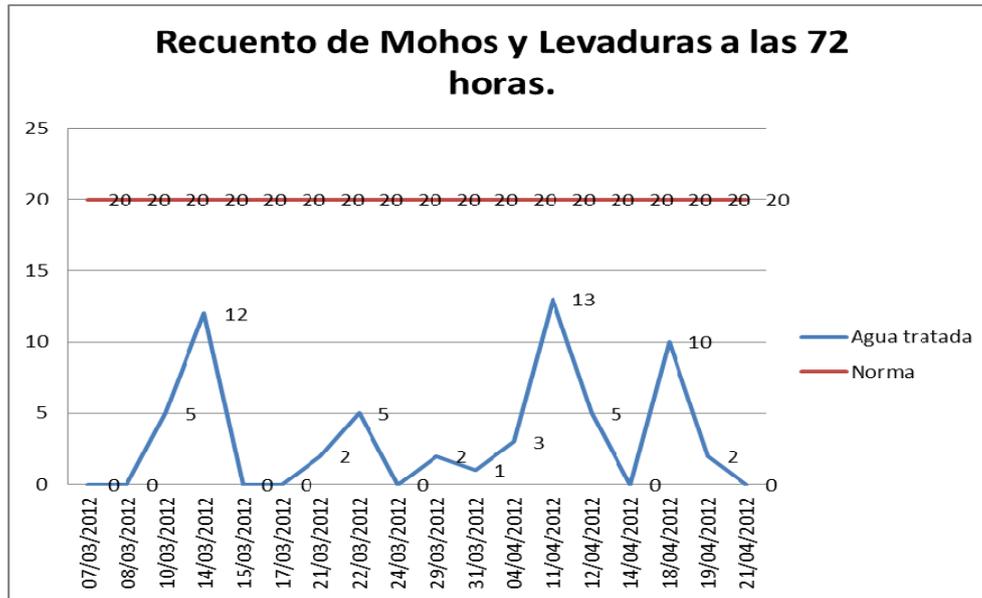


Gráfico 3. Relacion de los resultados obtenidos en el agua tratada con la norma Técnica Colombiana. En este grafico se observa un porcentaje menor de mohos y levaduras presentes en el agua tratada comparado con la norma Tecnica Colombiana 813.

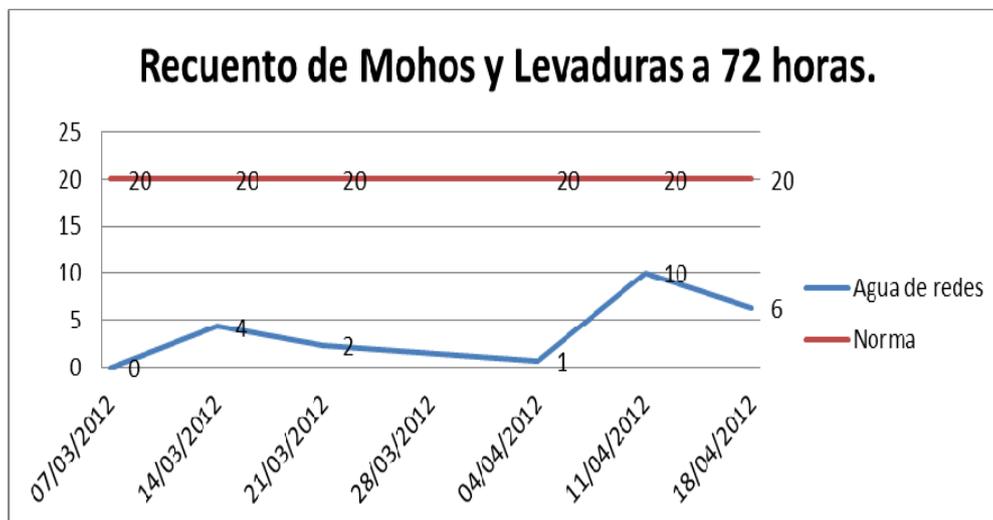


Gráfico 4. Relación de los resultados obtenidos en el agua de redes con la norma Técnica Colombiana. En este grafico se observa un porcentaje menor de mohos y levaduras presentes en el agua de redes comparada con la norma Tecnica Colombiana



Cuadro 3. Recuento de mohos a las 72h.

RECUENTO DE MOHOS A LAS 72H					
FECHA	AGUA CAPTACIÓN	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	AGUA REDES	UNIDADES
07/03/2012		9	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
08/03/2012		4	0		UFC/100 cm ³ de muestra
10/03/2012	7	6	5		UFC/100 cm ³ de muestra
14/03/2012		6	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
15/03/2012		3	0		UFC/100 cm ³ de muestra
17/03/2012	5	5	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/03/2012		6	1	1	UFC/100 cm ³ de muestra
22/03/2012		6	5		UFC/100 cm ³ de muestra
24/03/2012	15	7	0		UFC/100 cm ³ de muestra
29/03/2012		3	2		UFC/100 cm ³ de muestra
31/03/2012	10	9	0		UFC/100 cm ³ de muestra
04/04/2012		2	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
11/04/2012		7	3	4	UFC/100 cm ³ de muestra
12/04/2012		8	5		UFC/100 cm ³ de muestra
14/04/2012	10	8	0		UFC/100 cm ³ de muestra
18/04/2012		3	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
19/04/2012		5	2		UFC/100 cm ³ de muestra
21/04/2012	7	6	0		UFC/100 cm ³ de muestra



Cuadro 4. Recuento de levaduras a las 72h.

RECuento DE LEVADURAS A LAS 72H					
FECHA	AGUA CAPTACIÓN	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	AGUA DE RED	UNIDADES
07/03/2012		34	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
08/03/2012		21	0		UFC/100 cm ³ de muestra
10/03/2012	31	22	0		UFC/100 cm ³ de muestra
14/03/2012		19	12	4	UFC/100 cm ³ de muestra
15/03/2012		18	0		UFC/100 cm ³ de muestra
17/03/2012	24	21	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/03/2012		42	1	3	UFC/100 cm ³ de muestra
22/03/2012		33	0		UFC/100 cm ³ de muestra
24/03/2012	22	18	0		UFC/100 cm ³ de muestra
29/03/2012		31	0		UFC/100 cm ³ de muestra
31/03/2012	27	18	1		UFC/100 cm ³ de muestra
04/04/2012		25	3	1	UFC/100 cm ³ de muestra
11/04/2012		23	10	7	UFC/100 cm ³ de muestra
12/04/2012		24	0		UFC/100 cm ³ de muestra
14/04/2012	15	12	0		UFC/100 cm ³ de muestra
18/04/2012		23	4	6	UFC/100 cm ³ de muestra
19/04/2012		47	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/04/2012	36	32	0		UFC/100 cm ³ de muestra

Cuadro 5. Recuento de mohos y levaduras en agua cruda- tratada-redes a las 72h

RECUESTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN AGUA CRUDA-TRATADA-REDES							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	72H						
FECHA	07/03/2012	14/03/2012	21/03/2012	04/04/2012	11/04/2012	18/04/2012	UNIDADES
Agua cruda	43	25	48	27	30	26	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	0	12	2	3	13	10	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua de Redes	0	4	2	1	10	6	UFC/100 cm ³ de muestra

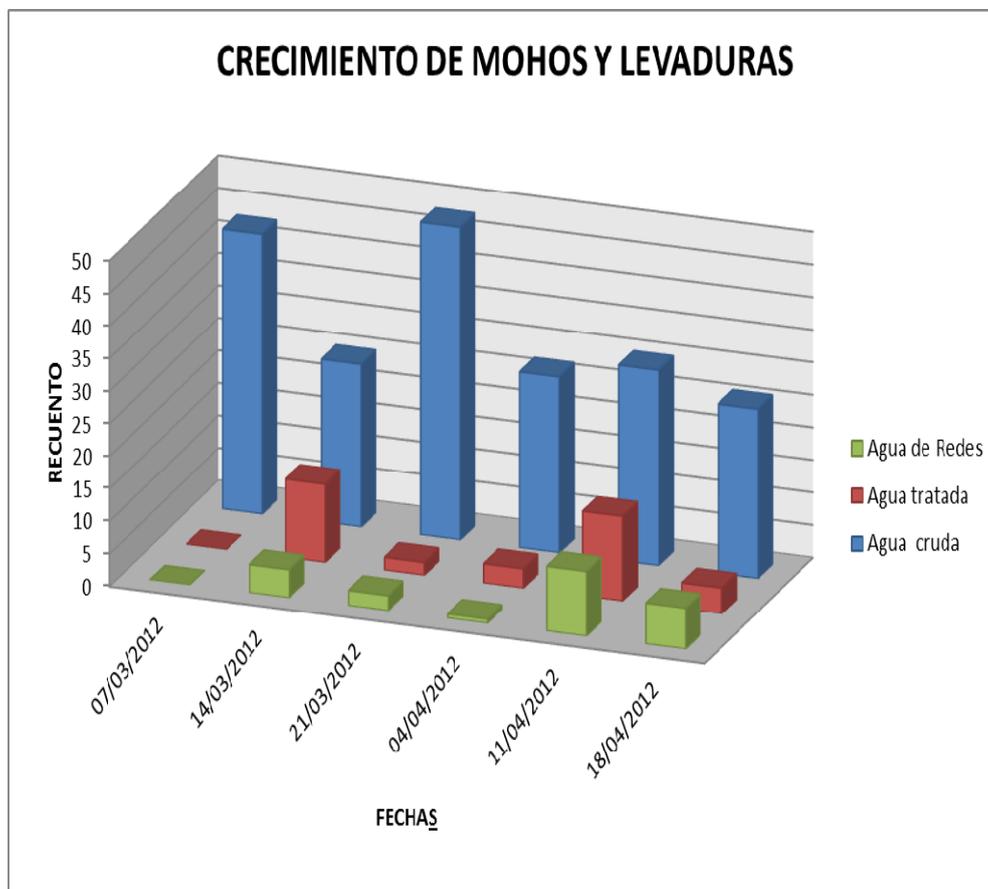


Gráfico 5. Relación del crecimiento de mohos y levaduras en Agua de redes, tratada, cruda. Mediante este grafico se analiza el esquema agua cruda- tratada –redes a las 72 horas demostrando la disminución de mohos y levaduras durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 6. Recuento de mohos y levaduras en agua cruda y tratada a las 72h

RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN AGUA CRUDA-TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	72H						
FECHA	08/03/2012	15/03/201	22/03/2012	29/03/2012	12/04/2012	19/04/2012	Unidades
AGUA CRUDA	25	21	39	34	32	52	UFC/100 cm ³ de muestra
AGUA TRATADA	0	0	5	2	5	2	UFC/100 cm ³ de muestra

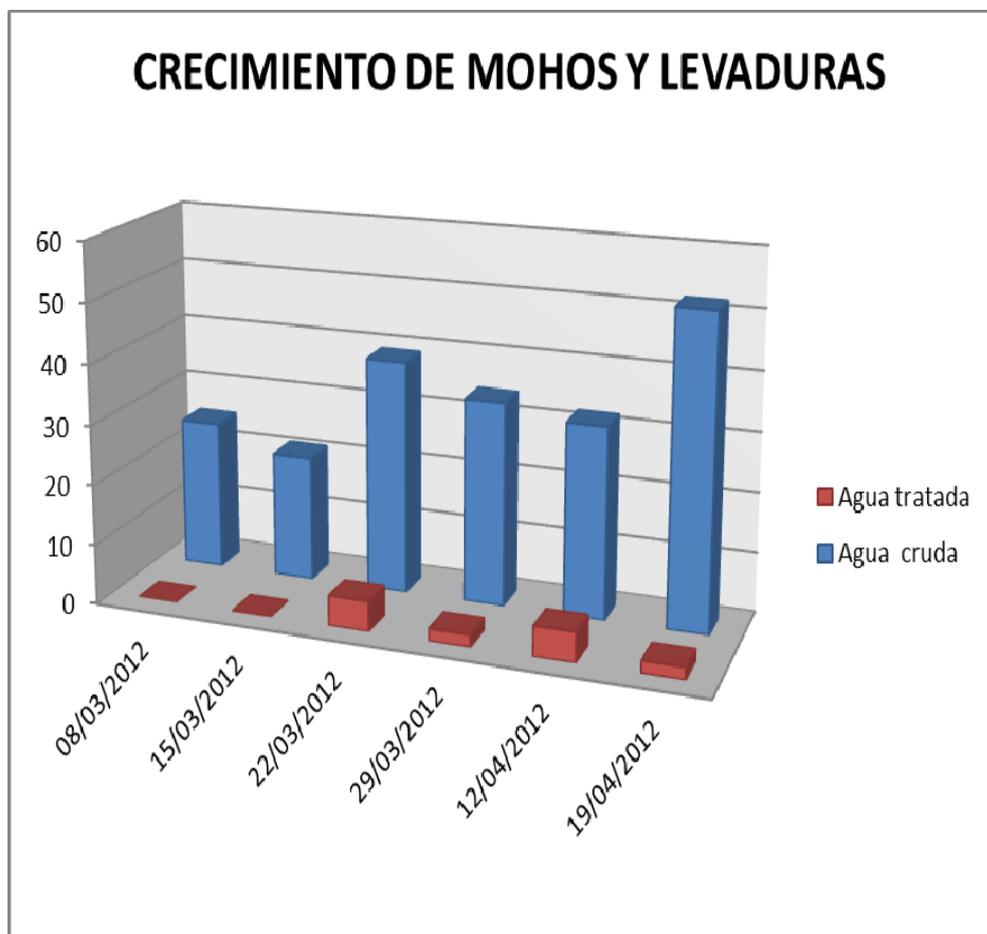


Gráfico 6. Relación del crecimiento de mohos y levaduras en el agua cruda y tratada. Mediante este grafico se analiza el esquema agua cruda- tratada a las 72 horas demostrando la disminución de mohos y levaduras durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 7. Recuento de Mohos y Levaduras en agua captación-cruda-tratada a las 72h

RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS EN AGUA CAPTACIÓN-CRUDA-TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	72H						
FECHA	10/03/2012	17/03/2012	24/03/2012	31/03/2012	14/04/2012	21/04/2012	UNIDADES
AGUA CAPTACIÓN	38	29	37	37	25	43	UFC/100 cm ³ de muestra
AGUA CRUDA	28	26	25	27	20	38	UFC/100 cm ³ de muestra
AGUA TRATADA	3	0	0	1	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra

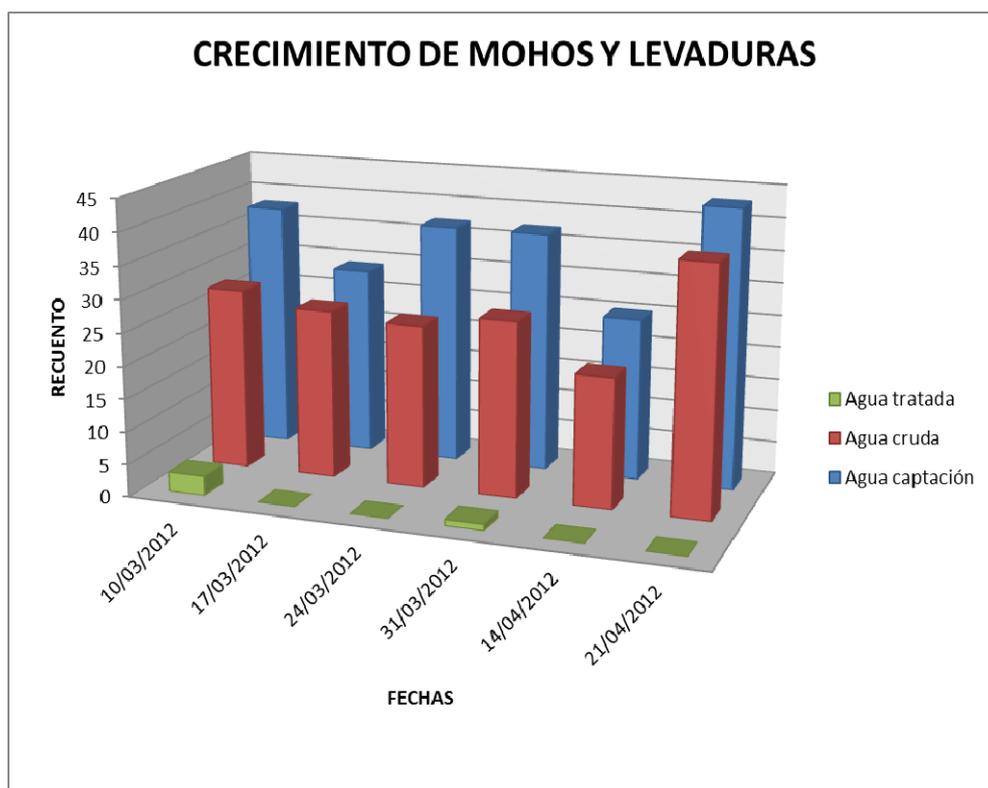


Gráfico 7. Relación del recuento total de mohos y levaduras en agua captación-cruda-tratada. Mediante este grafico se analiza el esquema agua captación-cruda- tratada demostrando la disminución de mohos y levaduras durante el proceso de tratamiento



Cuadro 8. Recuento de mohos a las 48 horas

RECuento DE MOHOS A LAS 48H					
FECHA	Agua de la captación	Agua cruda	Agua tratada	Agua de red	UNIDADES
07/03/2012		10	1	1	UFC/100 cm ³ de muestra
08/03/2012		2	0		UFC/100 cm ³ de muestra
10/03/2012	7	5	3		UFC/100 cm ³ de muestra
14/03/2012		6	5	1	UFC/100 cm ³ de muestra
15/03/2012		3	1		UFC/100 cm ³ de muestra
17/03/2012	3	2	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/03/2012		5	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
22/03/2012		7	1		UFC/100 cm ³ de muestra
24/03/2012	6	5	0		UFC/100 cm ³ de muestra
29/03/2012		5	1		UFC/100 cm ³ de muestra
31/03/2012	5	4	1		UFC/100 cm ³ de muestra
04/04/2012		2	0	1	UFC/100 cm ³ de muestra
11/04/2012		4	3	3	UFC/100 cm ³ de muestra
12/04/2012		4	1		UFC/100 cm ³ de muestra
14/04/2012	6	2	0		UFC/100 cm ³ de muestra
18/04/2012		4	1	0	UFC/100 cm ³ de muestra
19/04/2012		6	2		UFC/100 cm ³ de muestra
21/04/2012	5	3	0		UFC/100 cm ³ de muestra



Cuadro 9. Recuento de levaduras a las 48 horas

RECuento DE LEVADURAS A LAS 48H					
FECHA	Agua de la captación	Agua cruda	Agua tratada	Agua de red	UNIDADES
07/03/2012		19	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
08/03/2012		15	0		UFC/100 cm ³ de muestra
10/03/2012	17	14	0		UFC/100 cm ³ de muestra
14/03/2012		17	4	4	UFC/100 cm ³ de muestra
15/03/2012		13	0		UFC/100 cm ³ de muestra
17/03/2012	18	5	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/03/2012		17	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
22/03/2012		33	0		UFC/100 cm ³ de muestra
24/03/2012	21	12	1		UFC/100 cm ³ de muestra
29/03/2012		11	0		UFC/100 cm ³ de muestra
31/03/2012	22	13	1		UFC/100 cm ³ de muestra
04/04/2012		18	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra
11/04/2012		12	4	4	UFC/100 cm ³ de muestra
12/04/2012		16	0		UFC/100 cm ³ de muestra
14/04/2012	17	8	0		UFC/100 cm ³ de muestra
18/04/2012		14	5	4	UFC/100 cm ³ de muestra
19/04/2012		20	0		UFC/100 cm ³ de muestra
21/04/2012	16	12	0		UFC/100 cm ³ de muestra

Cuadro 10. Recuento de mohos en agua cruda-tratada-redes a las 48 horas.

RECUESTO DE MOHOS EN AGUA CRUDA-TRATADA-REDES							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	48h						
FECHA	07/03/2012	14/03/2012	21/03/2012	04/04/2012	11/04/2012	18/04/2012	UNIDADES
Agua cruda	10	6	5	2	4	4	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	1	5	0	1	3	1	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua de Red	1	1	0	1	3	0	UFC/100 cm ³ de muestra

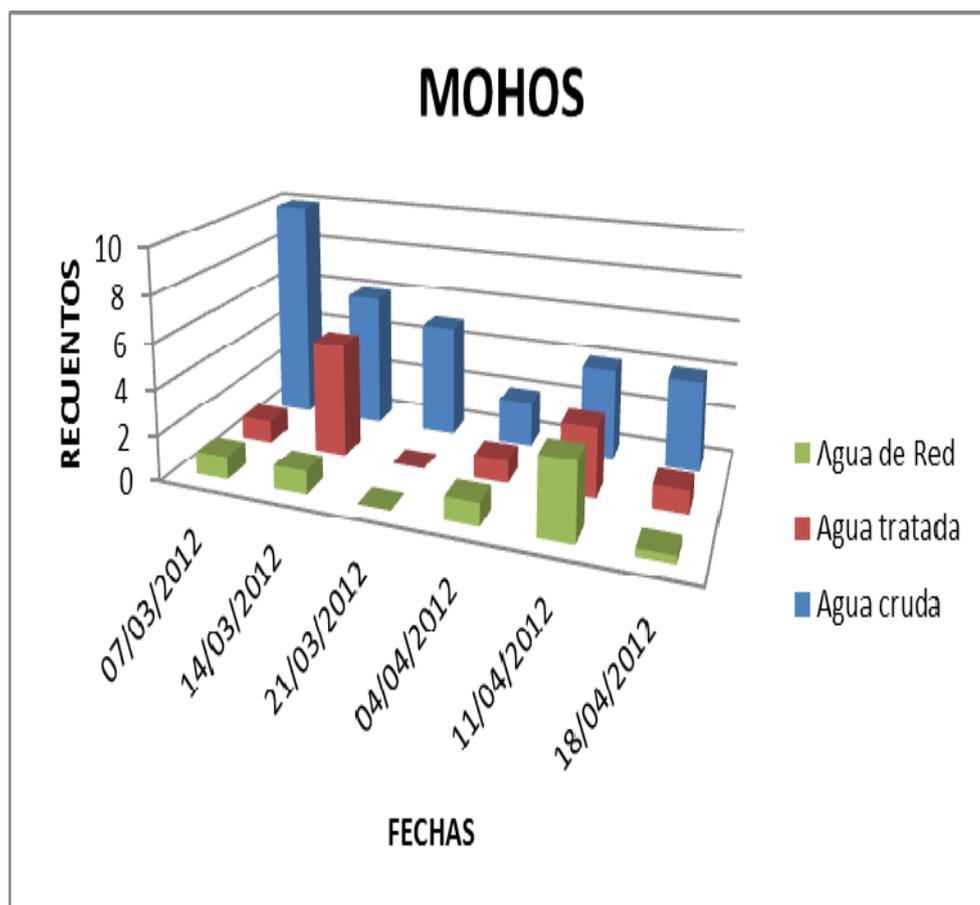


Gráfico 8. Relación del recuento de mohos en agua cruda-tratada-redes. Mediante este grafico se analiza el esquema agua cruda- tratada –redes a las 48 horas demostrando la disminución de mohos durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 11. Recuento de mohos en agua cruda-tratada a las 48h

RECuento DE MOHOS EN AGUA CRUDA-TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	48h						
FECHA	08/03/2012	15/03/2012	22/03/2012	29/03/2012	12/04/2012	19/04/2012	UNIDADES
Agua cruda	2	3	7	5	4	6	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	0	1	1	1	1	2	UFC/100 cm ³ de muestra

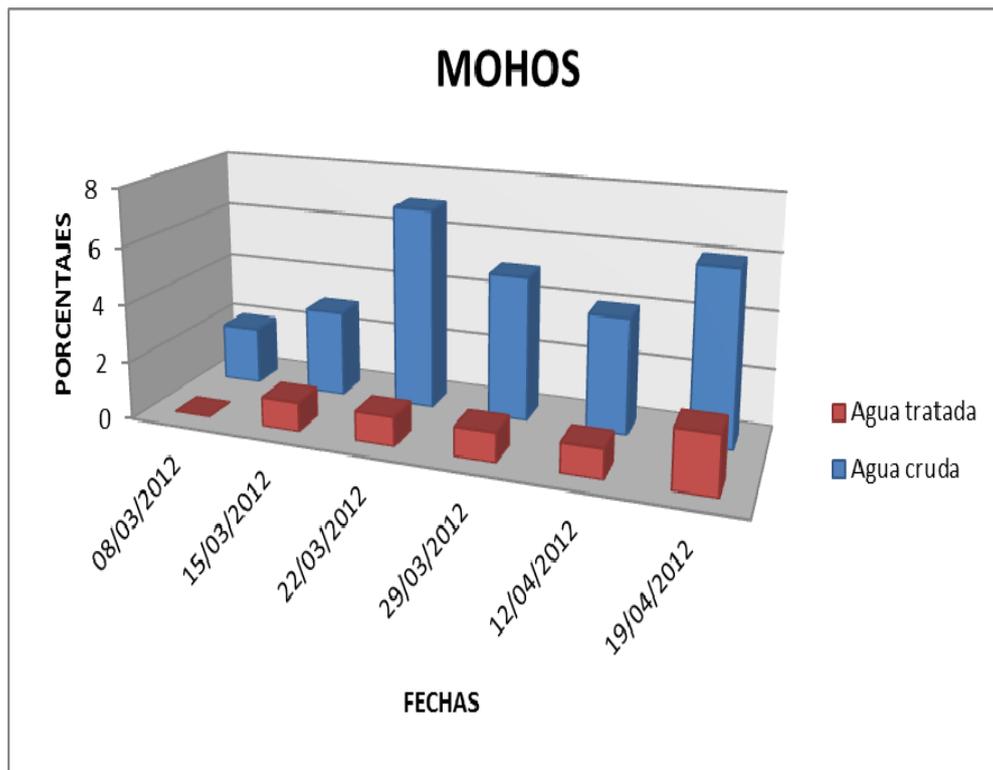


Gráfico 9. Relación del recuento de mohos de agua cruda-tratada. Mediante este grafico se analiza el esquema agua cruda- tratada a las 48 horas demostrando la disminución de mohos durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 12. Recuento de mohos en agua de la captación-cruda-tratada a las 48h

RECuento DE MOHOS EN AGUA CAPTACIÓN -CRUDA-TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	48h						
FECHA	10/03/2012	17/03/2012	24/03/2012	31/03/2012	14/04/2012	21/04/2012	UNIDADES
Agua captación	7	3	6	5	6	5	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua cruda	5	2	5	4	2	3	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	3	0	0	1	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra

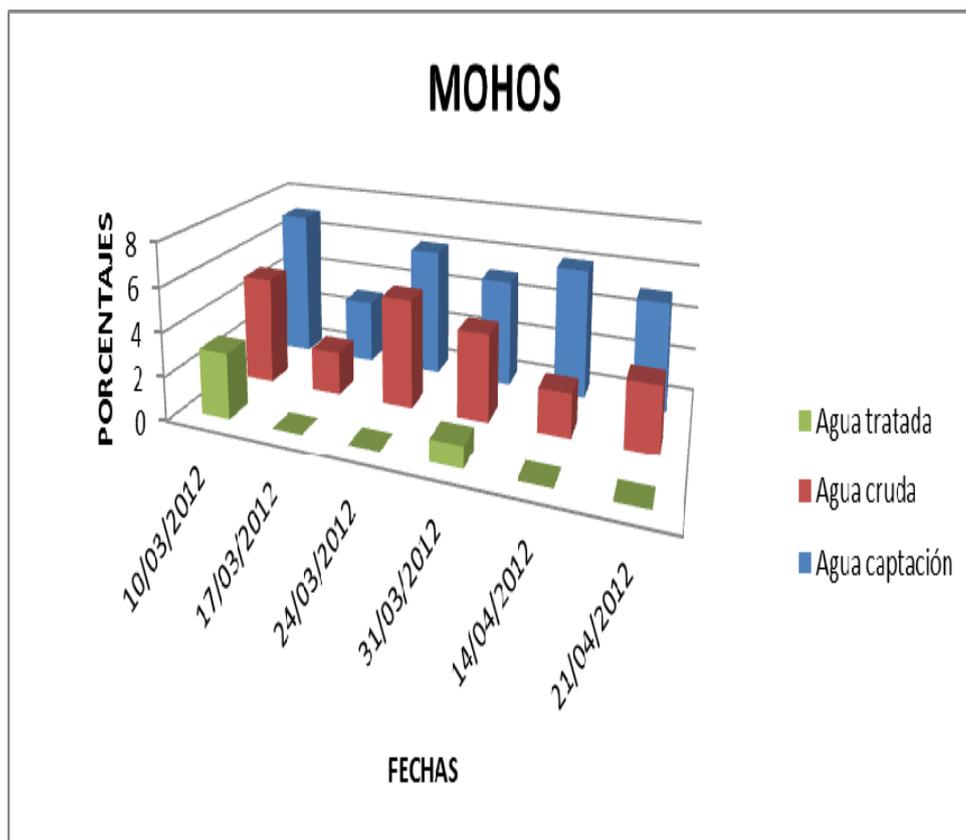


Gráfico 10. Relación de mohos en agua captación-cruda-tratada. Mediante este grafico se analiza el esquema agua captación- cruda- tratada a las 48 horas demostrando la disminución de mohos durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 13. Recuento de levaduras en agua cruda-tratada-redes a las 48h

RECUESTO DE LEVADURAS EN AGUA CRUDA-TATADA-REDES							
TIEMPO DE INCUBACION	48h						
FECHA	07/03/2012	14/03/2012	21/03/2012	04/04/2012	11/04/2012	18/04/2012	UNIDADES
Agua cruda	19	17	17	18	12	14	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	0	4	0	0	5	6	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua de Red	0	4	0	0	5	6	UFC/100 cm ³ de muestra

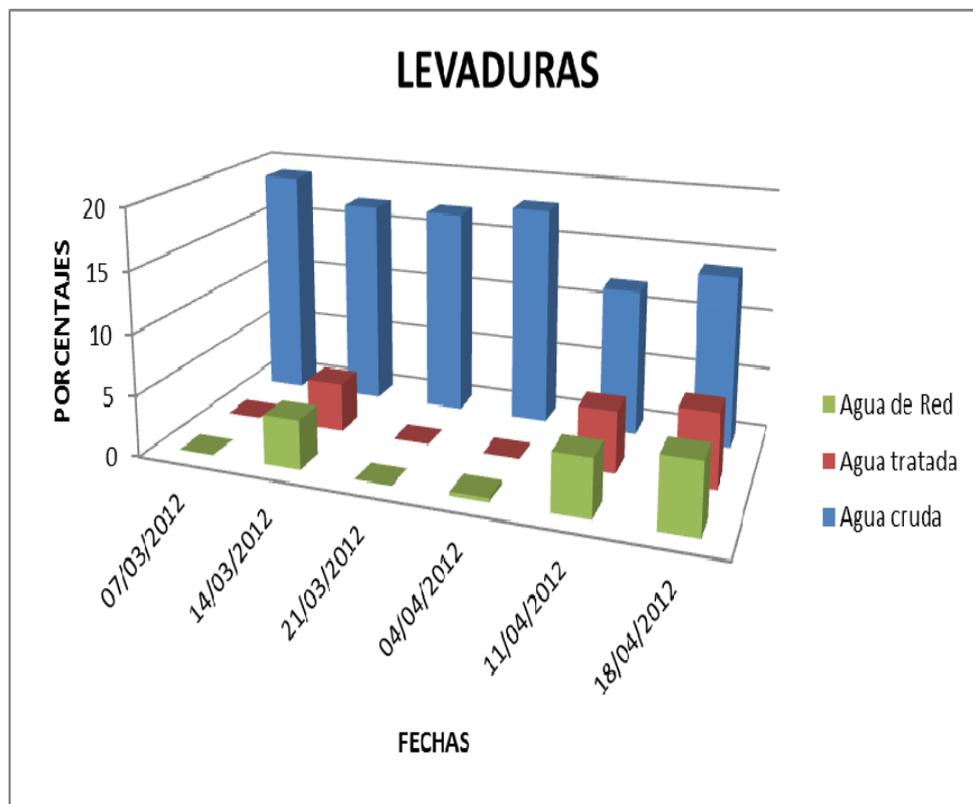


Gráfico 11. Relación del recuento de levaduras en el agua cruda-tratada-redes. Mediante este gráfico se analiza el esquema agua cruda- tratada –redes a las 48 horas demostrando la disminución de levaduras durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 14. Recuento de levaduras en agua cruda-tratada a las 48h

RECuento DE LEVADURAS EN AGUA CRUDA-TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	48h						UNIDADES
FECHA	08/03/2012	15/03/2012	22/03/2012	29/03/2012	12/04/2012	19/04/2012	
Agua cruda	15	13	33	11	16	20	UFC/100 cm ³ de muestra
Agua tratada	0	0	0	0	0	0	UFC/100 cm ³ de muestra

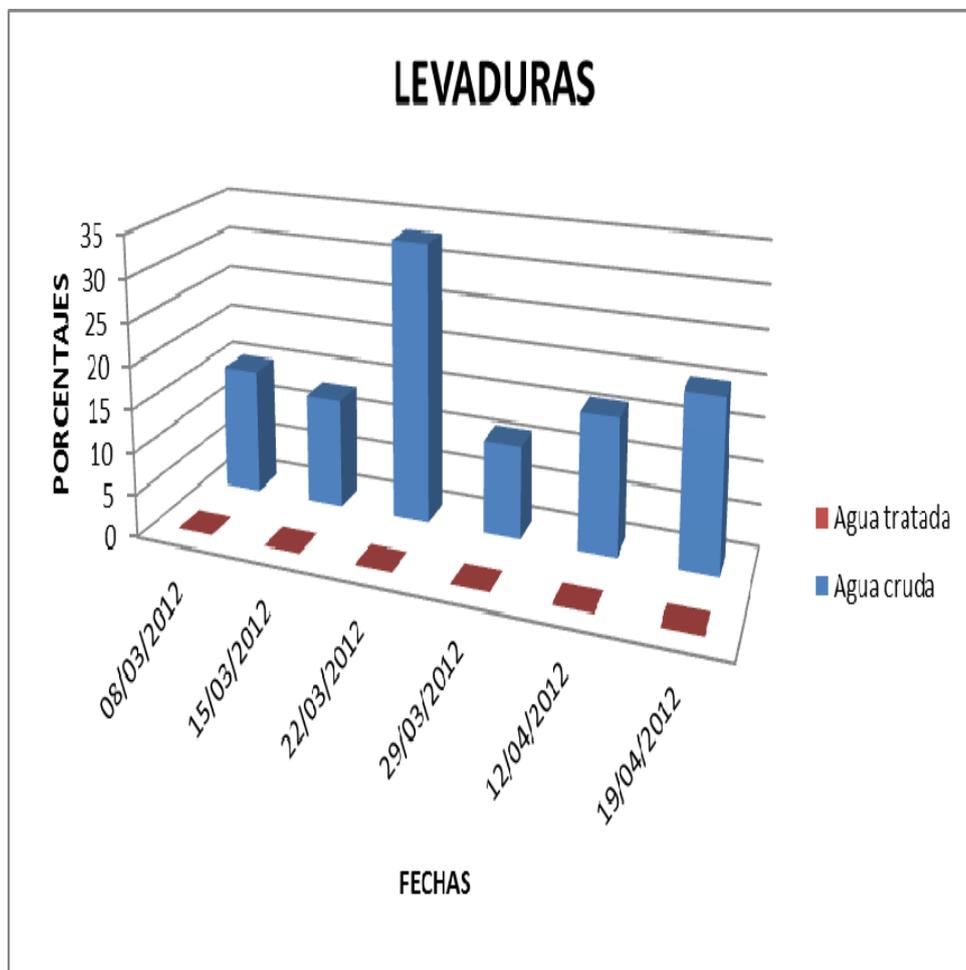


Gráfico 12. Relación del recuento de levaduras en agua cruda-tratada. Mediante este grafico se analiza el esquema agua cruda- tratada a las 48 horas demostrando la disminución de levaduras durante el proceso de tratamiento.

Cuadro. 15. Recuento de levaduras en agua captación- cruda-tratada a las 48h

RECuento DE LEVADURAS EN AGUA CAPTACIÓN-CRUDA TRATADA							
TIEMPO DE INCUBACIÓN	48h						
FECHA	10/03/12	17/03/12	24/03/12	31/03/12	14/04/12	21/04/12	UNIDADES
Agua captación	17	18	21	22	17	16	UFC/100 cm³ de muestra
Agua cruda	14	5	12	13	8	12	UFC/100 cm³ de muestra
Agua tratada	0	0	1	1	0	0	UFC/100 cm³ de muestra

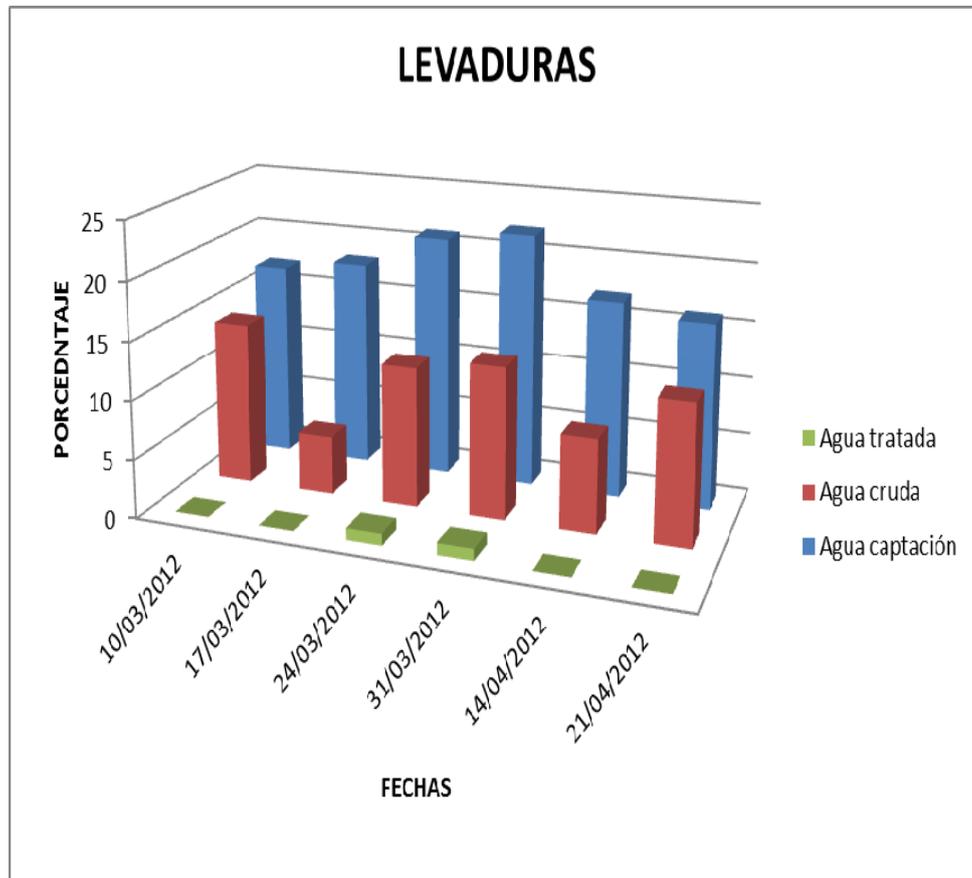


Gráfico 13. Relación del recuento de levaduras en agua captación-cruda-tratada. Mediante este gráfico se analiza el esquema agua captación- cruda- tratada a las 48 horas demostrando la disminución de levaduras durante el proceso de tratamiento.

Cuadro 16. Frecuencia de los géneros de mohos identificados en el estudio.

FRECUENCIA DE LOS GENEROS IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO				
GENERO	AGUA DE LA CAPTACIÓN	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	AGUA DE RED
<i>Absidia</i>		0	0	0
<i>Aspergillus</i>	1	2	3	3
<i>Circinella</i>	7	6	0	0
<i>Fusarium</i>	1	7	4	1
<i>Hongo no identificado</i>	5	11	2	0
<i>Mucor</i>	16	42	1	6
<i>Penicillium</i>	3	6	10	9
<i>Rizhopus</i>	0	4	0	1

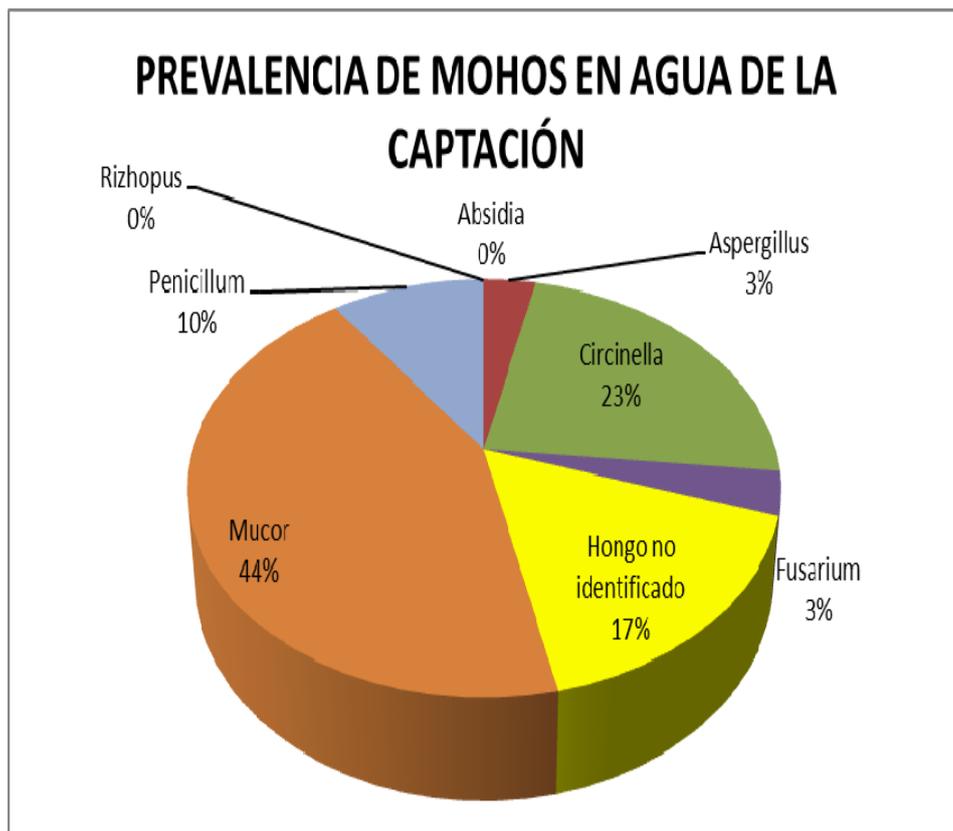


Gráfico 14. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua de la captación

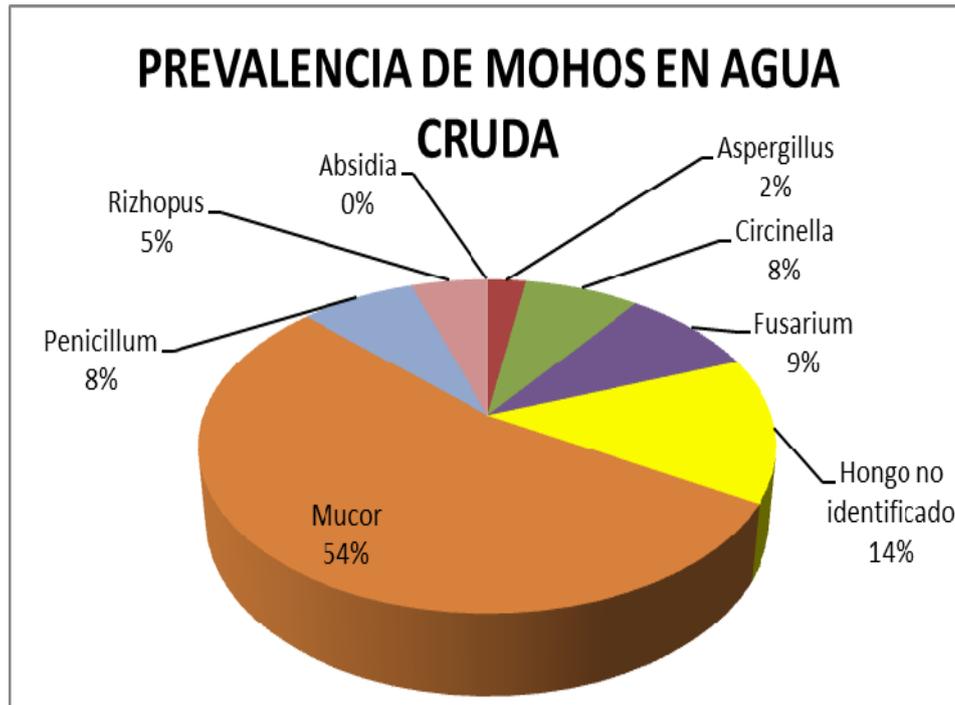


Gráfico 15. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua cruda

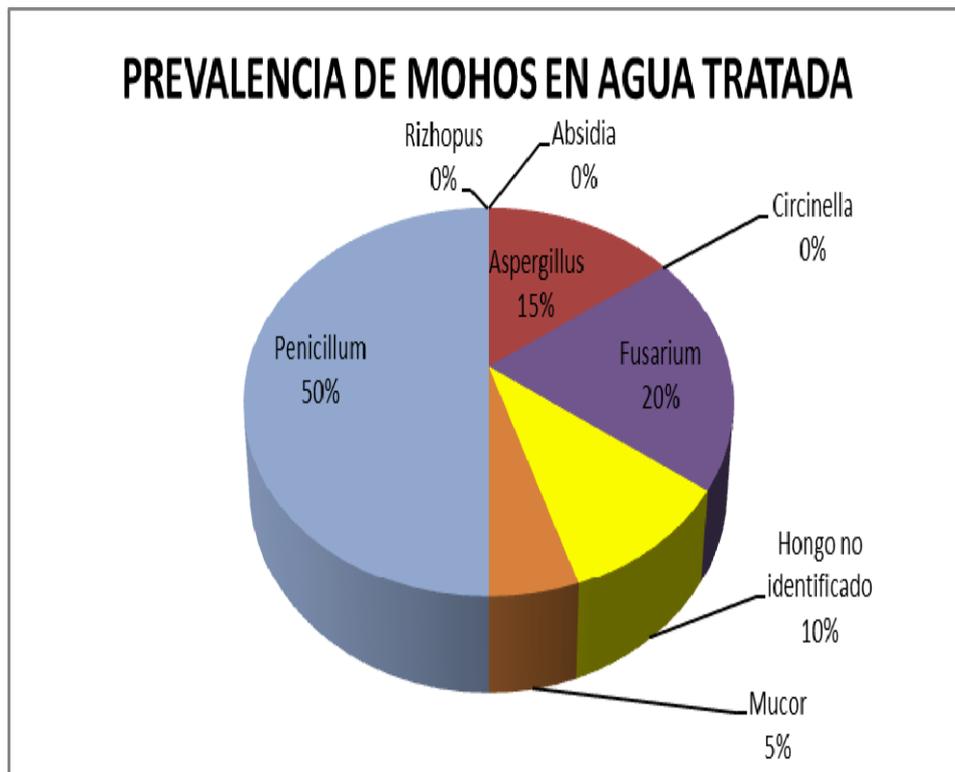


Gráfico 16. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua tratada

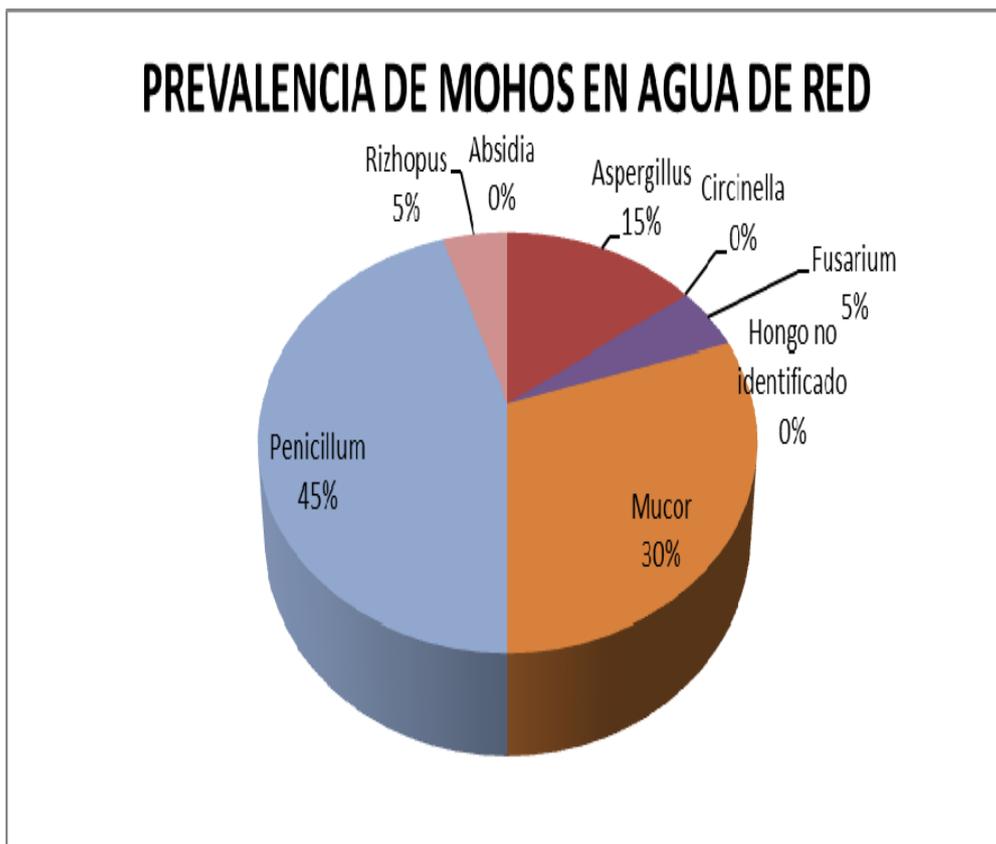


Gráfico 17. Prevalencia de géneros de mohos identificados en agua de red.

Cuadro 17. Cuadro comparativo del crecimiento de mohos en los diferentes tipos de aguas analizadas.

CUADRO COMPARATIVO DE MOHOS				
MEDIDA	CAPTACION	CRUDA	TRATADA	REDES DOMICILIARIAS
MEDIA ARITMETICA	9,000	5,722	1	0,833
MEDIANA	8,5000	6	0	0,5
MODA	7,0000	6	0	0
DESVIACION ESTANDAR	3,5214	2,10896	1,714986	1,169045194
VARIANZA	12,4000	4,447712	2,941176	1,366666667
RANGO	10,0000	7,0000	5,0000	3,0000
MINIMO	5,0000	2	0	0
MAXIMO	15,0000	9	5	3
NIVEL DE CONFIANZA	95%	95%	95%	95%

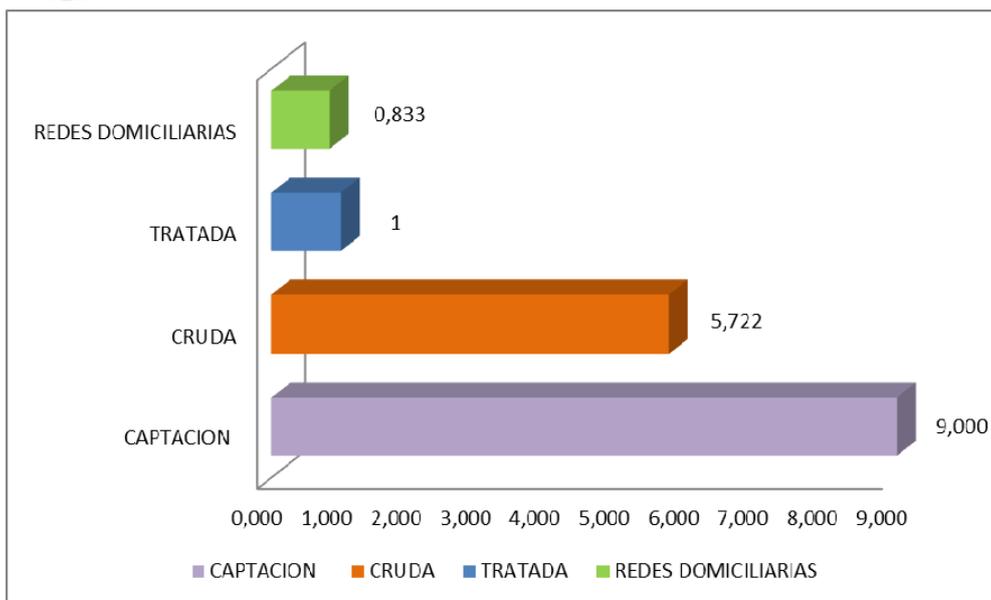


Gráfico 18. Grafico comparativo del crecimiento de mohos en agua captación – cruda- tratada – redes. Mediante este grafico comparativo se puede observar la disminución de mohos durante el proceso de tratamiento del agua

Cuadro 18. Cuadro comparativo del crecimiento de levaduras en los diferentes tipos de aguas analizados.

CUADRO COMPARATIVO DE LEVADURAS				
MEDIDA	CAPTACION	CRUDA	TRATAD A	REDES DOMICILIARIAS
MEDIA ARITMETICA	25,833	25,722	2,056	3
MEDIANA	25,5	23	0	2
MODA	#N/A	18	0	#N/A
DESVIACION ESTANDAR	7,305249254	9,060616	4,05074	2,978938414
VARIANZA	53,36666667	82,09477	16,4085	8,874074074
RANGO	21	35	12	7
MINIMO	15	12	0	0
MAXIMO	36	47	12	7
NIVEL DE CONFIANZA	95%	95%	95%	95%

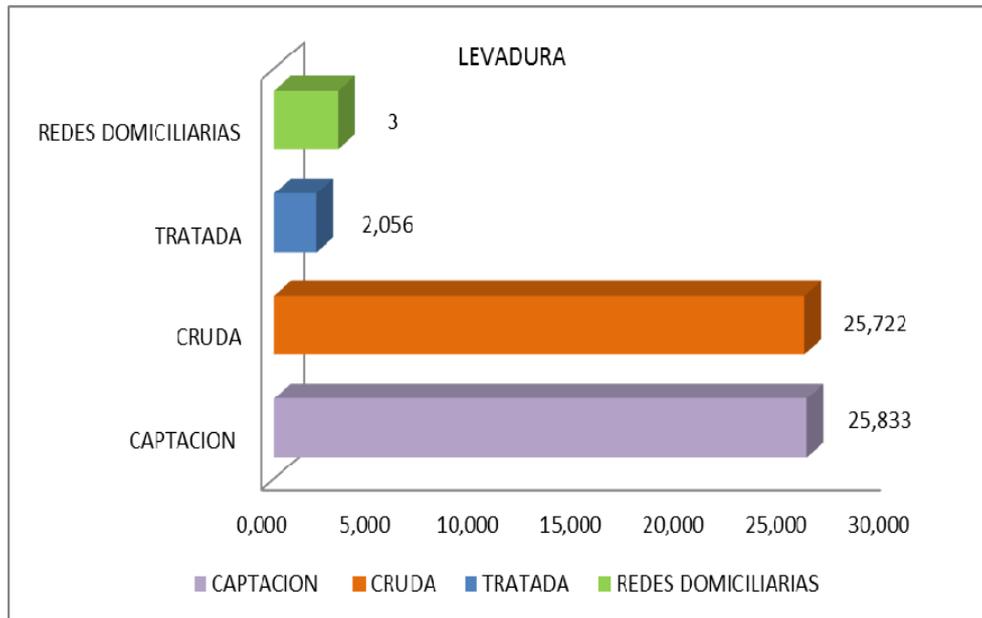


Gráfico 19. Cuadro comparativo del crecimiento de levaduras en agua captación – cruda- tratada- redes. Mediante este grafico comparativo se puede observar la disminución de levaduras durante el proceso de tratamiento del agua

5.3. IDENTIFICACIÓN TAXÓNOMICA

Gracias a los métodos anteriormente descritos, a partir del agua de la Planta de Tratamiento de Agua potable de la Parroquia Baños, se obtuvieron un total de 151 colonias de hongos a partir de los cultivos axenicos, los cuales corresponden a 7 géneros, cuya clasificación se basó en la observación de las colonias, características macroscópicas y microscópicas.

Para cada colonia identificada se muestran las características macroscópicas y microscópicas, el género y su respectiva foto macro y microscópica que corresponde a la descripción de cada especie.

5.3.1. HONGOS ASISLADOS DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA BAÑOS

5.3.1.1. *Aspergillus*

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Orden: Eurotiales

Familia: Trichomaceae

Características macroscópicas

Las colonias son aterciopeladas crece con un borde evidente, de color verde oscuro por la producción de conidios pigmentados. Reverso blanco a crema.

Características microscópicas

Las hifas son hialinas y tabicadas. Conidióforos cortos, las vesículas tienen forma de cúpula y está cubierta por fiálides desde las cuales salen largas cadenas de conidios globulosos con tendencia a mantenerse en manojos paralelos hacia el centro.



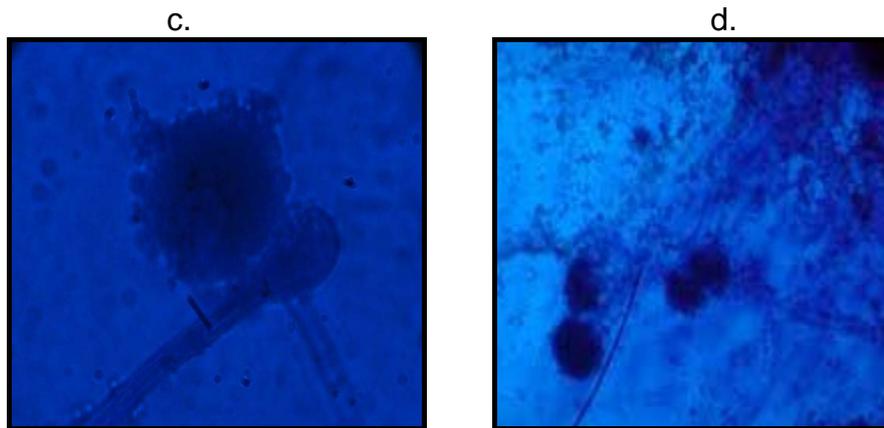


Figura 9: *Aspergillus fumigatus*

9a. *Aspergillus fumigatus* en medio Sabouraud. Anverso

9b. *Aspergillus fumigatus* en medio Sabouraud. Reverso

9c. *Aspergillus fumigatus*. Microscópicamente 40X

9d. *Aspergillus fumigatus*. Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

5.3.1.2. *Absidia*

Reino: Fungi

Phylum: Zygomycota

Clase: Zygomycetes

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Características macroscópicas

Las colonias son vellosas algodonosas, de color blancas. Crecimiento aéreo abundante compuesto de largos y cortos esporangióforos. Reverso incoloro.

Características microscópicas

Esporangios dentro de los cuales se observan esporas de tipo elipsoidal denominadas esporangiosporas. Cada esporangio esta sostenido por una extensión hifal denominada esporangióforos que son hialinos, de paredes lisas y que se originan internodalmente. Cada esporangioforos termina en una tumefacción globosa que se denomina columela que está encerrada dentro del esporangio y es de forma ovoide a elipsoidal

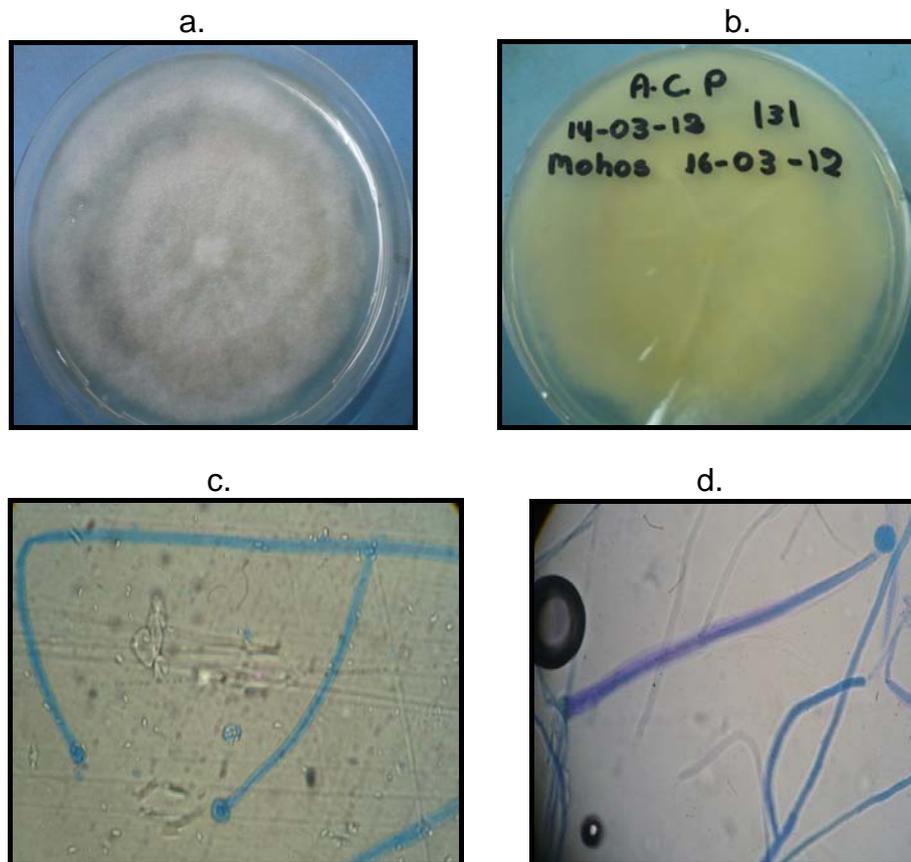


Figura 10: *Absidia sp.*

10a. *Absidia sp.* en medio Sabouraud. Anverso

10b. *Absidia sp.* en medio Sabouraud. Reverso

10c. *Absidia sp.* Microscópicamente 40X

10d. *Absidia sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras



5.3.1.3. *Circinella*

Reino: Fungi

Phylum: Zygomycota

Clase: Zygomycetes

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Características macroscópicas

Las colonias son vellosas algodonosas, de color inicialmente blancas pero cambian a amarillas. Crecimiento aéreo abundante compuesto de largos y cortos esporangióforos. Reverso amarillo.

Características microscópicas

Esporangios globosos dentro de los cuales se observan esporas de tipo elipsoidal color amarillo denominadas esporangiosporas. Cada esporangio esta sostenido por unas extensiones hifal denominada esporangióforos que son hialinas, de paredes lisas confinas incrustaciones y que se curvan sobre sí mismos. Cada esporangioforo termina en una tumefacción globosa que se denomina columela que está encerrada dentro del esporangio y es de forma ovoide a elipsoidal.

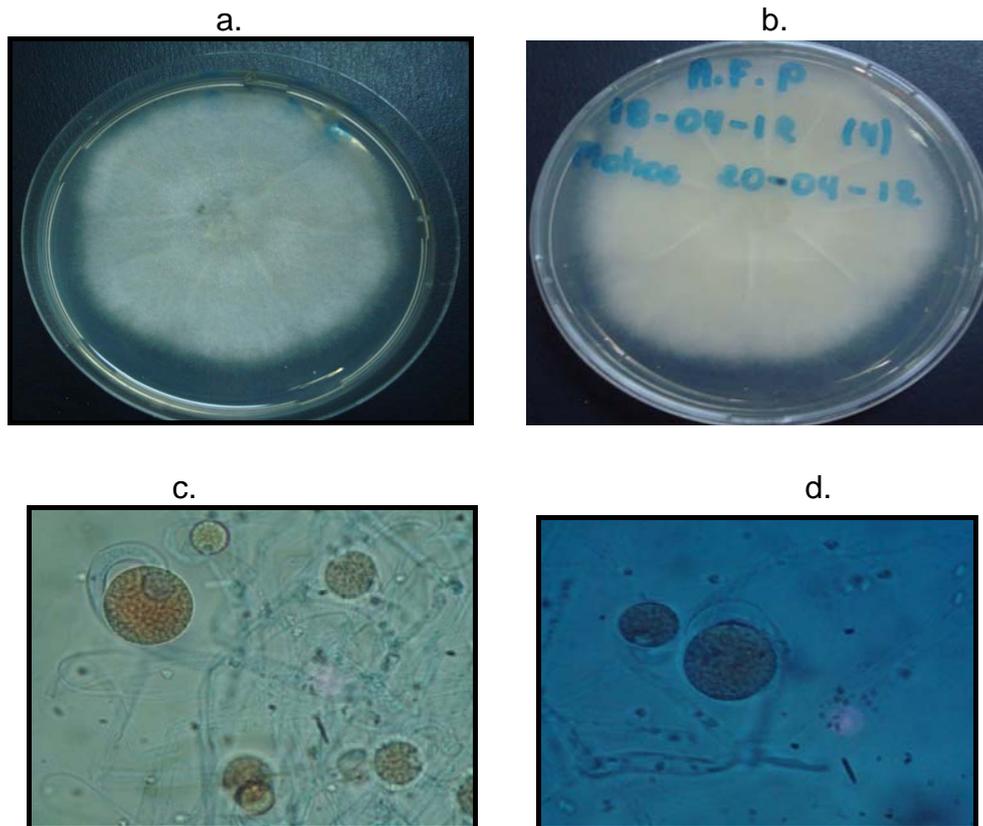


Figura 11: *Circinella sp.*

11a. *Circinella sp.* en medio Sabouraud. Anverso

11b. *Circinella sp.* en medio Sabouraud. Reverso

11c. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

11d. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

5.3.1.4. *Fusarium*

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Características macroscópicas

Las colonias son algodonosas aterciopeladas de color rojo- rosado.
Reverso color púrpura.

Características microscópicas

Conidióforos aceptados o con septos. Microconidios de 0 a 2 septos, se originan en las puntas de fiálides cortas, variables en forma y tamaño, ovales a cilíndricos. Macroconidios con 3 a 5 septos, con forma de hoz.

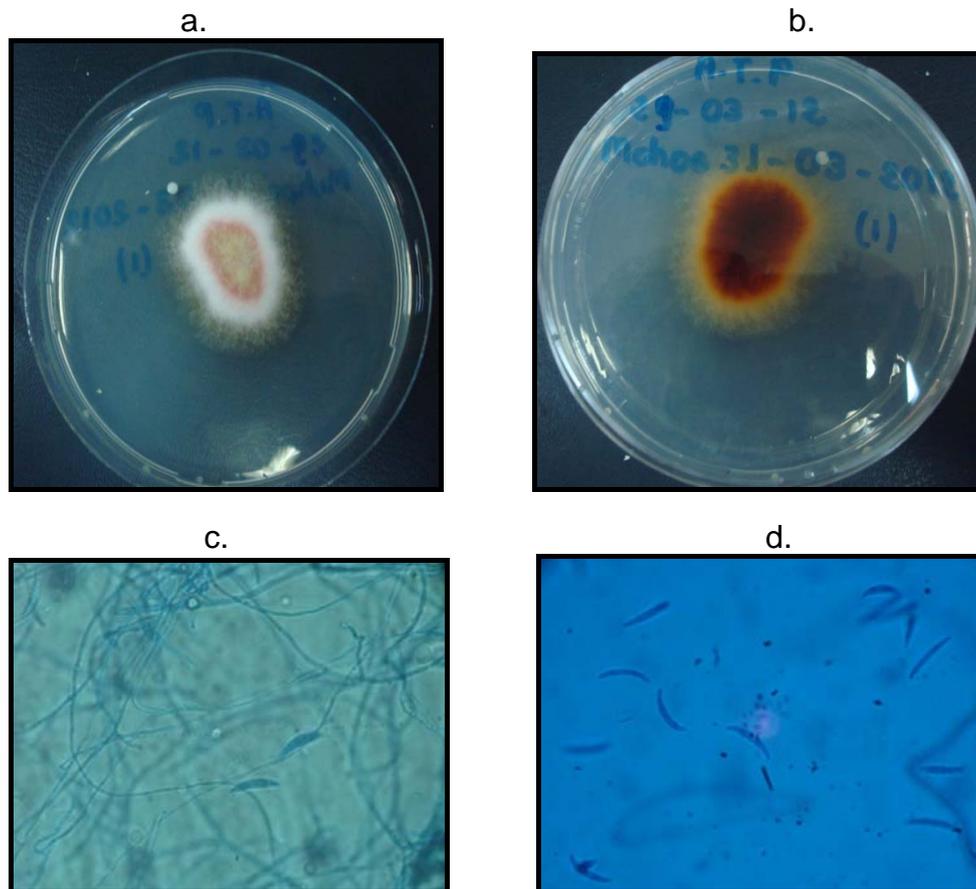


Figura 12: *Fusarium sp.*

12a. *Fusarium sp.* en medio Sabouraud. Anverso

12b. *Fusarium sp.* en medio Sabouraud. Reverso

12c. *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X

12d. *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

5.3.1.5. *Mucor*

Reino: Fungi

Phylum: Zygomycota

Clase: Zygomycetes

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Características macroscópicas

Las colonias son vellosas algodonosas, de color grisáceo. Crecimiento aéreo abundante compuesto de largos y cortos esporangióforos. Reverso incoloro.

Características microscópicas

Esporangios dentro de los cuales se observan esporas de tipo elipsoidal color gris verdoso denominadas esporangiosporas. Cada esporangio esta sostenido por una extensión hifal denominada esporangióforos que son hialinos, de paredes lisas confinas incrustaciones. Cada esporangioforo termina en una tumefacción globosa que se denomina columela que está encerrada dentro del esporangio y es de forma ovoide a elipsoidal.

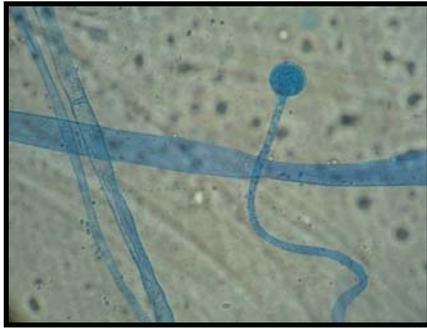
a.



b.



c.



d.

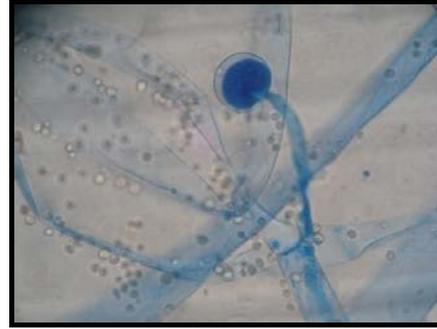


Figura 13: *Mucor sp.*

13a. *Mucor sp.* en medio Sabouraud. Anverso

13b. *Mucor sp.* en medio Sabouraud. Reverso

13c. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

13d. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

5.3.1.6. *Penicillium*

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Orden: Eurotiales

Familia: Trichomaceae

Características macroscópicas

Las colonias son aterciopeladas a pulverulentas de color verde oscuro y a menudo se forman pliegues radiales, Reverso incoloro a amarillo. Presenta exudación, pequeñas gotas incoloras.

Características microscópicas

Conidióforos cortos que semejan los dedos de una mano, de paredes lisas con largas cadenas de conidias esféricas columnares y uniseriadas. Se originan en fiálides generalmente, de color verde oscuro en masa, globosa a subglobulosos

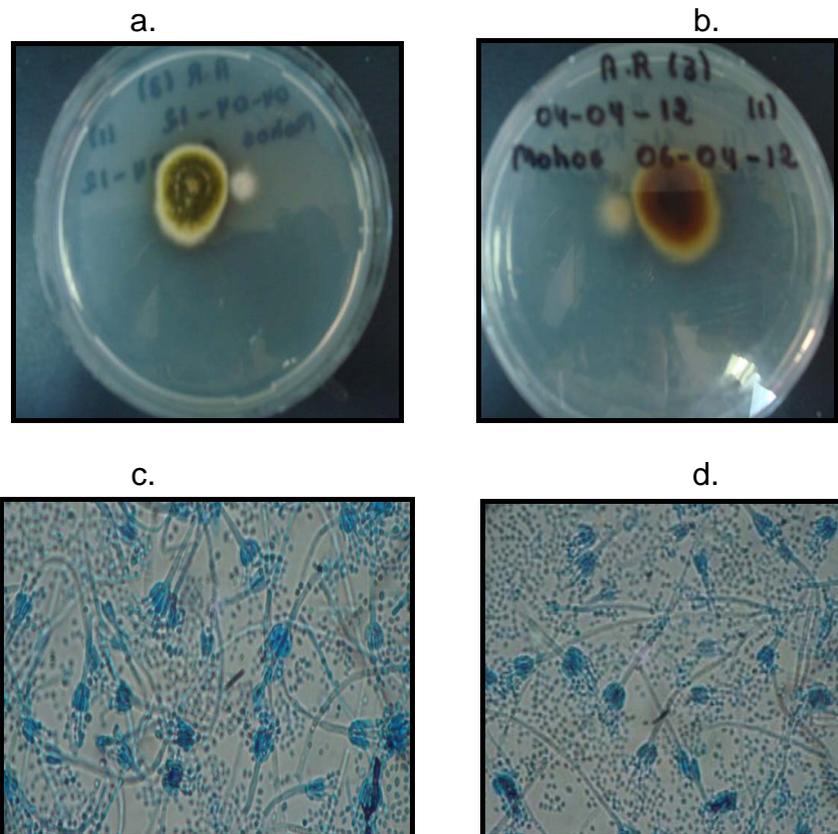


Figura 14: *Penicillium sp.*

14a. *Penicillium sp.* en medio Sabouraud. Anverso

14b. *Penicillium sp.* en medio Sabouraud. Reverso

14c. *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X

14d. *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

5.3.1.7. *Rhizopus*

Reino: Fungi

Phylum: Zygomycota

Clase: Zygomycetes

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Características macroscópicas

Las colonias son vellosas algodonosas, de color inicialmente blancas pero cambian a grisáceo. Crecimiento aéreo abundante compuesto de largos y cortos esporangióforos. Reverso incoloro.

Características microscópicas

Esporangios dentro de los cuales se observan esporas de tipo elipsoidal color gris verdoso denominadas esporangiosporas. Cada esporangio esta sostenido por una extensión hifal denominada esporangióforos que son hialinos, de paredes lisas confinas incrustaciones. Cada esporangiofora termina en una tumefacción globosa que se denomina columela que está encerrada dentro del esporangio y es de forma ovoide a elipsoidal. Se caracteriza por la presencia de raíces denominadas rizoides.

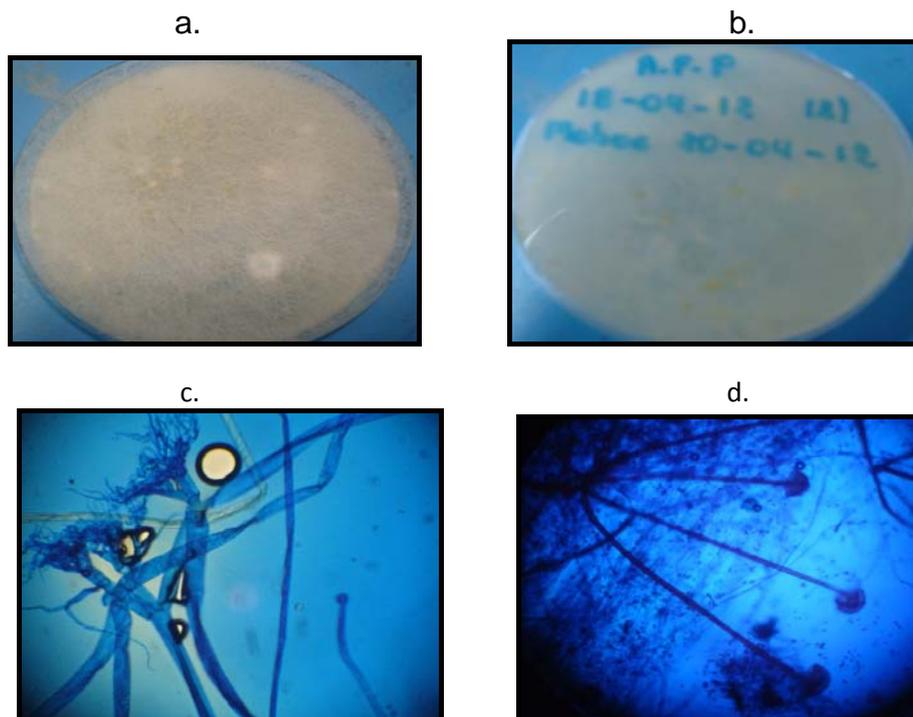


Figura 15: *Rhizopus sp.*

15a. *Rhizopus sp.* en medio Sabouraud. Anverso

15b. *Rhizopus sp.* en medio Sabouraud. Reverso

15c. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

15d. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras



Como se mencionó anteriormente, para la identificación de los microorganismos se utilizaron Claves taxonómicas ya que son un recurso de fácil acceso, siendo el estudio morfológico clave para la identificación del género.

Adicionalmente una de las cepas aisladas de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños, no se logró identificar, ya que no presentaba estructuras morfológicas definidas que permitirán su clasificación.

5.3.2. DIFERENCIACIÓN DE LEVADURAS PATÓGENAS Y NO PATÓGENAS

Para verificar si las levaduras son patógenas o no se realizó la prueba del tubo germinativo que se usa para observar el desarrollo o formación de hifas, blastoconidias y artrosporas y constituye una característica morfológica de gran importancia para la identificación de algunas especies de levaduras. La presencia de pseudohifas y blastoconidias, es útil para identificar si la levadura pertenece a alguna especie del género *Candida*.

Esta prueba sirve para identificar *C. albicans* que es la levadura patógena de máxima incidencia y la única que produce túbulos germinales.

OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA DE LEVADURAS

Hay que tener en cuenta el aspecto de las colonias de levaduras al crecer en los diferentes medios de cultivo. La mayoría de los organismos levaduriformes crecen fácilmente en un gran número de medios de cultivo usados rutinariamente en el laboratorio. Sin embargo, el agar glucosado de Sabouraud (SDA), es el medio de aislamiento por excelencia para la identificación de levaduras.



En el medio SDA las colonias de levaduras se presentaron:

- Colonias ligeramente abombadas, planas, de consistencia mucoide, lisas y rugosas, volviéndose más pastosas a medida que envejecían.
- Se observó colonias de color blancas, beige y también colonias de color rojo-anaranjado o naranja, de aspecto cremoso o rugoso, que son características de las especies del género *Rhodotorula*.

OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE LEVADURAS.

Ciertas características microscópicas son muy útiles para la identificación de algunas especies de levaduras.

Prueba del tubo germinal El tubo germinal es una extensión filamentosa de la levadura, sin estrechamiento en su origen cuyo ancho suele ser la mitad de la célula progenitora y su longitud tres o cuatro veces mayor que célula madre como se muestra en la figura 16c.

Sólo *C. albicans* es capaz de producir verdaderos tubos germinales; sin embargo, se pudo observar la formación de pseudohifas de aspecto similar a los tubos germinales pero con una zona de constricción característica adyacente a la célula madre (se sospecha *C. tropicalis*), como se observa en la figura 17c.

Al realizar el análisis se pudo determinar que ninguna de las colonias aisladas de levaduras produjo túbulos germinales, solamente se observó que estaban en gemación por lo tanto estas levaduras no son patógenas.

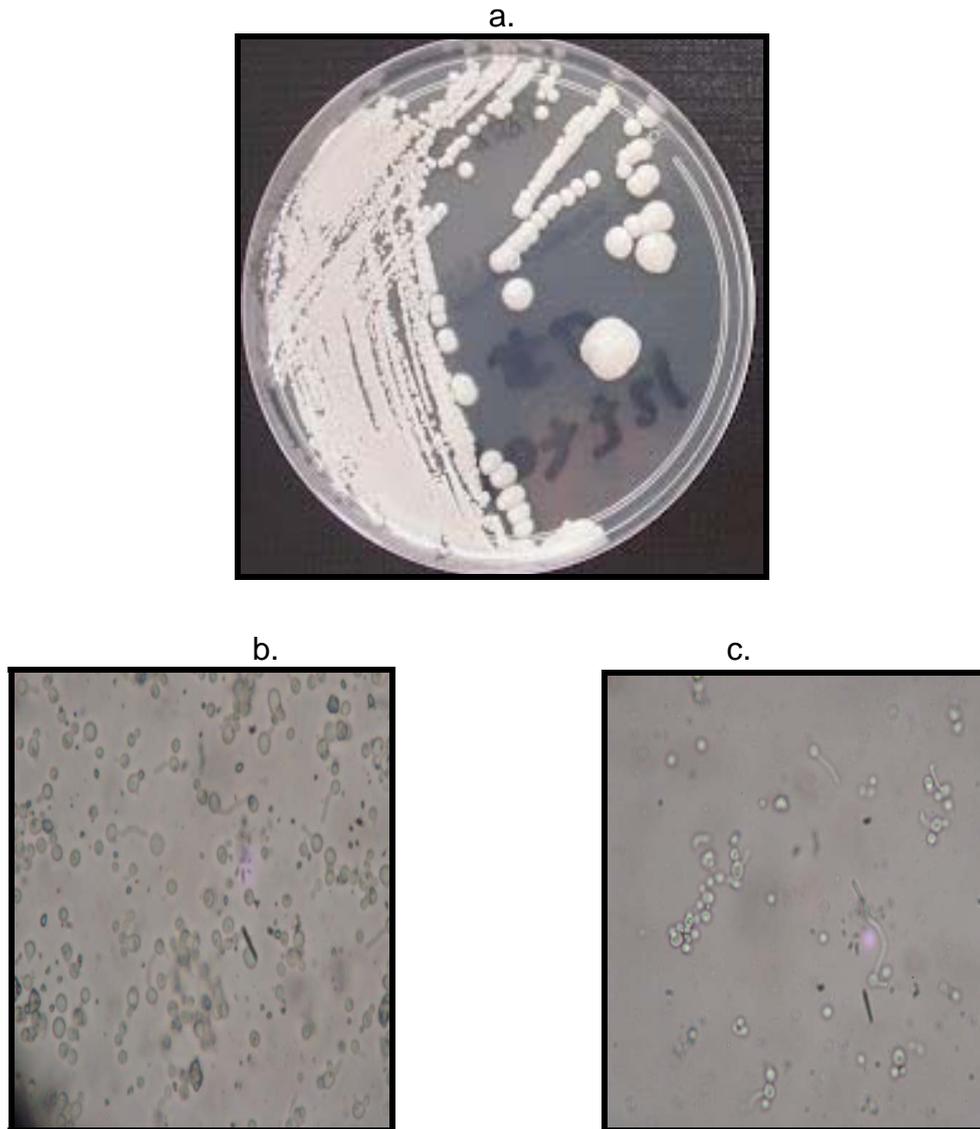


Figura 16: Levadura patógena.

16a. *Candida albicans* en medio Sabouraud. 24 horas de crecimiento.

16b. *Candida albicans*. Presencia de túbulos germinales
Microscópicamente 40X

16c. *Candida albicans*. Presencia de túbulos germinales
Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

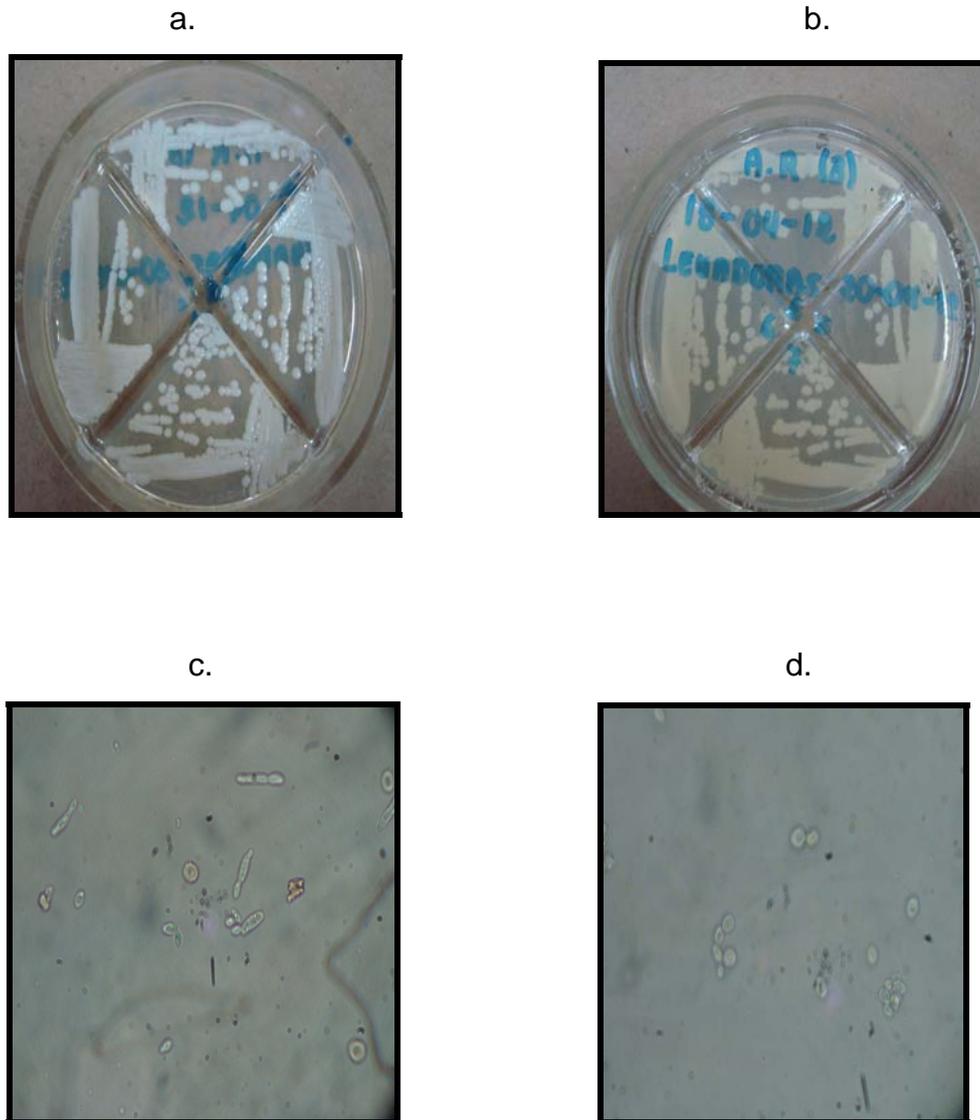


Figura 17: *Levaduras no patógenas.*

17a. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud. 24 horas de crecimiento. Anverso

17b. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud. 24 horas de crecimiento. Reverso

17c. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

17d. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras



DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Mediante la realización de la presente tesis, llevada a cabo en la Planta Potabilizadora de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia de Baños durante el periodo Marzo – Abril del 2012, luego del posterior análisis estadístico se pudo llegar a obtener las siguientes conclusiones:

1. Con los datos obtenidos por medio de este análisis podemos verificar la remoción de mohos y levaduras que están presentes tanto en el Agua de la Captación “Rio Minas” como en el Agua del Caudal de ingreso a la planta potabilizadora, reduciendo este a un valor menor a 20 UFC/100cm³ de muestra de agua, tanto en el Agua Tratada como en las Redes Domiciliarias, comprobando de esta manera la calidad de tratamiento que se brinda en esta Planta Potabilizadora. Con lo que se puede demostrar que sí se ajusta con la Norma Técnica Colombiana 813, indicada en la hipótesis planteada.
2. Los géneros de mayor incidencia en Agua de la Captación fueron *Mucor* y *Circinella* siendo el porcentaje de incidencia de 44% y 23% respectivamente.
3. Los géneros de mayor incidencia en Agua Cruda fueron *Mucor* y Hongo no Identificado, siendo el porcentaje de incidencia de 54% y 14% de incidencia respectivamente.



4. Los géneros de mayor incidencia en Agua Tratada fueron *Penicillium* y *Fusarium* siendo el porcentaje de incidencia de 50% y 20% respectivamente.
5. Los géneros de mayor incidencia en Agua de Red fueron *Penicillium* y *Mucor* siendo el porcentaje de incidencia de 45% y 30% respectivamente.
6. Géneros como *Aspergillus*, *Absidia*, *Rhizopus*, fueron aislados en menor proporción, indicando también que son habitantes propios del agua.
7. Los mohos identificados se les considera no patógenos por lo que se encuentra dentro del parámetro determinado por la Norma Técnica Colombiana.
8. Las levaduras identificadas se les considera no patógenas por lo que se encuentra dentro del parámetro determinado por la Norma Técnica Colombiana 813.

Con los resultados obtenidos se pudo llegar a la siguiente discusión:

El objetivo de este estudio fue determinar la presencia y frecuencia de las levaduras y hongos filamentosos en agua de la captación- cruda- tratada- y redes para demostrar la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución de Agua Potable de la parroquia Baños.

En un estudio noruego, con el método de filtración de membrana utilizando 100 ml de agua, se obtuvo que el 60% de muestras analizadas fueron positivas para *Penicillium* spp.,

En un estudio en Austria, utilizando el mismo método, se



obtuvo que de las 38 muestras analizadas el 74,% corresponde a *Cladosporium* spp., siendo *Penicilium* el tercer hongo con mayor incidencia con un 48,7%, habiéndose encontrado también especies como *Aspergillus* con un 15,4 %, *Fusarium* con un 2,6%, entre otros. Concluyéndose en el mismo que el agua potable puede ser un reservorio para los hongos, entre ellos los oportunistas, que pueden causar infecciones en pacientes inmunodeprimidos.

En este trabajo se aislaron 7 especies diferentes de hongos de los cuales en el agua de redes se obtuvo *Penicillium* spp con un 45%, esto se correlaciona con los datos obtenidos en otros estudios. Como en Noruega en donde se obtiene un 60% de *Penicillium* spp, en Austria un 48,7% de *Penicillium* spp, en Brasil un 55% del mismo. Siendo este capaz de causar la enfermedad alérgica y otros síndromes de hipersensibilidad como asma eosinofílica o micótica y sinusitis.

Nuestro estudio también muestra que los valores en agua tratada se encuentran un poco elevados con respecto al agua de las redes debido a que en los tanques de agua donde se almacena la misma las paredes permanecen húmedas con el riesgo de desarrollar biopelículas. lo que crea las condiciones óptimas para el crecimiento de hongos y levaduras de manera que los hongos pueden crecer en una cantidad tal que puedan afectar la salud del consumidor. Hecho que concuerda con el estudio realizado en Austria.

Los hongos oportunistas como *Aspergillus* spp. o *Fusarium* spp., en concentraciones tan bajas como las observadas en este estudio, es poco probable que puedan causar infecciones fúngicas en las personas sanas. Sin embargo, los



hospitales, debido al número cada vez mayor de pacientes inmunodeprimidos es muy probable que puedan tener efectos nocivos. Existen varios informes relacionados con el agua como fuente de infecciones.

Recapitulando, se puede decir que el agua potable también pueden representar un riesgo potencial para las infecciones fúngicas, pero la concentración crítica para las personas no se conoce hasta ahora. Por lo tanto, las investigaciones de rutina micológicas deben hacerse en hospitales o en las instituciones donde los individuos inmunodeprimidos son tratados. Además, tiene que tenerse en cuenta que los hongos en el agua potable pueden multiplicarse durante el procedimiento de producción de alimentos, que puede conducir a un riesgo para la salud para el consumidor.

Además, estos resultados podrían contribuir a la re-evaluación de los criterios utilizados para analizar la calidad microbiana del agua potable ya que las levaduras y hongos filamentosos se han detectado en las muestras, en la que, coliformes totales y fecales no fueron detectados.

RECOMENDACIONES

1. El método de identificación por medio de la Técnica de la Cinta Scotch, fue el método que permitió mejor visibilidad de las estructuras microscópicas de los mohos facilitando su identificación.
2. Se puede observar la disminución de los mohos y levaduras en los diferentes tipos de agua durante el proceso de potabilización del agua, ya que los mismos



quedan atrapados en los flóculos durante dicho proceso. Además estos se eliminan por el cuidado y lavado que se da a los filtros cada semana para obtener resultados idóneos de calidad. Por lo que se recomienda un lavado permanente de los mismos con amonio cuaternario que destruye estos microorganismos.

3. Debido a que los mohos y levaduras encontrados son saprófitos oportunistas y sus toxinas como las aflatoxinas afectan fundamentalmente a pacientes inmunodeprimidos, esta determinación se debería realizar en el agua potable, sobre todo en hospitales y centros de atención a pacientes inmunodeprimidos.



BIBLIOGRAFÍA

1. **TENESACA Rodrigo.** “Obtención de la Curva de Calibración para la dosificación del Coagulante y Determinación de los Parámetros de Operaciones de la Planta de Agua Potable de la Parroquia Baños”. Universidad de Cuenca: Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química, 2007.
2. **JUNTA PARROQUIAL DE BAÑOS.** Junta administradora de Agua de la Parroquia Baños (En línea) 2009. (Citado el 22 de Marzo del 2012.) [http:// www.juntabanos.org.com](http://www.juntabanos.org.com)
3. **OPS, Organización Panamericana de la Salud.** “Guía para la calidad del Agua Potable: Control de la Calidad del Agua Potable en Sistema de Abastecimiento para pequeñas comunidades”. Editorial Washington, 1988.
4. **ARBOLEDA VALENCIA Jorge,** “Teoría y Práctica de la Purificación del Agua”. Tomo I. Tercera edición. Colombia. 200. Editorial: Mc Graw Hill.
5. **KEMMER, Frank, McCALLION Jhon.** “Manual del Agua / Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones”. México 1982 Editorial: McGraw – Hill.
6. **Perú, Gobierno Regional de Tacna -.** Proyecto Especial Tacna. “Centinelas del Agua”. (En línea) 200, (Citado el: 27 de Marzo del 2012.) <http://www.pet.gob.pe/EDUCAAGUA.aspx>



7. **BARRENECHEA, Adan.** “Aspectos Fisicoquimicos de la Calidad del Agua”. Revista de la OPS – Cepsis. (Citado el 29 de Marzo del 2011). <http://www.cepsis.ops-oms.org/busatr/fulltex/tratamiento/manual/tomo/uno.pdf.Tomo>.
8. **Calidad del Agua y Normatividad del Agua para Consumo Humano.** “Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano”. CIDECALLI, Febrero de 2006. (Citado el: 15 de Junio de 2011.) <http://www.pnuma.org/reclnat/esp/documentos/cap5pdf>.
9. **Secretaria Distral de Salude de Bogota** “Calidad de Agua para Consumo Humano”. (En línea) 2008 (Citado el: 17 de Junio de 2011.) <http://190.25230.149:8080/dspace/bistream/123456789/476/1calidad%20agua%20para%20%cosumo%20human.pdf>
10. **ARIAS Edna, Piñeros Paola** “ Aislamiento e Identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de Guasca y Cruz Verde. Pontificia Universidad Javeriana: Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial, Bogotá 2008
11. **BAILEY Y SCOTT.** “ Diagnostico Microbiológico” 12^{ava} Edición. Argentina 2009. Editorial: Panamericana
12. **LETTERMAN, Raymond.** “Calidad y Tratamiento del Agua” Manual de Suministros de Agua Comunitaria. Quinta Edición. España 2002. Editorial Mc Graw Hill



13. **AYANEGUI Salvador.** "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". México 1993. Editorial Limusa.
14. Normativa de Control de Analisis de Agua. "Criterios Generales para el Control de Calidad de Resultados Analíticos" (En línea) Mexico 2001 (Citado el: 5 de Abril del 2012.)
<http://www.conagua.gob.mx/CONAAGUA07/noticias/NMX-A-A-115-SCFI-2001.pdf>
15. **MILLIPORE Company.** "Manual de Procedimientos para el Análisis Microbiológico" USA: s.n., Edición 2000.
16. **NORMA INEN 1105.** Aguas Muestreo para Examen Microbiológico 2010.
17. **KONEMAN, Roberts.** "Micología" Práctica de Laboratorio. Tercera edición, Argentina 1987. Editorial Panamericana.
18. **ARENAS, Roberto,** "Micología Medica Ilustrada" Tercera Edición. Colombia 2002. Editorial Mc Graw Hill
19. **CALDAS ARIAS, Liliana,** "Tincion de Gram" Universidad del Cauca. Colombia. (Citado 2 de Mayo del 2012. Disponible en <http://www.facultadsalud.unicauca.edu.co/Documentos2010/Dpt oMedInt/ Tincion de Gram. pdf>.



ANEXOS



**NORMA TECNICA ECUATORIANA PARA EL AGUA POTABLE.
2011**

INEN

**INSTITUTO ECUATORIANO DE
NORMALIZACIÓN**

Quito-Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 108: 2011

Cuarta revisión

AGUA POTABLE. REQUISITOS

Primera Edición

DRINKING WATER. REQUIREMENTS

First Edition

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.



Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1 108: 2011 Cuarta revisión 2011-06
--	--	---

1. OBJETIVO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 Agua potable. Es el agua cuyas características físicas, químicas, y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

3.1.2 Agua cruda. Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

3.1.3 Límite máximo permitido. Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

3.1.4 UFC/ml. Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.



3.1.5 NMP. Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

3.1.6 mg/l (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.1.7 Microorganismo patógeno. Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

3.1.8 Plaguicidas. Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repelar o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

3.1.9 Desinfección. Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

3.1.10 Subproductos de desinfección. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua especialmente en presencia de sustancias húmicas.

3.1.11 Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

3.1.12 Sistemas de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

3.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acomodada domiciliaria.



4.DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable se acogerán al reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establece a continuación.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características Físicas		
Color	Unidades de color verdadero (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, B	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cinuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05



Flúor, F	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Molibdeno, Mo	mg/l	0,07
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α	Bq/l	0,1
Radiación total β	Bq/l	1,0
Selenio, Se	m /l	0,01

*Cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP)		
Benzo(a)pireno	mg/l	0,007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02



1,2 dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
1,2 dicloroetano	mg/l	0,05
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrin	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1-2 Dibromoetano	mg/l	0,0004
1-4Dioxano	mg/l	0,05
Ácido Nitrilotriacético	mg/l	0,2



Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoproturon	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalin	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alachlor	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Cloropyrifos	mg/l	0,03
DDT y metabollitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbitlazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002

Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloroamina,	mg/l	3



Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Bromodiclorometano	mg/l	0,06
Cloroformo	mg/l	0,3
Ácido tricloroacético	mg/l	0,2

Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microsistina-LR	mg/l	0,001

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

Requisitos microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales ⁽¹⁾	
- Tubos múltiples NMP/100 cm ³	< 1,1*
- Filtración por membrana UFC/100ml	< 1**
<i>Cryptosporidium</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia Lamblia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia

* < 1.1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ o 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo

** < 1 significa que no se observan colonias

(1) (Ver anexo 1), para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida.



6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición o equivalentes. En caso de que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

(Continúa)



ANEXO 1.
(INFORMATIVO)

Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

POBLACIÓN	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5000	12
5000 – 100000	12 POR CADA 5000 PERSONAS
> 100000 – 500000	120 MÁS 12 POR CADA 10000 PERSONAS
>500000	180 MÁS 12 POR CADA 100000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 3ra. Ed. (incluido el 1er Adendum) 2006; Capítulo 4 numeral 4.3.5 tabla 4.5

(Continúa)



APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Métodos Normalizados para el Agua potable y residual (Standard Methods) en su última edición.

Publicado por la APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation)

Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimento Procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro oficial 696 de 4 Noviembre del 2002.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality* First Addendum to Third Edition Volumen 1 Recommendations. World Health Organization, 2006.



ANEXO 2

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PARA EL AGUA POTABLE 813.

REQUISITOS PARA EL AGUA POTABLE DE LA NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC 813 Segunda Revisión)

AGUA

AGUA POTABLE

1.- OBJETIVO

1. Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable.
- 1.2. Esta norma también se aplica al agua potable proveniente de cualquier sistema de abastecimiento.

2. DEFINICIONES

Para efectos de esta norma se establecen las siguientes:

2. 1. Agua Potable: aquella apta para el consumo humano y que cumple con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la norma.
2. 2. Contaminación: alteración de características físicas, química o biológicas del agua, resultante de la incorporación a la misma de productos o residuos que ocasionen o puedan ocasionar molestias directas o indirectas, enfermedades y aún la muerte de seres vivos.
2. 3. Residuos: sobrantes líquidos, sólidos, gaseosos y distintas formas de energía, provenientes de la actividad humana en general.
2. 4. Porción Normal: en análisis microbiológico, la compuesta de 10 cm³ o de 100 cm³ de agua.
2. 5. Muestra normal: en análisis microbiológico, la que está constituida por 5 porciones normales iguales.
2. 6. Grupo coliforme: conjunto de todos los microorganismos aerobios o anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporógenos, que fermentan la lactosa con formación de gas, en un periodo de 48 horas entre 35°C y 37°C.
2. 7. Índice coliforme: cantidad estimada de microorganismos del grupo coliforme presente en 100 cm³ de agua. Sus resultados se



expresan en términos de número más probable (NMP) para el caso de la colimetría por dilución (técnica de tubos múltiples) y por el número de colonias en el caso de la membrana filtrante.

2. 8. Unidad formadora de colonias (U.F.C.): grupo de microorganismos de la misma especie.

2. 9. Recuento de microorganismos mesófilos: el indicador más amplio que incluye todos los géneros aerobios y facultativos que crecen en medios simples a una temperatura entre 20°C y 45°C.

3.- REQUISITOS

3. 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El agua potable deberá cumplir con los requisitos físicos indicados en la siguiente tabla

Requisitos	Valor
Color, expresado en unidades de la escala Pt-Co, máx	15
Olor y sabor	Inobjetable
Turbiedad, expresadas en unidades nefelométricas de turbiedad UNT, máx	2
Sólidos totales, expresados en mg/dm ³ , máx	200

3. 2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

3. 2. 1. Al agua potable se le permitirán las concentraciones de elementos y sustancias químicas Indicadas en la siguiente tabla:



3. 2. 2. El agua potable deberá tener mínimo $0,2 \text{ mg/dm}^3$ y un máximo de $1,0 \text{ mg/dm}^3$ de cloro residual libre en la red, expresado como cloro (Cl_2) y el cloro total deberá tener como máximo una concentración de $1,2 \text{ mg/dm}^3$.

3. 2. 3. El agua potable deberá tener un intervalo de pH 6,5 a 9,0

3.3. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

3.3.1 De todas las muestras examinadas en un mes, máximo el 10% podrán mostrar presencia del grupo coliforme confirmado independiente de la serie utilizada.

3.3.1.1 No deberá presentarse el grupo coliforme confirmado en los siguientes casos:

- d) En dos muestras consecutivas.
- e) En más de una muestra mensual, cuando en el mismo lapso se examinen menos de veinte (20) muestras.
- f) En más del 5% de las muestras, cuando mensualmente se examinen (20) o más muestras.

3.3.1.2 En caso de que el número de colonias obtenidas exceda los valores observados anteriormente, de inmediato deberán tomarse muestras diariamente en el mismo punto de recolección inicial hasta obtener resultados negativos en dos (2) muestras consecutivas.

3.3.2 Conteo de placa. Se efectuara a 35°C y durante 48h. Se permitirá un máximo de 100 colonias por cm^3 .

3.3.3. Independientemente del método de análisis realizado, ninguna muestra de agua potable debe contener escherichia-coli en 100cm^3 de agua.

3.3.4 El 10% de las muestras analizadas en un mes, para el grupo



coliforme, deberán ser complementadas, con las pruebas para el grupo enterococo:

3.3.4.1 No deberá presentarse el grupo enterococo confirmado en los siguientes casos:

En dos muestras consecutivas.

En más de una muestra mensual cuando en el mismo lapso se examinen menos de veinte (20) muestras.

En más del 5% de las muestras cuando mensualmente se examinen veinte (20) o más muestras.

3.3.4.2 Cuando en una muestra normal aislada se presente el grupo enterococo confirmado, de inmediato, deberán tomarse muestras diariamente, en el mismo punto de recolección inicial para análisis, hasta que los resultados de los dos (2) muestras consecutivas indiquen ausencia del grupo enterococo.

3.3.4.3 Los resultados deberán registrarse con indicación de la fase hasta la cual se desarrolló la prueba, bien sea presuntiva, confirmativa o completa.

Se anotara, además el número de tubos positivos encontrados, según la serie utilizada.

3.3.4.4 Independientemente del método de análisis realizado, ninguna muestra de agua debe contener estreptococos fecales en 100 cm³ de agua.

3. 3. 5 Ninguna muestra de agua potable de las examinadas mensualmente, deberán presentar quistes de amiba ni de *Giardia lamblia*.

3. 3. 6. De las muestras de agua potable analizadas mensualmente ninguna podrá presentar *Legionella*.

3. 3. 7. El recuento de hongos y levaduras se efectuará a 20 °C



durante 48 h a 72 h de incubación.

3. 3. 8. El número de colonias producido por los hongos o levaduras no deberá exceder de:

1 colonia (U.F.C.) en 5 cm³

10 colonias (U.F.C.) en 50 cm³

20 colonias (U.F.C.) en 100 cm³ 3. 3. 9. Independiente del método de análisis realizado ninguna muestra deberá contener hongos o levaduras patógenas.

3. 3. 10. Cuando en una muestra normal se aísle algún hongo o levadura patógena se deberán tomar muestra diariamente, en el mismo punto de recolección inicial para análisis, hasta que los resultados de dos muestras consecutivas indiquen ausencia del microorganismo.



ANEXO 3

CUADRO DE RESUMEN DEL MUESTREO

LUGAR DE LA TOMA DE LA MUESTRA	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
CAPTACIÓN "RÍO MINAS"	6
AGUA QUE INGRESA A LA PLANTA POTABILIZADORA "AGUA CRUDA"	18
AGUA TRATADA	18
AGUA DE REDES	
Hostería Durán	1
Piedra de Agua	1
Bañeros Rodas	1
Agapantos	1
Los Álamos	1
Colegio Espíritu de Sabiduría	1
Colegio Manuel Córdova	1
Sector la Calera	1
Unión Alta	1
Narancay	1
Arenal Alto	1
Misicata	1
Guadalupano Alto	1
Centro Parroquial	1
Huizhil	1
San José	1
Paraíso	1
Unión Baja	1
NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS	60

ANEXO 4

FOTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE



Ilustración 1. Captación "Río Minas"
Fuente: autoras



Ilustración 2. Compuerta de ingreso al canal.
Fuente: autoras



Ilustración 3. Canal
Fuente: autoras



Ilustración 4. Caudal de ingreso a la Planta
Fuente: autoras



Ilustración 5. Floculadores.
Fuente: autoras



Ilustración 6. Sedimentadores
Fuente: autoras



Ilustración 7. Filtros.
Fuente: autoras



Ilustración 8. Dosificador de cloro
Fuente: autoras



Ilustración 9. Tanque de almacenamiento.
Fuente: autoras



Ilustración 10. Preparación de polímero
Fuente: autoras



Ilustración 11. Preparación de sulfato de aluminio.
Fuente: autoras

ANEXO 5

REACTIVOS QUE SE UTILIZAN PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA



Ilustración 12. Sulfato de aluminio TIPO A
Fuente: autoras



Ilustración 13. Polímero
Fuente: autoras



Ilustración 14. Regulante de pH
lavar los filtros
Fuente: autoras



Ilustración 15. Desinfectante usado para
Fuente: autoras

ANEXO 6

MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS



Ilustración 16. Frascos para recolectar las muestras

Fuente: autoras

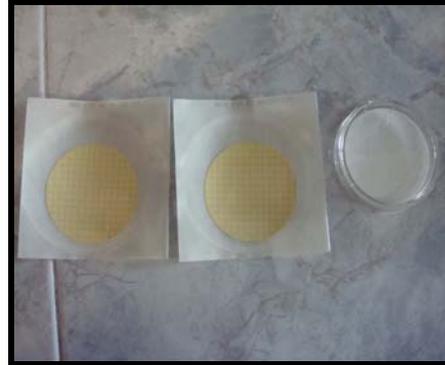


Ilustración 17. Placa Petripad Millipore y Membrana S-Pak

Fuente: autoras



Ilustración 18. Medio de cultivo marca MILLIPORE para el Método de Filtración por Membrana

Fuente: autoras



Ilustración 19. Presentación del medio de cultivo

Fuente: autoras



Ilustración 20. Equipo de Filtración por Membrana

Fuente: Autoras



ANEXO 7

MEDIOS DE CULTIVO

MEDIO DE CULTIVO M-GREEN YEAST AND MOLD

Composición	g/l
Polypeptone peptone	10g
Extracto de levaduras	9g
Cerelose, Dextrosa	50g
Sulfato de magnesio	2,1g
Fosfato de Potasio	2,0g
Diastose	0,05g
Thiamine	0,05g
Bromocresol	0,026g

AGAR SABOURAUD

Composición	g/l
Peptona	10
Glucosa	40
Agar	20
Agua Destilada	1000

pH 6,0

El medio es utilizado para la caracterización de mohos y levaduras.



ANEXO 8

TINCIÓN CON AZUL DE LACTOFENOL

TINCIONES

Se utilizan colorantes para teñir las células y aumentar su contraste, de modo que se puedan observar con facilidad en el microscopio de campo claro. Para poder observar la estructura de los hongos filamentosos se utilizó la tinción de Azul de Lactofenol

TINCIÓN CON AZUL DE LACTOFENOL

Composición	g/ml
Cristales de Fenol	20
Azul de algodón	0,05
Ácido láctico	20
Glicerol	40
Agua destilada	20

Agregue el ácido láctico y el glicerol al agua, mezcle fuertemente. Adicione los cristales de fenol y agite. Caliente suavemente con agitación constante. Finalmente agregue azul de algodón y mezcle fuertemente.

ANEXO 9

CULTIVO DE LA MEMBRANA FILTANTE

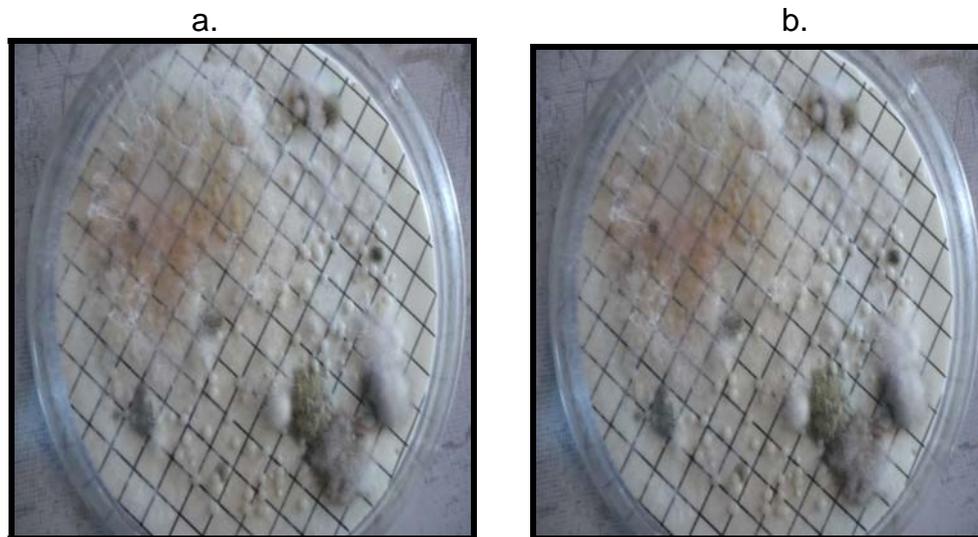


Ilustración 21. Agua de la captación

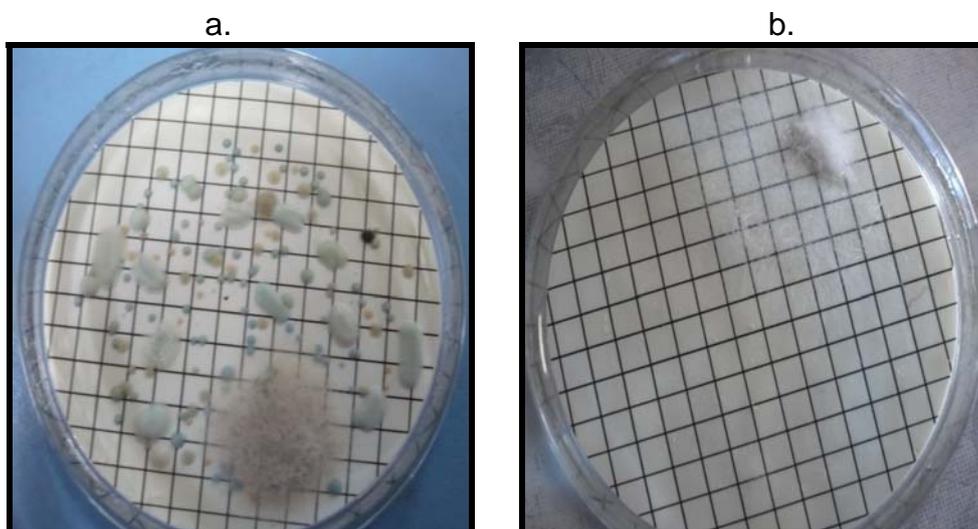


Ilustración 22. Agua cruda de la planta

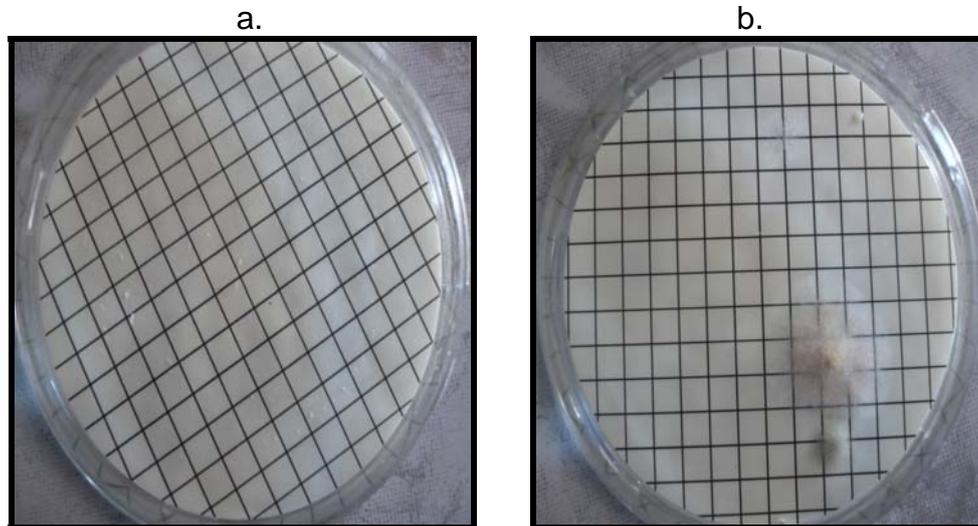


Ilustración 23. Agua tratada

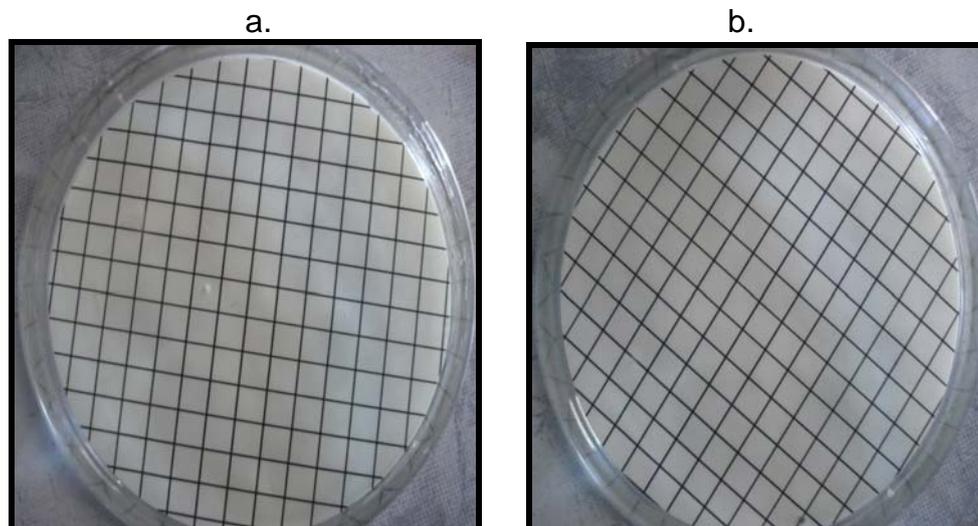


Ilustración 24. Agua de redes

ANEXO 10

FOTOS DE HONGOS IDENTIFICADOS

Aspergillus Fumigatus

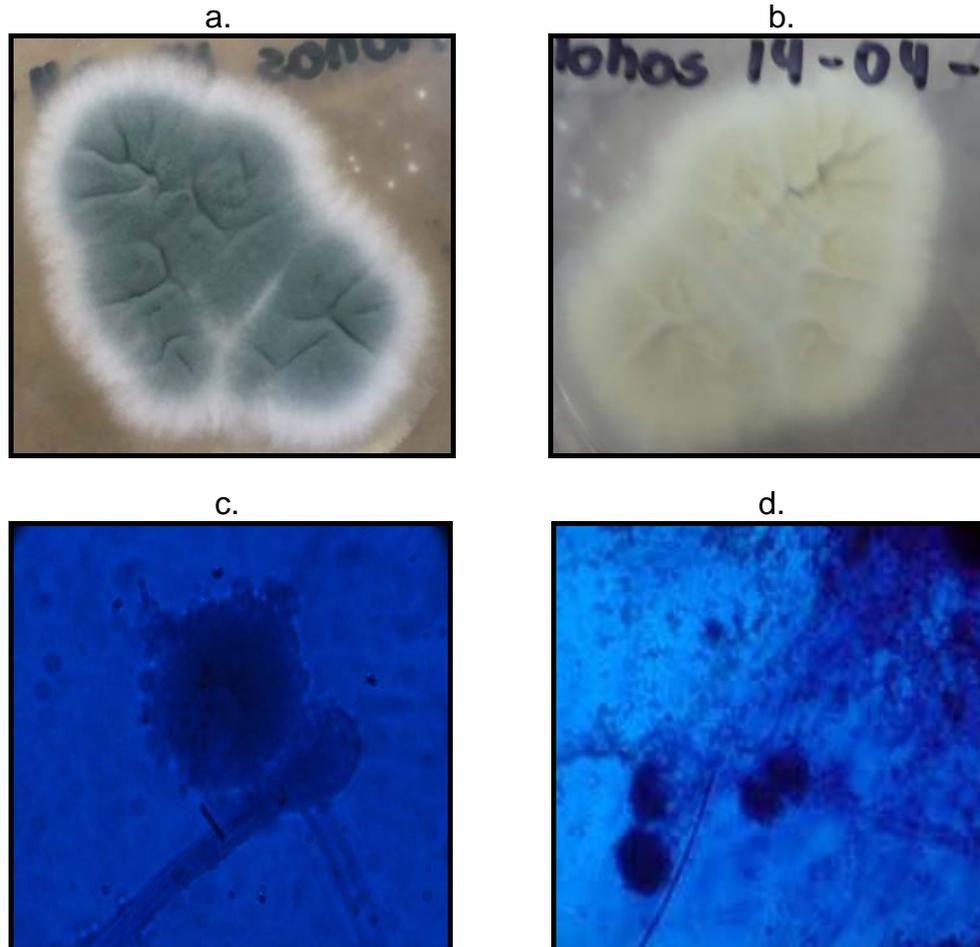


Figura 18: *Aspergillus fumigatus*

18a. *Aspergillus fumigatus* en medio Sabouraud. Anverso

18b. *Aspergillus fumigatus* en medio Sabouraud. Reverso

18c. *Aspergillus fumigatus*. Microscópicamente 40X

18d. *Aspergillus fumigatus*. Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

***Absidia* sp.**

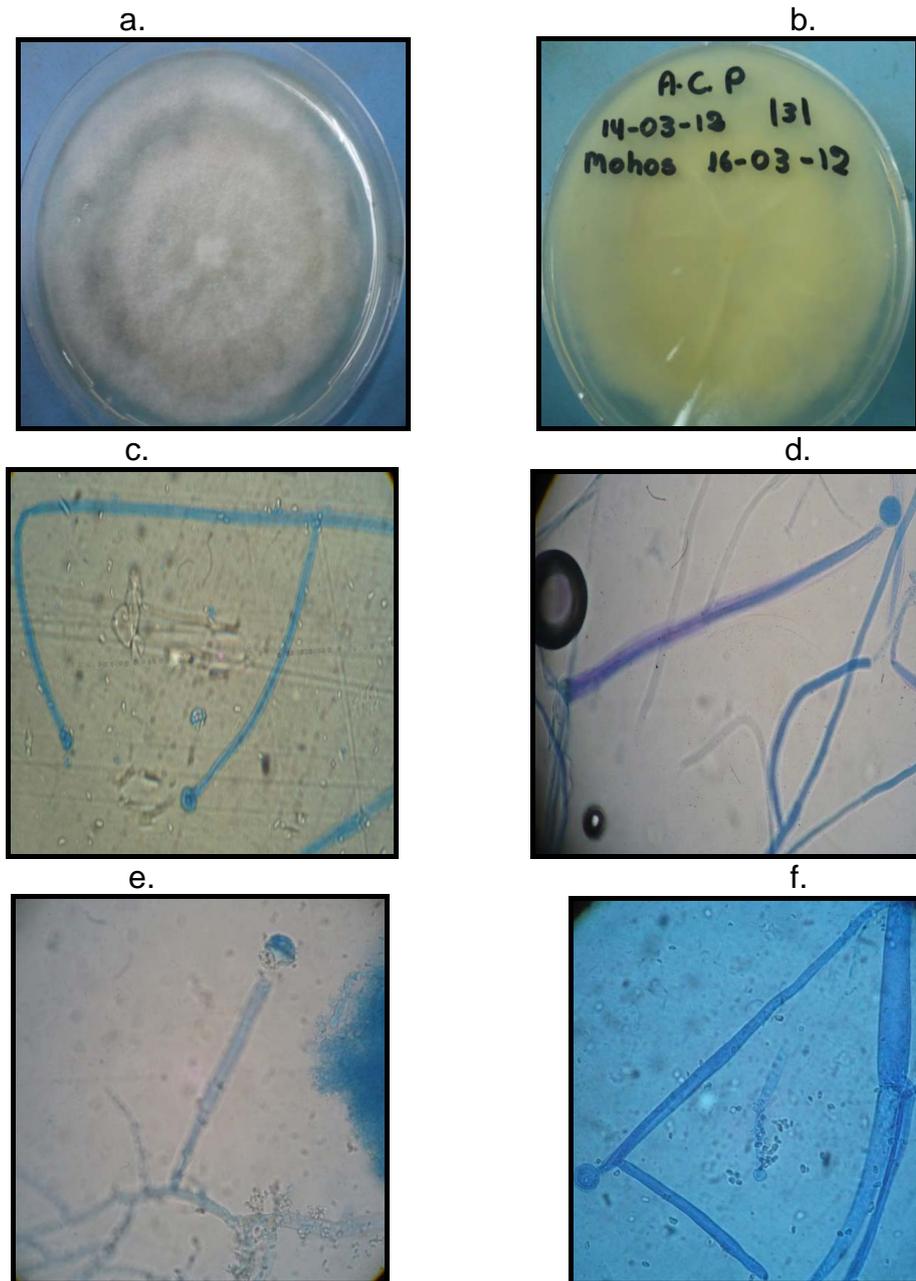


Figura 19: *Absidia* sp.

19a. *Absidia* sp. en medio Sabouraud.. Anverso

19b. *Absidia* sp. en medio Sabouraud.. Reverso

19c. *Absidia* sp. Microscópicamente 40X

19d. *Absidia* sp. Microscópicamente 40X

19e. *Absidia* sp. Microscópicamente 40X

19f. *Absidia* sp. Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

Circinella sp.

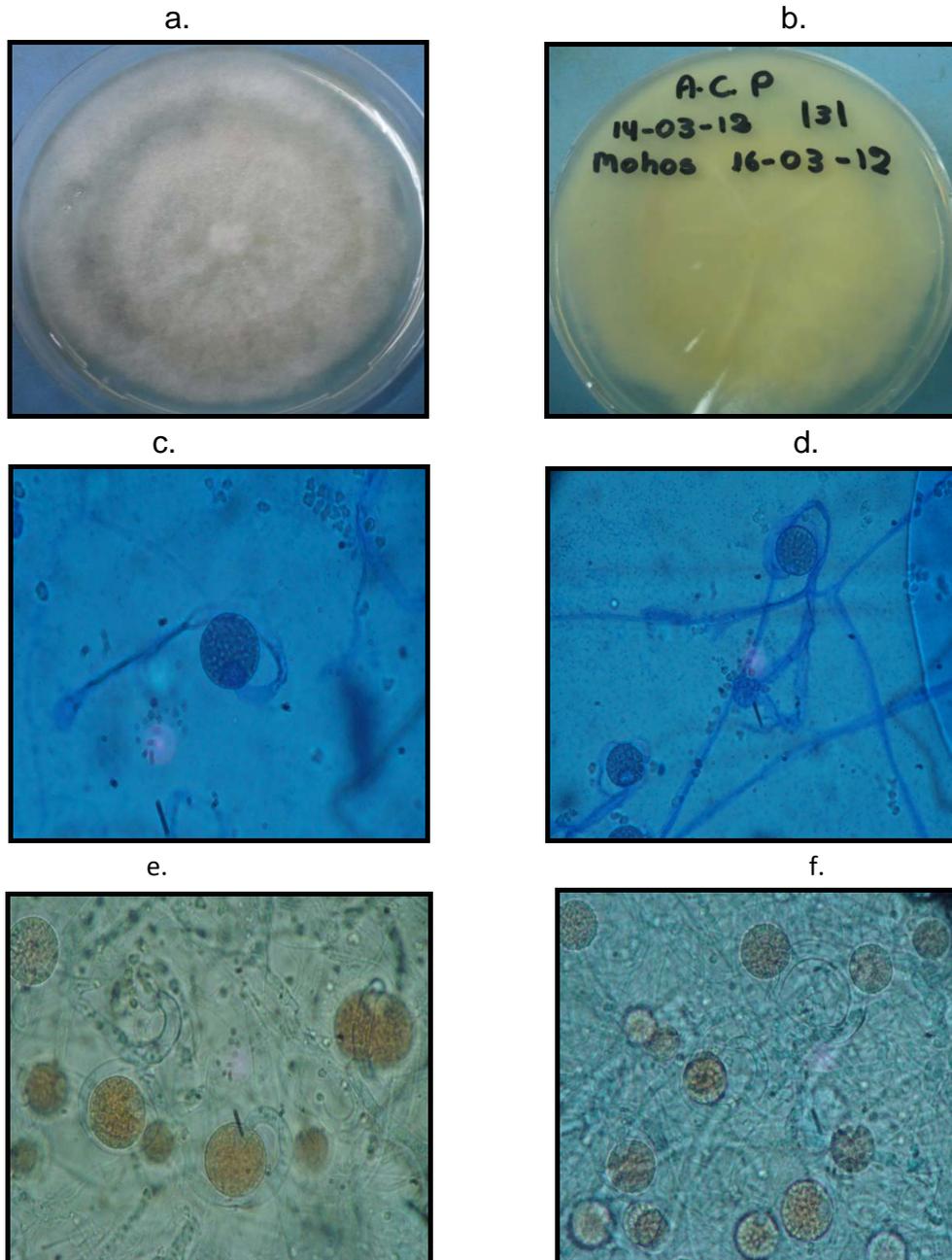


Figura 20: *Circinella sp.*

20a. *Circinella sp.* en medio Sabouraud. Anverso

20b. *Circinella sp.* en medio Sabouraud. Reverso

20c. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

20d. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

20e. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

20f. *Circinella sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

Fusarium sp.

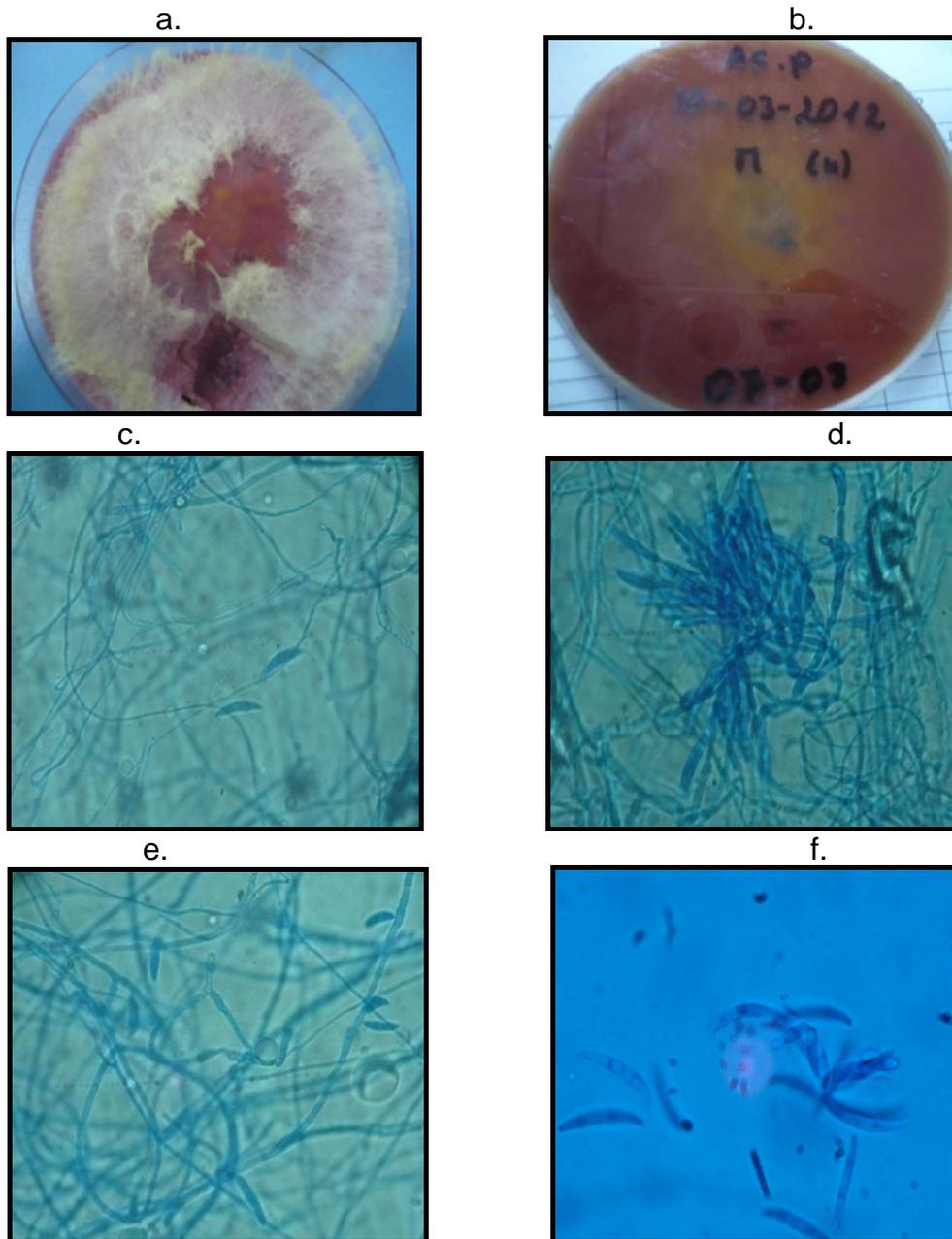


Figura 21. *Fusarium sp.*

- 21a.** *Fusarium sp.* en medio Sabouraud. Anverso
- 21b.** *Fusarium sp.* en medio Sabouraud. Reverso
- 21c.** *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X
- 21d.** *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X
- 21e.** *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X
- 21f.** *Fusarium sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

Mucor sp.

a.



b.



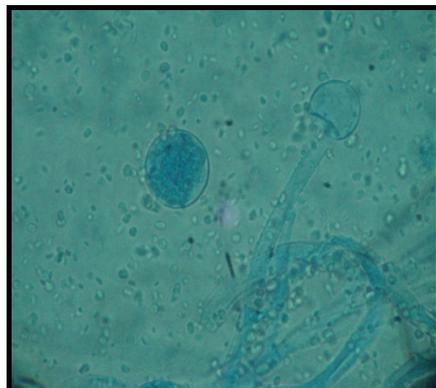
c.



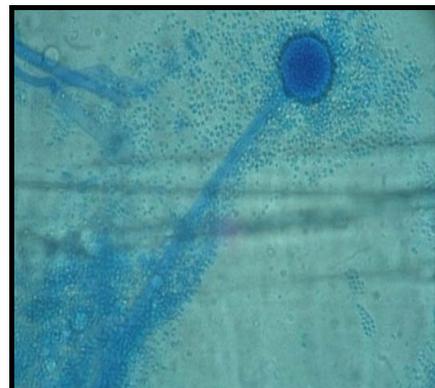
d.



e.



f.



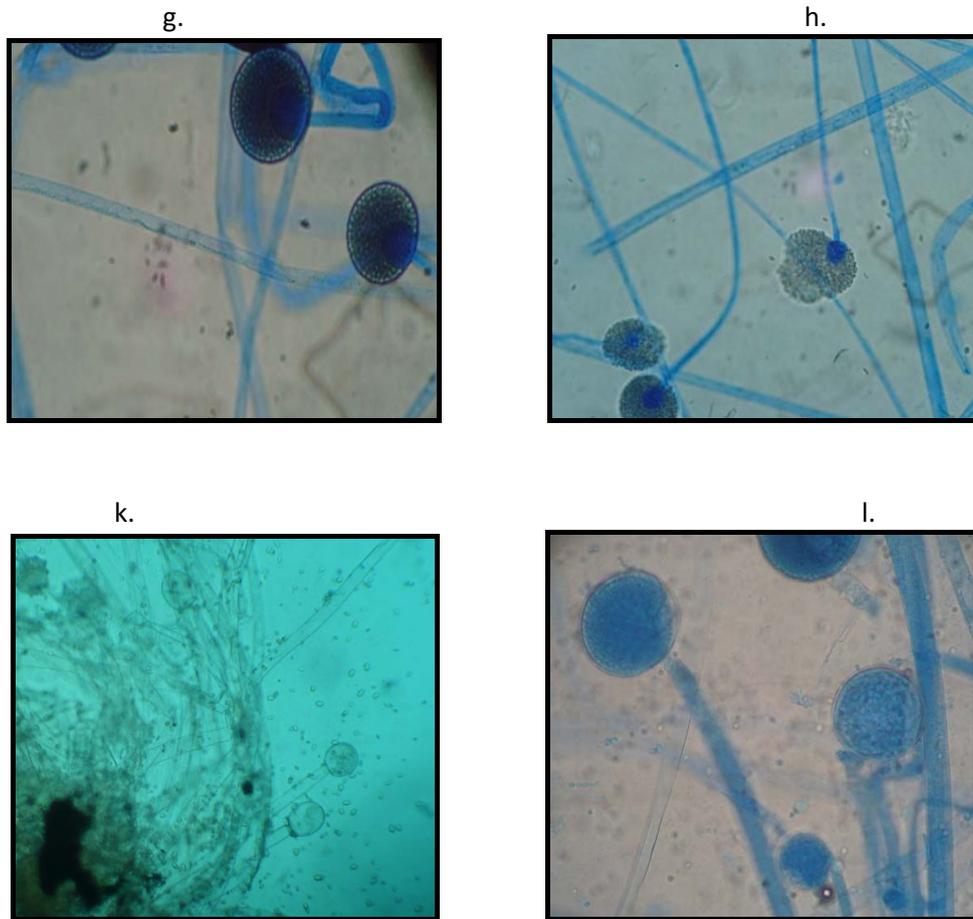


Figura 22: *Mucor sp.*

22a. *Mucor sp.* en medio Sabouraud. Anverso

22b. *Mucor sp.* en medio Sabouraud. Reverso

22c. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22d. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22e. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22f. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22g. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22h. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22i. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

22j. *Mucor sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

Penicillium sp

a.



b.



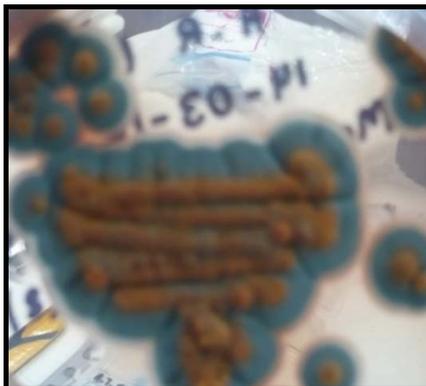
c.



d.



e.



f.



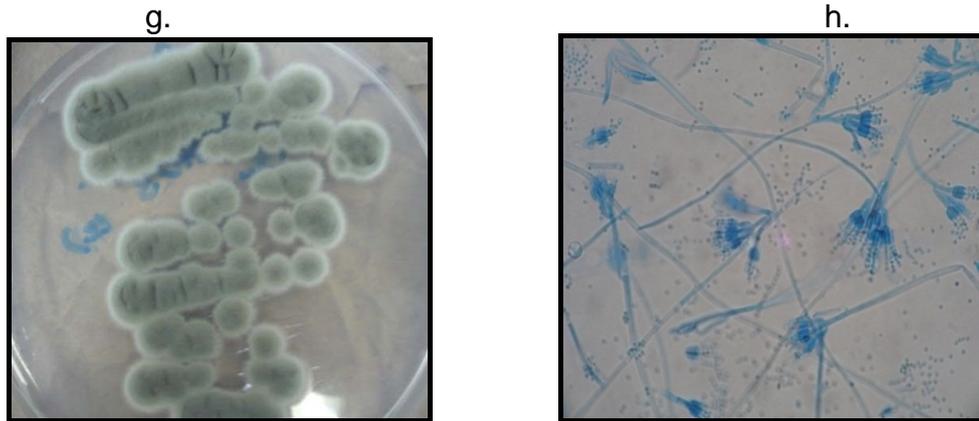


Figura 23: *Penicillium sp.*

- 23a.** *Penicillium sp.* en medio Sabouraud.
- 23b.** *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X
- 23c.** *Penicillium sp.* en medio Sabouraud.
- 23d.** *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X
- 23e.** *Penicillium sp.* en medio Sabouraud.
- 23f.** *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X
- 23g.** *Penicillium sp.* en medio Sabouraud.
- 23h.** *Penicillium sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

Rhizopus sp

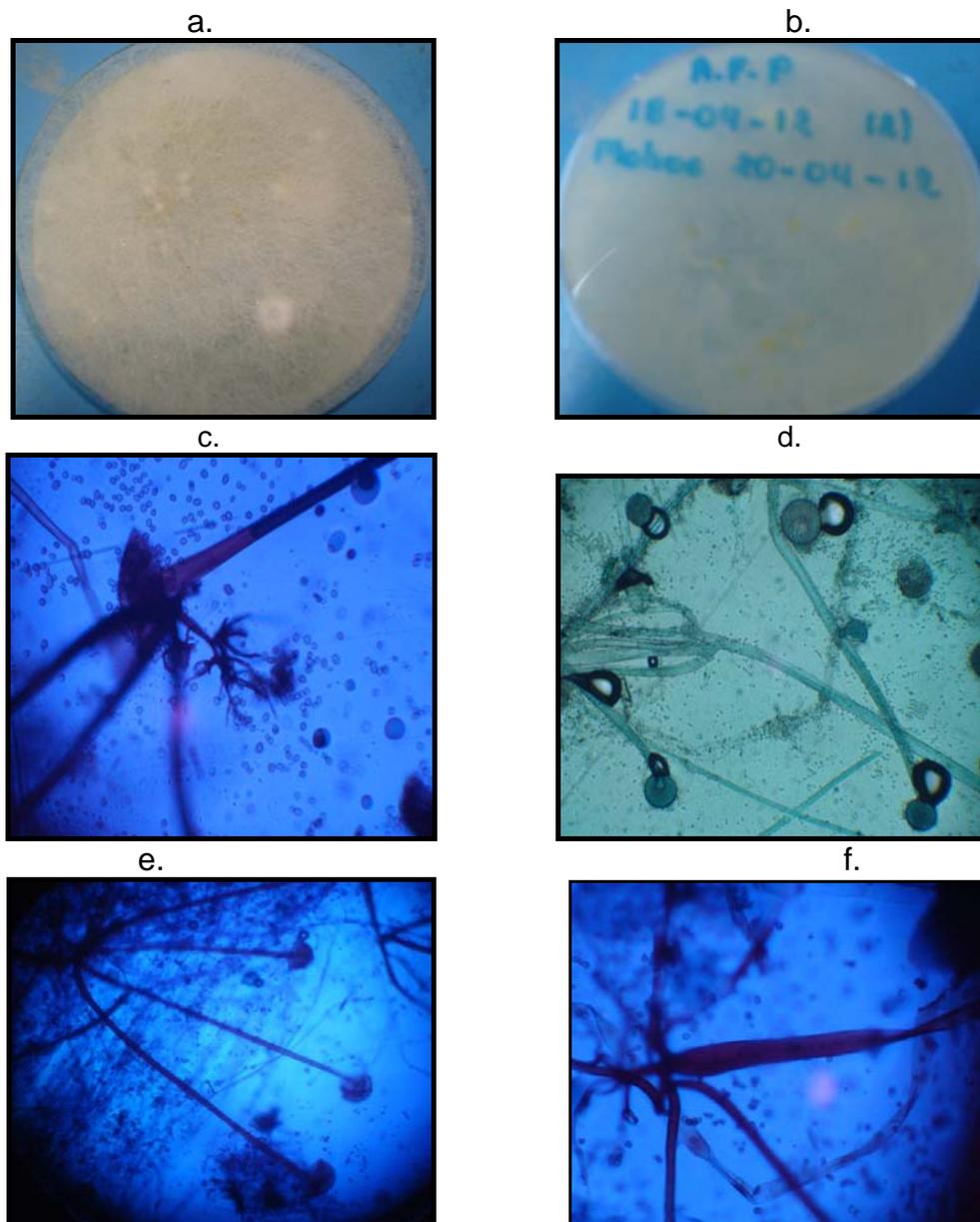


Figura 24: *Rhizopus sp.*

24a. *Rhizopus sp.* en medio Sabouraud. Anverso

24b. *Rhizopus sp.* en medio Sabouraud. Reverso

24c. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

24d. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

24e. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

24f. *Rhizopus sp.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras

ANEXO 11

CEPA SIN ESTRUCTURAS IDENTIFICABLES

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS:

Las colonias crecen rápidamente en Agar Sabouraud alcanzando un diámetro de 7cm en 5 días a 25°C. Colonias algodonosas de color blanco. Reverso blanco.

CARACTERISTICAS MICROSCÓPICAS:

No presenta características específicas.

Hongo no identificado

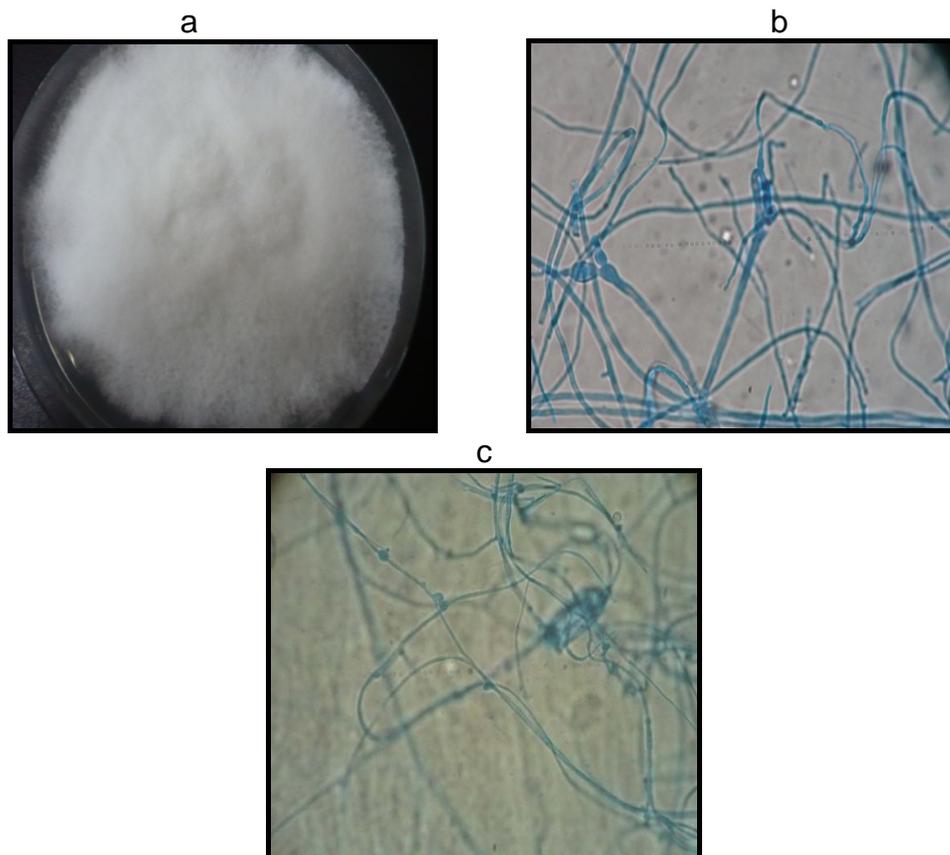
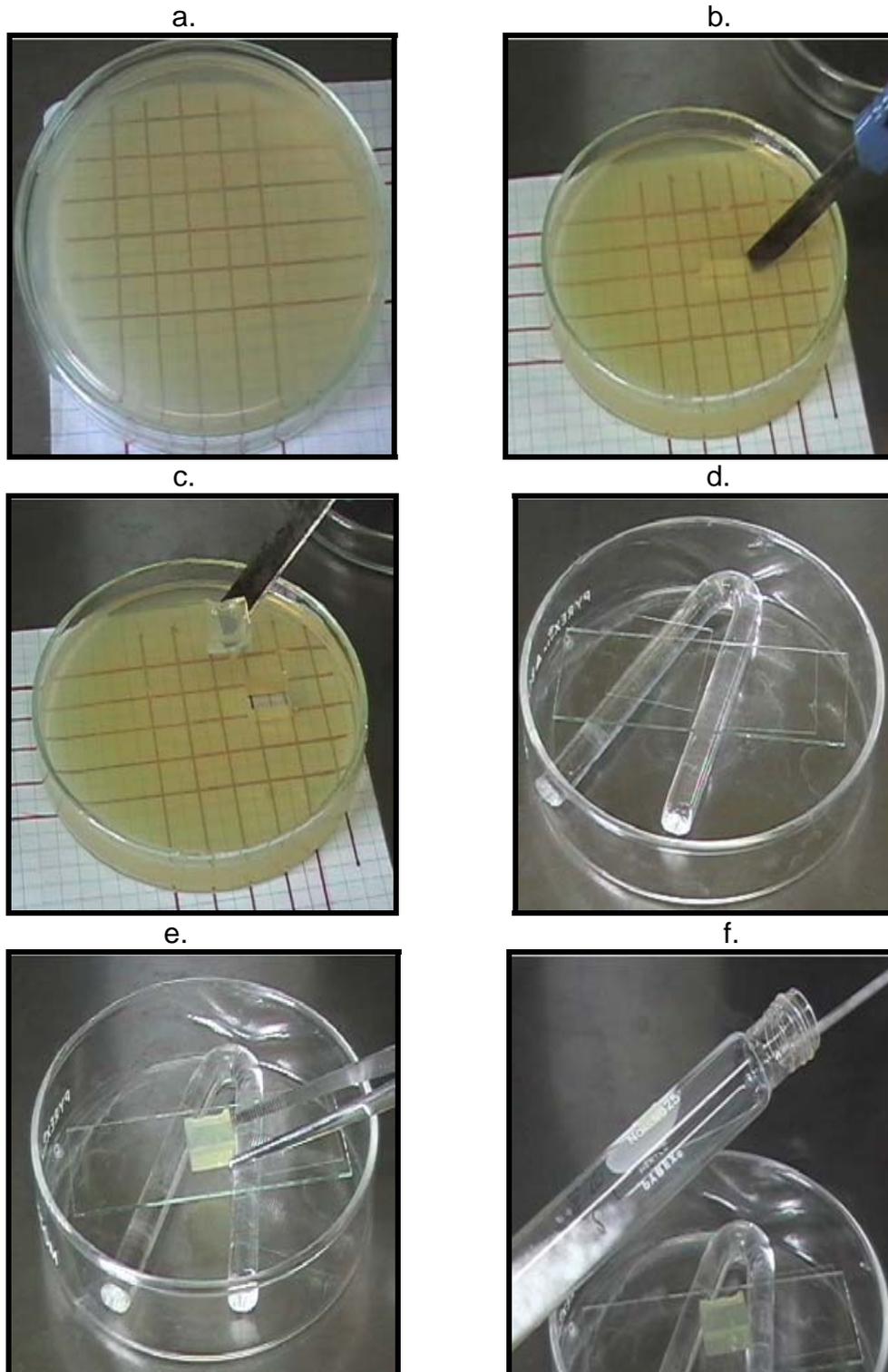
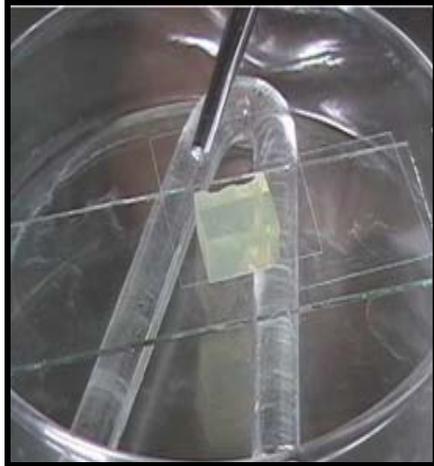


Figura25:Cepa1

ANEXO 12 MICROCULTIVO



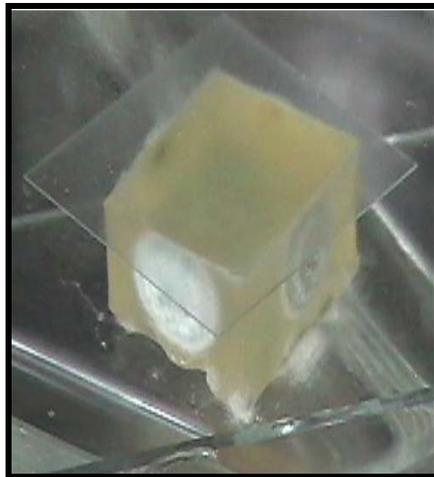
g.



h.



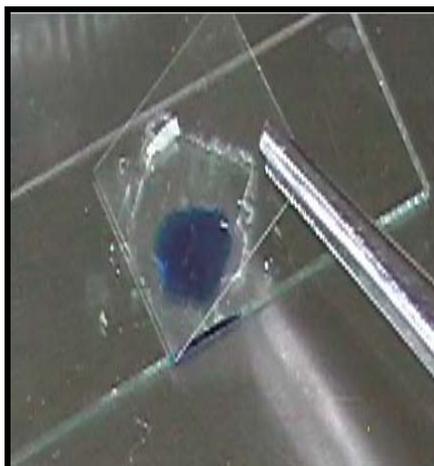
i.



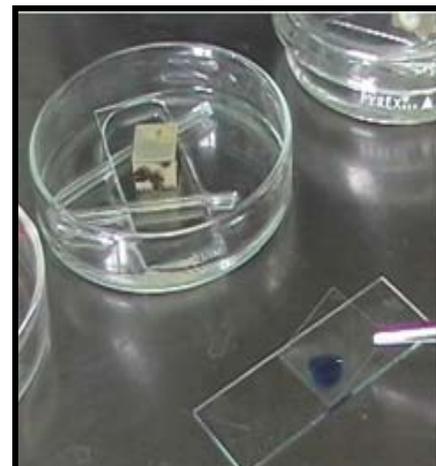
j.



k.



l.



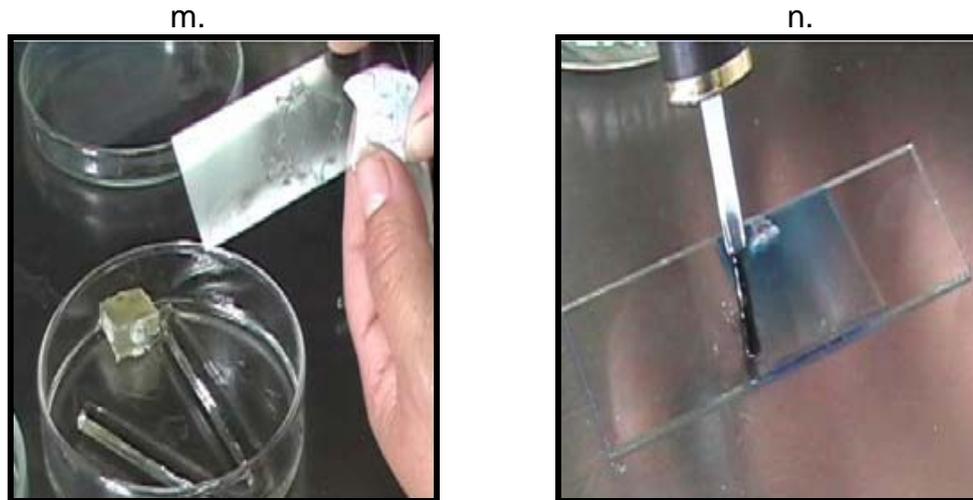


Ilustración 25. Microcultivo

25a, 25b, 25c. Forma en que se cortan los cuadros de agar para el microcultivo

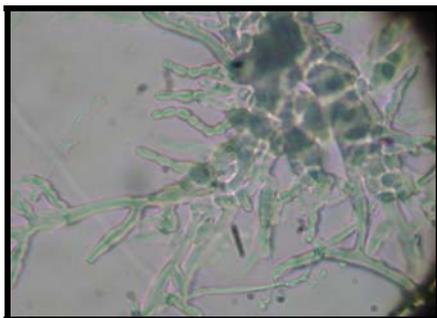
25d, 25e. Material para el microcultivo y puesta del cuadro de agar
25f, 25g, 25h. Inoculación del tubo de agar y colocación de agua estéril para mantener la humedad

25i, 25j. Observación del crecimiento del hongo

25k, 25l, 25m, 25n. Realización de la preparación en fresco del microcultivo

Fuente. Autoras

o.



p.



Figura 26. Microcultivo del hongo no identificado

26o, 26p. Características microscópicas

Fuente: Autoras

ANEXO 13

FOTOS DE LEVADURAS

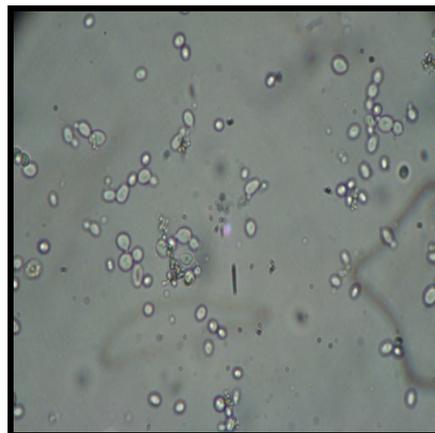
a.



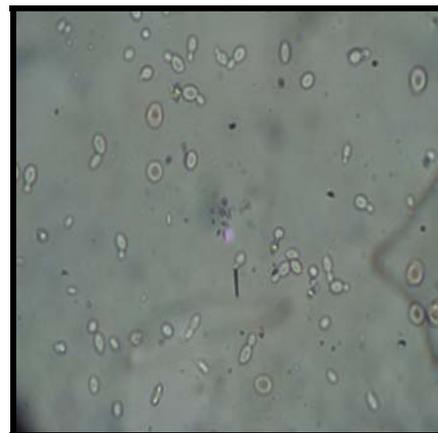
b.



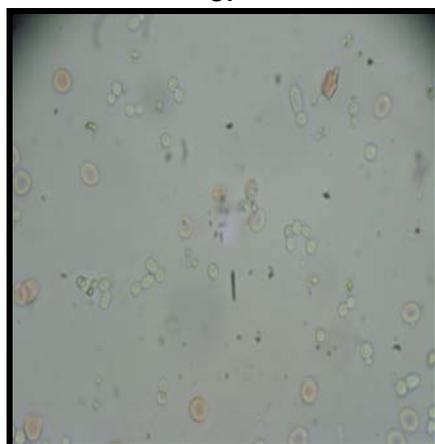
c.



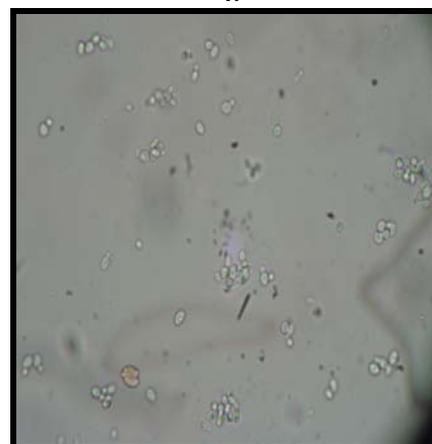
d.



e.



f.



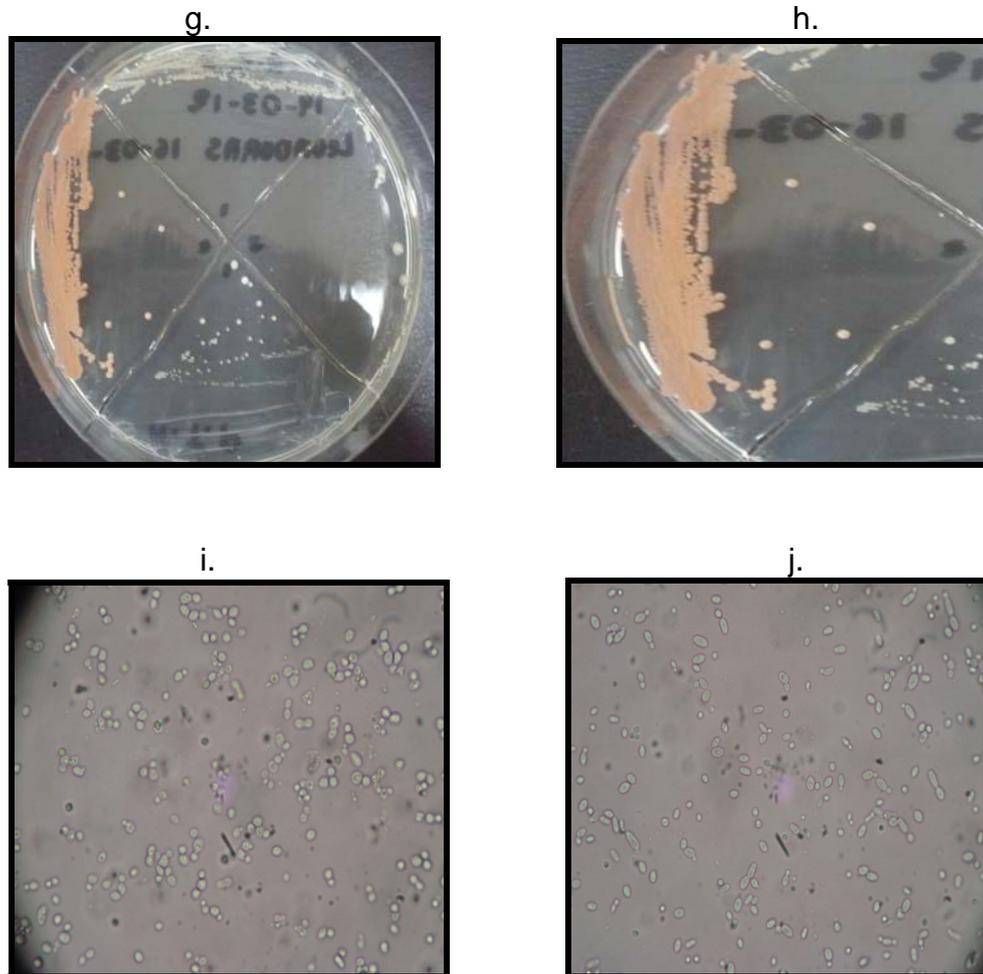


Figura 27: *Levaduras no patógenas.*

27a. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud. Anverso

27b. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud. Reverso

27c. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

27d. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

27e. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

27f. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

27g. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud.

27h. *Levaduras no patógenas* en medio Sabouraud.

27i. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

27j. *Levaduras no patógenas.* Microscópicamente 40X

Fuente: Autoras