

BIORREMEDIACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA



Estudiantes

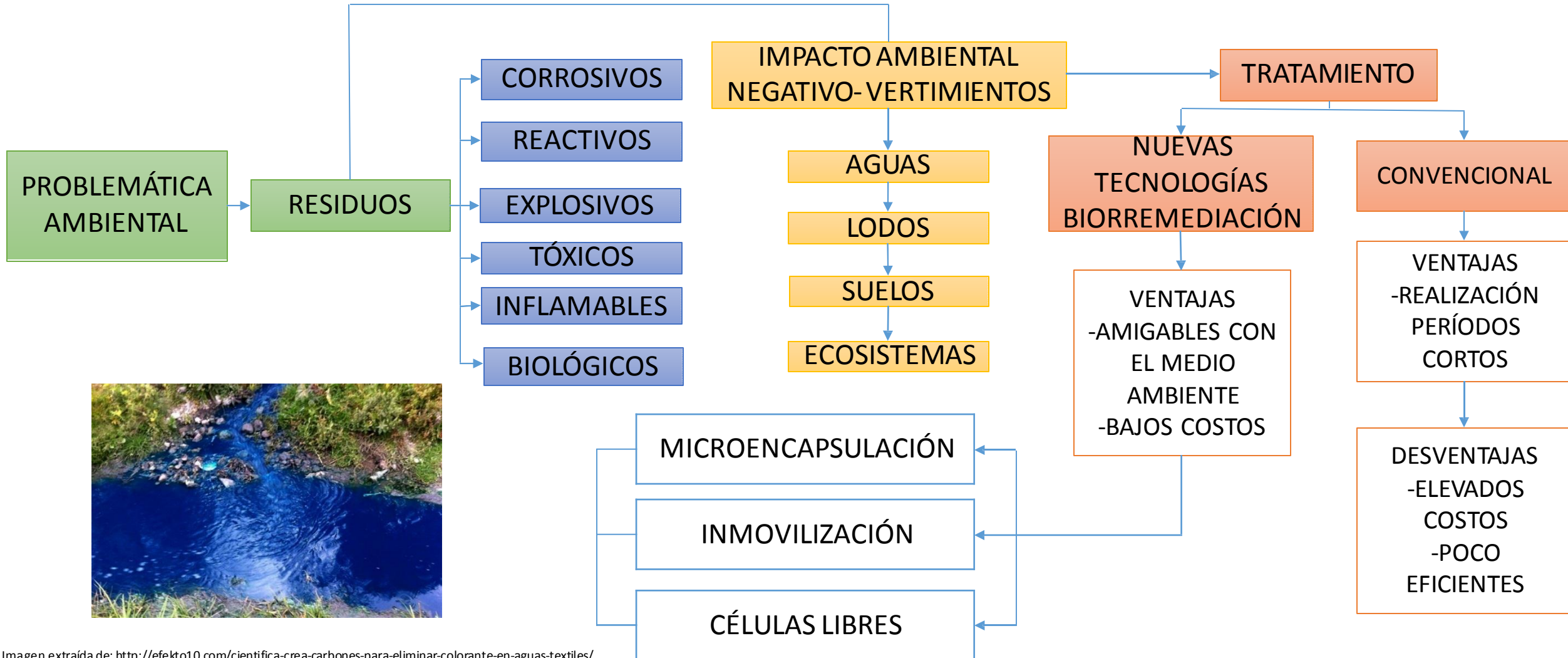
JUAN CAMILO ARIZA BARON
JHON SMITH CASTELLANOS SANCHEZ
CRISTIAN FELIPE RAMIREZ MORALES

ASESOR

JUDITH ELENA CAMACHO KURMEN
MSc. Medio Ambiente y Desarrollo, Dr. en Biociencias
Grupo Bioprocesos y Control

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

INTRODUCCIÓN



OBJETIVOS

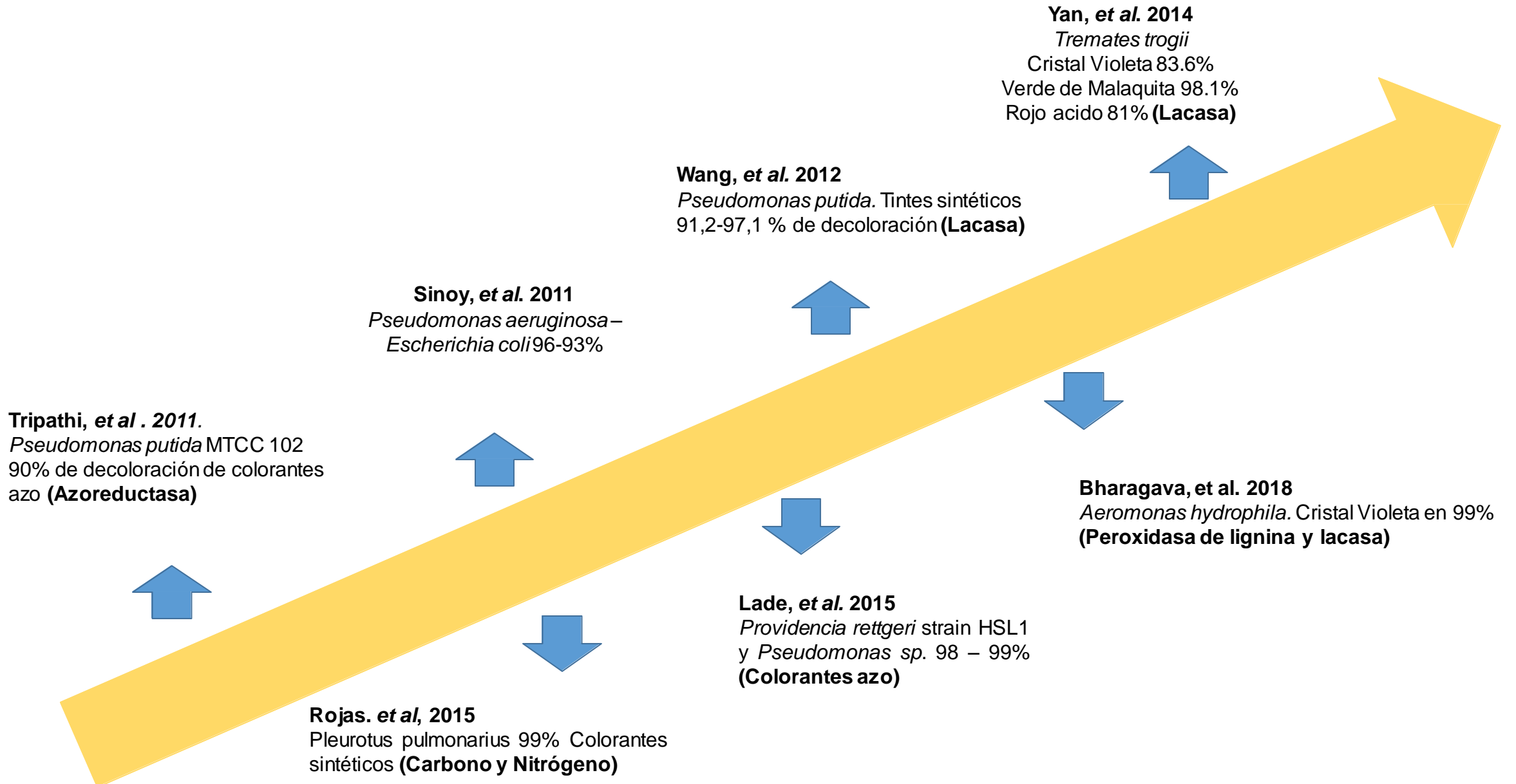
Objetivo general

- ❖ Realizar biorremediación de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Objetivos específicos

- ❖ Realizar un diagnóstico de la generación de residuos peligrosos en los laboratorios de docencia de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, interpretar el riesgo.
- ❖ Aislar e identificar los microorganismos presentes en los residuos peligrosos generados en las prácticas del programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico.
- ❖ Realizar ensayos de Biorremediación a partir de la inmovilización de masa fúngica, consorcio y microencapsulación.

ANTECEDENTES



MARCO TEÓRICO

¿Que es un residuo?

Sus propiedades no permiten el uso

¿Que es un residuo peligroso?

Decreto 4741 de 2005

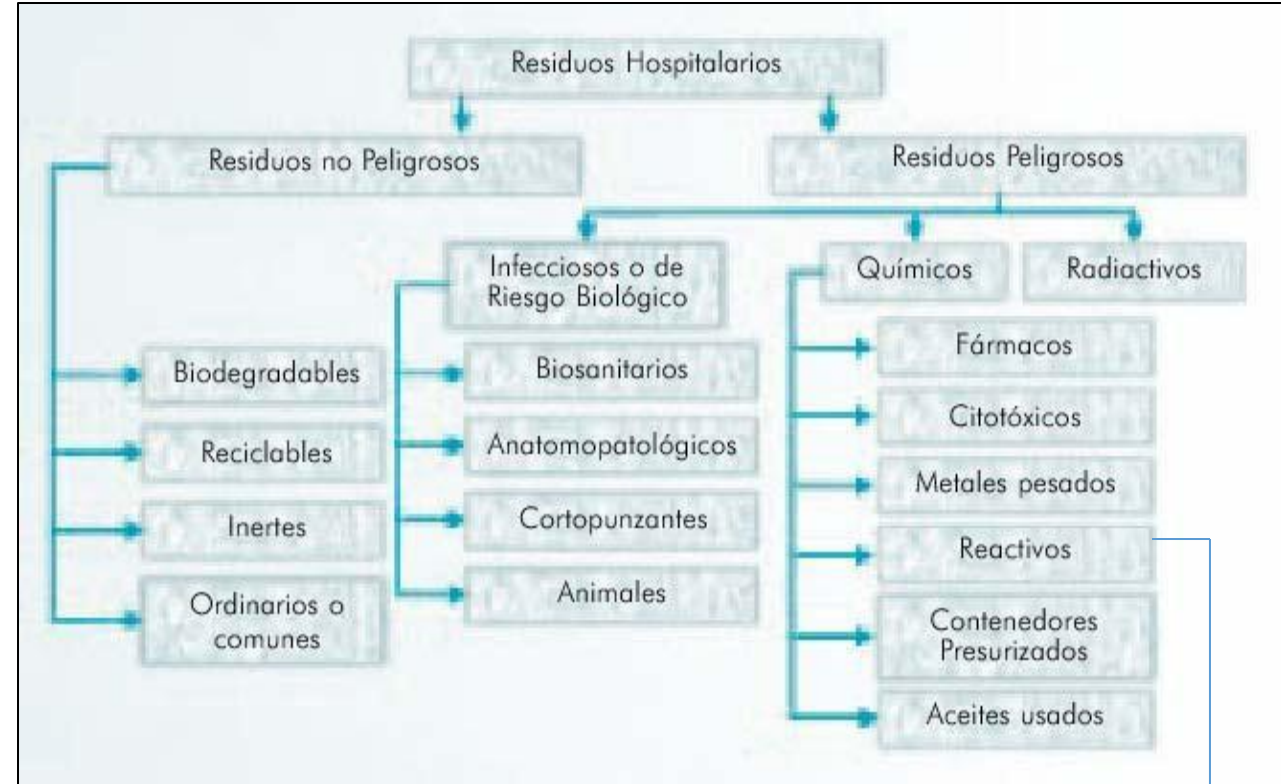
Riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente.

Anexo I

Y12, Y34, Y35 y Y41

Anexo III

CRETIB



Clasificación de los Residuos Hospitalarios y Similares

Fuente: Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos, 2002

Residuos de colorantes, reactivos ácidos, reactivos básicos e hipoclorito de sodio

RESIDUOS PELIGROSOS

RESIDUOS DE COLORANTES

- Los colorantes se pueden clasificar en: Colorantes naturales, que son extraídos de las plantas, y colorantes sintéticos (1).
- Verde malaquita, fuscina, cristal violeta, cresil brillante, azul de metileno, azul de lactofenol.

RESIDUOS DE REACTIVOS ÁCIDOS

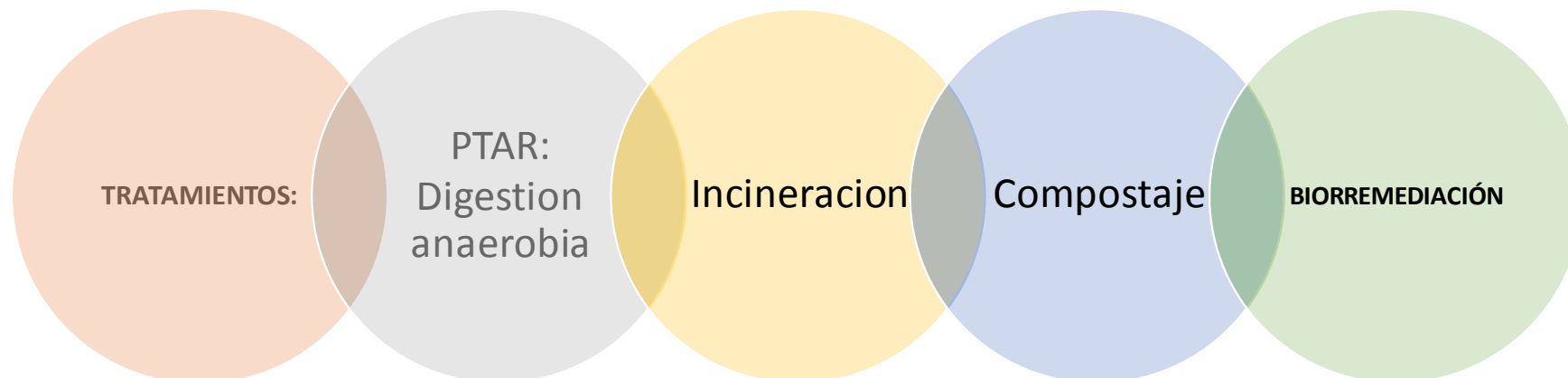
- pH menor a 7,0
- Ácido sulfúrico,
- Ácido clorhídrico,
- Ácido acético,
- Ácido fosfórico

RESIDUOS DE REACTIVOS BÁSICOS

- pH mayor a 7,0
- Hidróxido de sodio,
- Hidróxido de potasio,
- Hidróxido de calcio

RESIDUOS DE HIPOCLORITO DE SODIO

- Reactivo, tóxico
- El cloro, oxidante de acción rápida, es un germicida químico de uso muy extendido y de amplio espectro. Se vende en forma de solución acuosa de hipoclorito sódico (NaOCl) que puede diluirse en agua para conseguir distintas concentraciones de cloro libre.
- Uso 5000 ppm (2).



BIORREMEDIACIÓN

Principal objetivo

Centrarse en la diversidad genética y versatilidad metabólica que caracteriza a los microorganismos para transformar contaminantes en productos inocuos o, en su defecto, menos tóxicos, que pueden entonces integrarse en los ciclos biogeoquímicos naturales (3).

Factores que la afectan

Temperatura

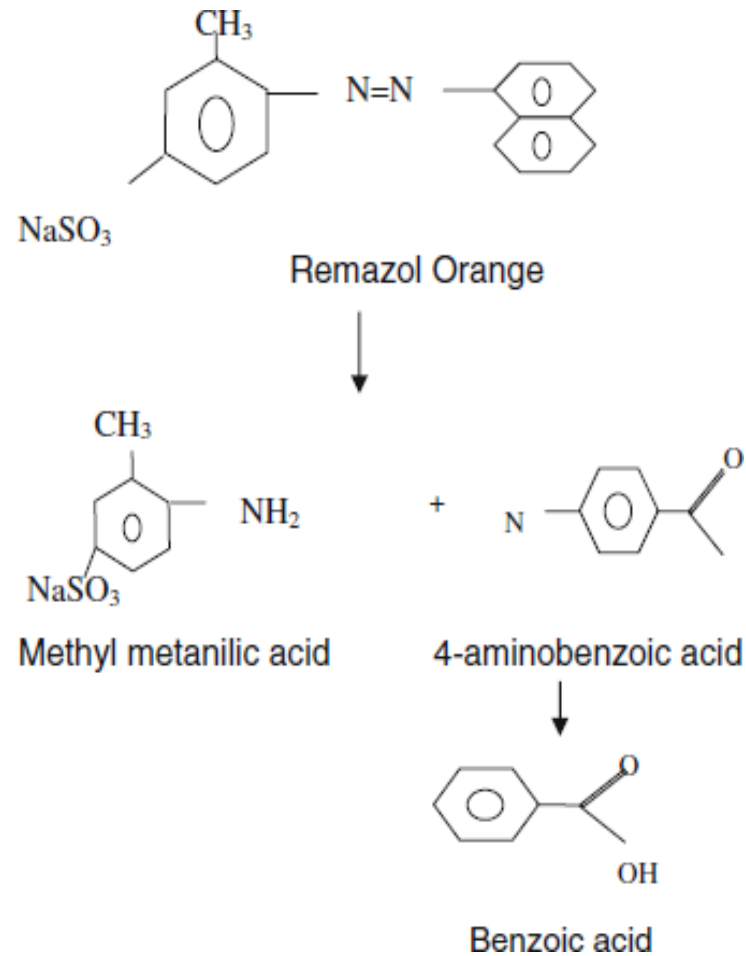
Disponibilidad de nutrientes

pH

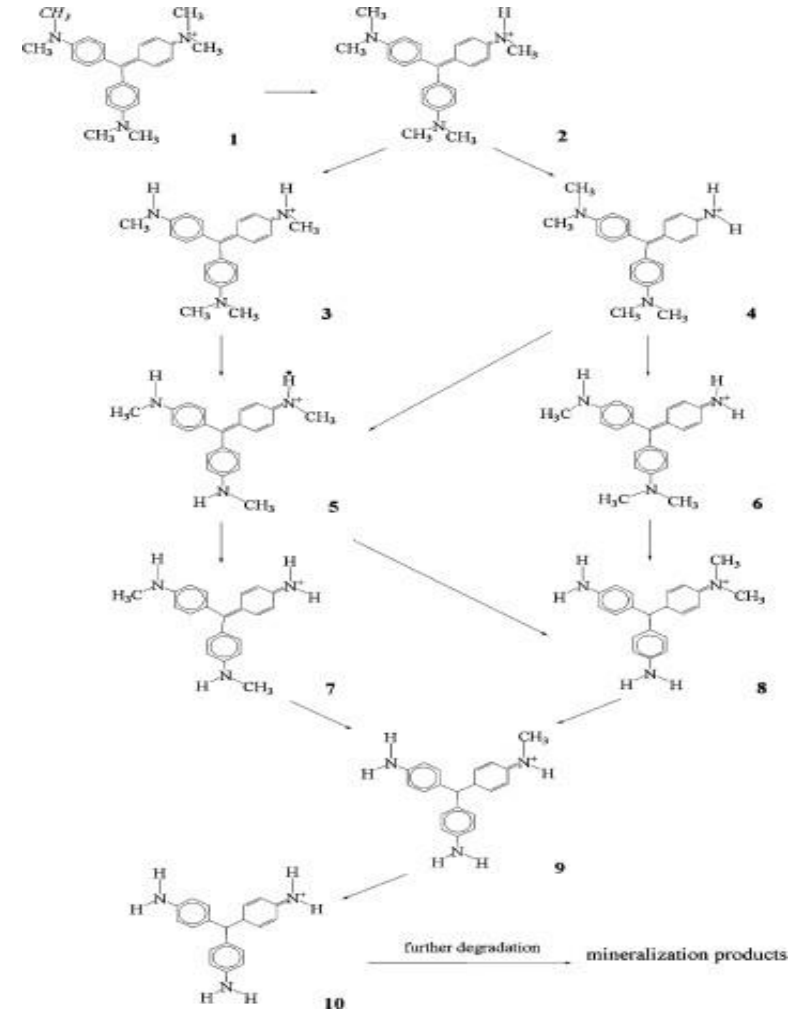
Aceptores de electrones
Disponibilidad de oxígeno

Sustrato (Contaminante):
concentración, toxicidad

BIORREMEDIACIÓN DE COLORANTES



Ruta de degradación de naranja remazol por *Pseudomonas aureginosa*. Sarayu y Sandhia, 2010



Ruta de desmetilación de cristal violeta por *Pseudomonas putida*. Liao y Chung, 2007

MÉTODOS DE BIORREMEDIACIÓN

Microencapsulación

Es una metodología que se basa en el recubrimiento de un microorganismo o consorcio de microorganismos, buscando como fin de mejorar su estabilidad y viabilidad, que funciona como una protección contra los efectos adversos que puedan ser generados por un ambiente tóxico o condiciones adversas, obteniéndose capsulas de tamaño micrométrico (4).

Consortio bacteriano

Es una asociación natural de dos o más poblaciones microbianas, de diferentes especies, que actúan conjuntamente como una comunidad en un sistema complejo, uniendo metabolismos, donde todos se benefician de las actividades de los demás. La asociación refleja estilos de vida sinérgicos o sintróficos en el que el crecimiento y el flujo cíclico de nutrientes se conduce más efectiva y eficientemente que en poblaciones individuales (5).

Inmovilización de masa fungica

Aprovecha la capacidad de crecimiento de microorganismos en diferentes materiales, debe dar resistencia y tener una larga duracion siempre y cuando se mantenga la actividad celular (6).

4. Desai K. *et al.* 2005

5. González L. *et al.* 2015

6. Loredo A. *et al.* 2017

DISEÑO METODOLÓGICO

FASE 1. DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

Código NFPA /NORMA 704

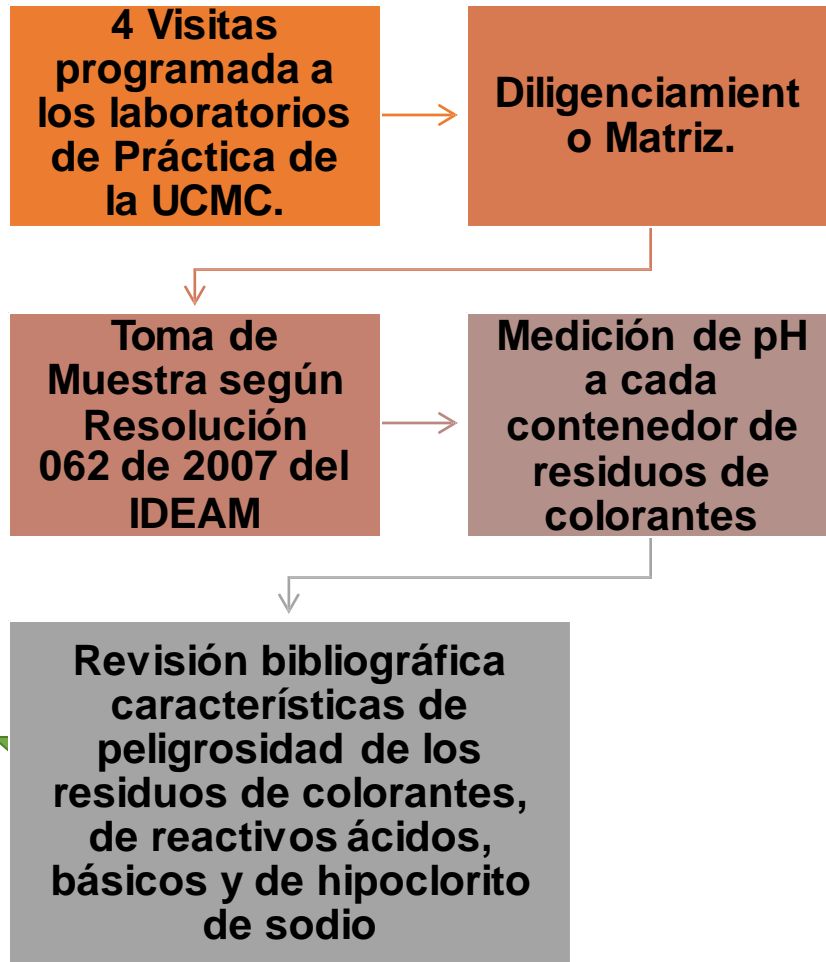


Foto tomadas por los autores 2018

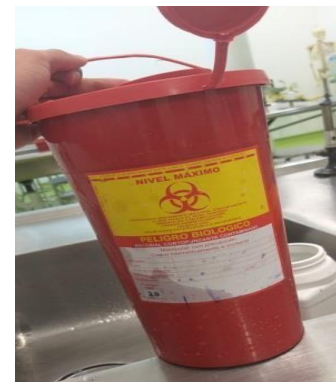
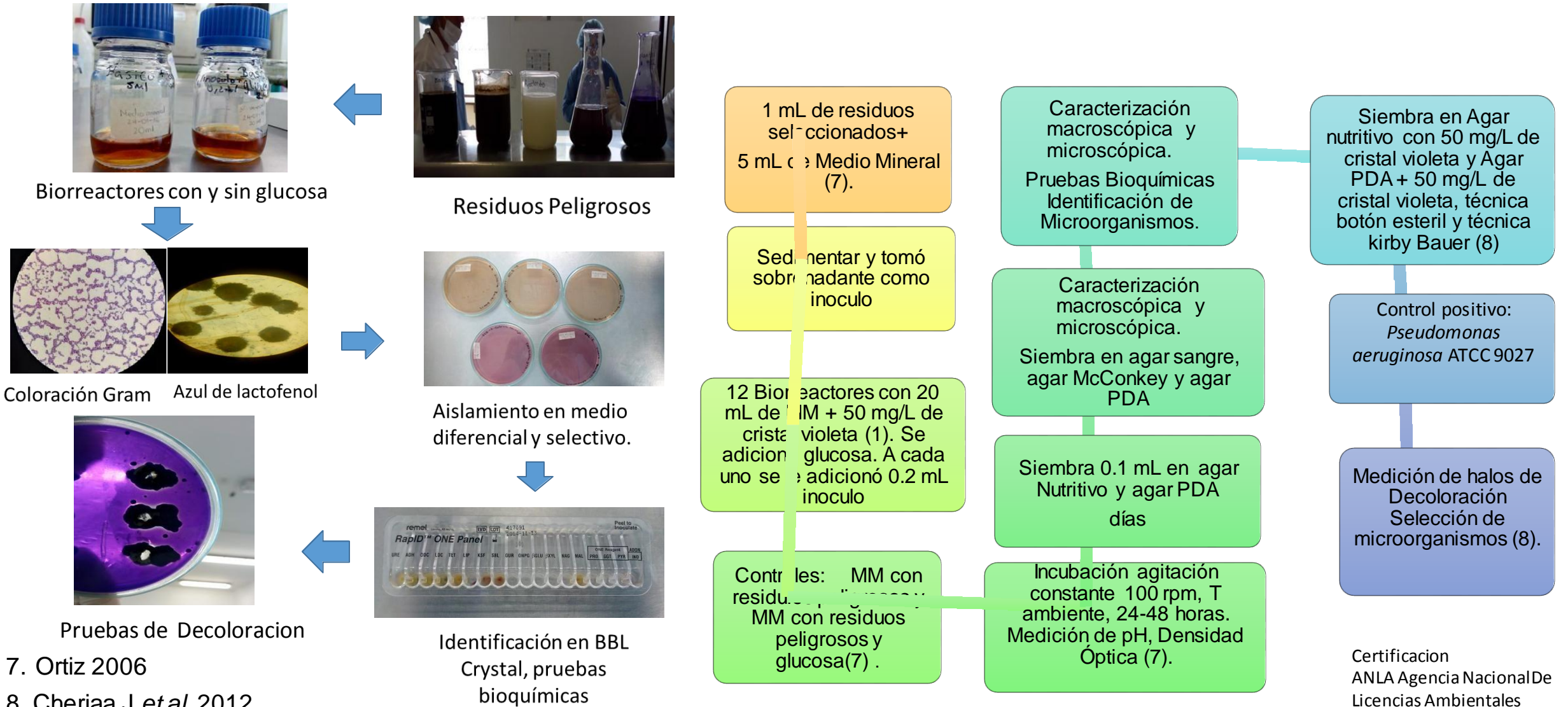


Foto tomadas por los autores 2018

CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		CÓDIGO NFPA / NORMA 704 National Fire Protection Association	
PELIGRO PARA LA SALUD 0 NORMAL. 1 POCO PELIGROSO. 2 PELIGROSO. 3 MUY PELIGROSO. 4 MORTAL.	RIESGO DE INFLAMABILIDAD 0 NO ARDE. 1 ARDE A MÁS DE 93° C 2 ARDE A MENOS DE 93° C 3 ARDE A MENOS DE 37° C 4 ARDE A MENOS DE 25° C	PELIGRO ESPECÍFICO ☹ INFLAMABLE. W NO USAR AGUA. ☠ TÓXICO. ☢ RADIOACTIVO. COR/☹ CORROSIVO. OX / ☹ OXIDANTE. ACID ÁCIDO. ALK ALCALINO.	RIESGO POR REACTIVIDAD 0 ESTABLE. 1 INESTABLE AL CALENTAMIENTO. 2 CAMBIO QUÍMICO VIOLENTO. 3 PUEDE EXPLOTAR POR CHOQUE O CALENTAMIENTO. 4 PUEDE EXPLOTAR.

FASE 2. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN MICROORGANISMOS



7. Ortiz 2006

8. Cheriaa J. et al. 2012.

Fotografía autores, 2018.

Certificación
ANLA Agencia Nacional De
Licencias Ambientales

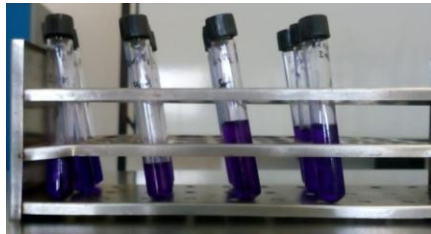
FASE 3. BIORREMEDIACIÓN CONSORCIO BACTERIANO



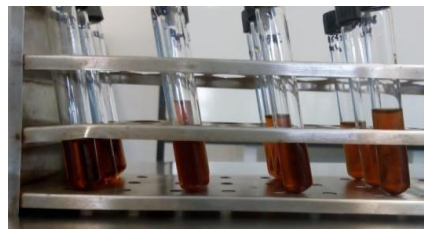
Inóculos bacterianos



Escala 3 de mc farland



Lectura de absorbancias



Lectura de absorbancias

Se tomaron los microorganismos y se llevaron a una escala de McFarland 3 en medio MSM(8)

Se realizó el consorcio bacteriano, tomando partes iguales de cada microorganismo para posterior homogenización en un Erlenmeyer

Se utilizaron 15 biorreactores con 100 ml de medio mineral (MSM) y cristal violeta a una concentración de 50mg/L (8).

Se utilizaron 9 biorreactores con 100 ml de los 3 tipos de residuos peligrosos por triplicado.

Se tomó lectura de las absorbancias a una longitud de onda de 590 nm para cristal violeta y residuos de colorantes, y 550 nm para los otros residuos.

Los biorreactores se llevaron a agitación a 100 rpm a temperatura ambiente 25°C por un tiempo de 192 horas

Se tomó una absorbancia a 590 nm del control cristal violeta sin inóculo, como control por triplicado.

Se adicionaron inóculos a los biorreactores preparados previamente logrando una concentración de 4% (v/v).

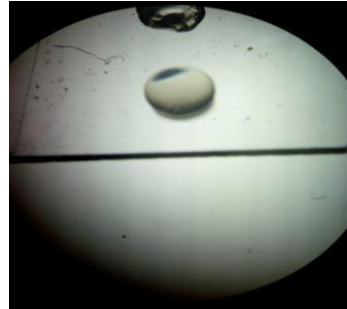
Se realizó la determinación del porcentaje de decoloración y se aplicó la fórmula Decoloración (%) =

$$\left[\frac{\text{Absorbancia en } t_0 - \text{Absorbancia en } t_1}{\text{Absorbancia en } t_0} \right] \times 100$$

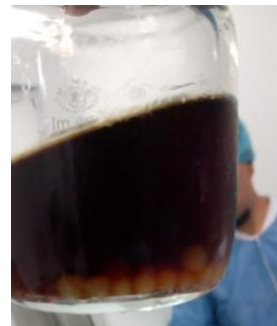
2.MICROENCAPSULACIÓN POR MEDIO DE PERLAS DE ALGINATO DE SODIO



Microencapsulación



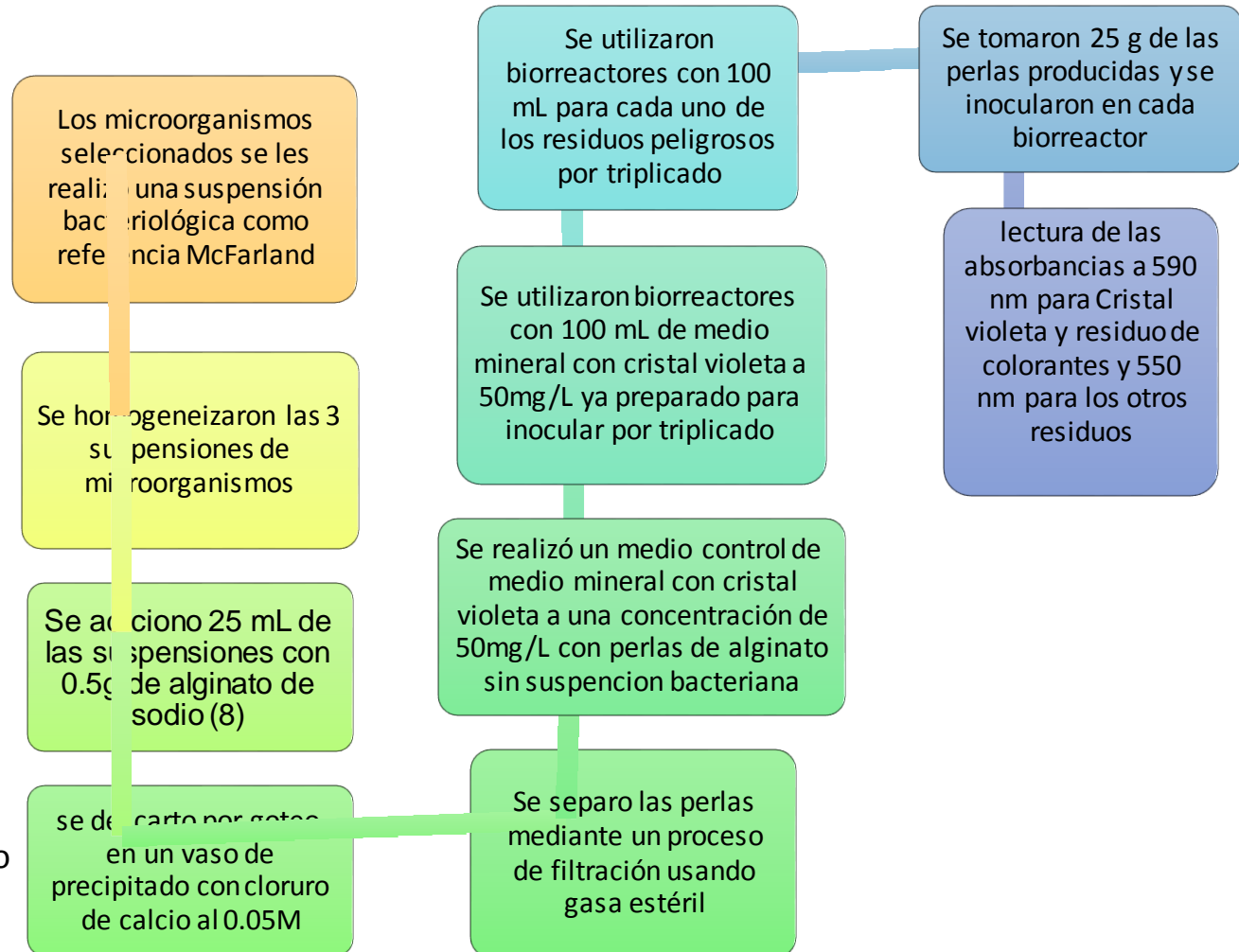
Microcápsulas



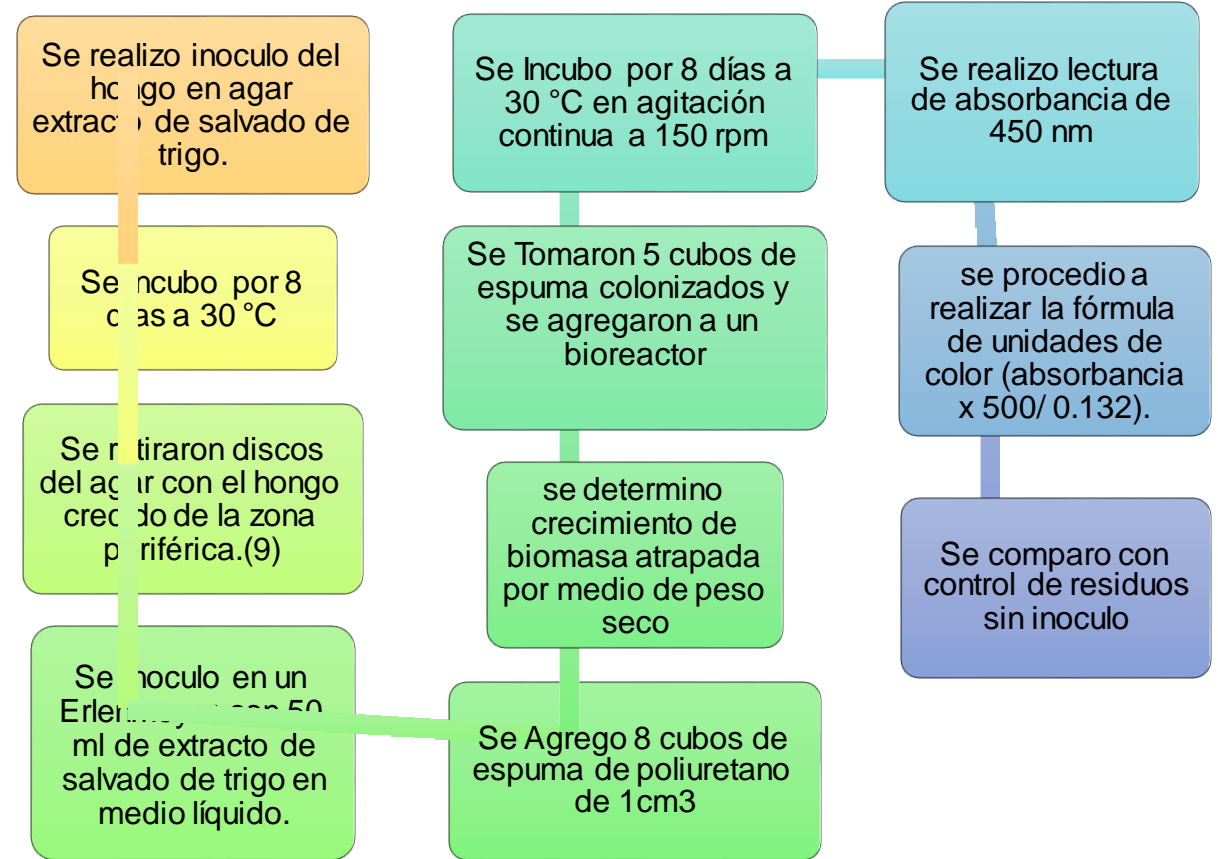
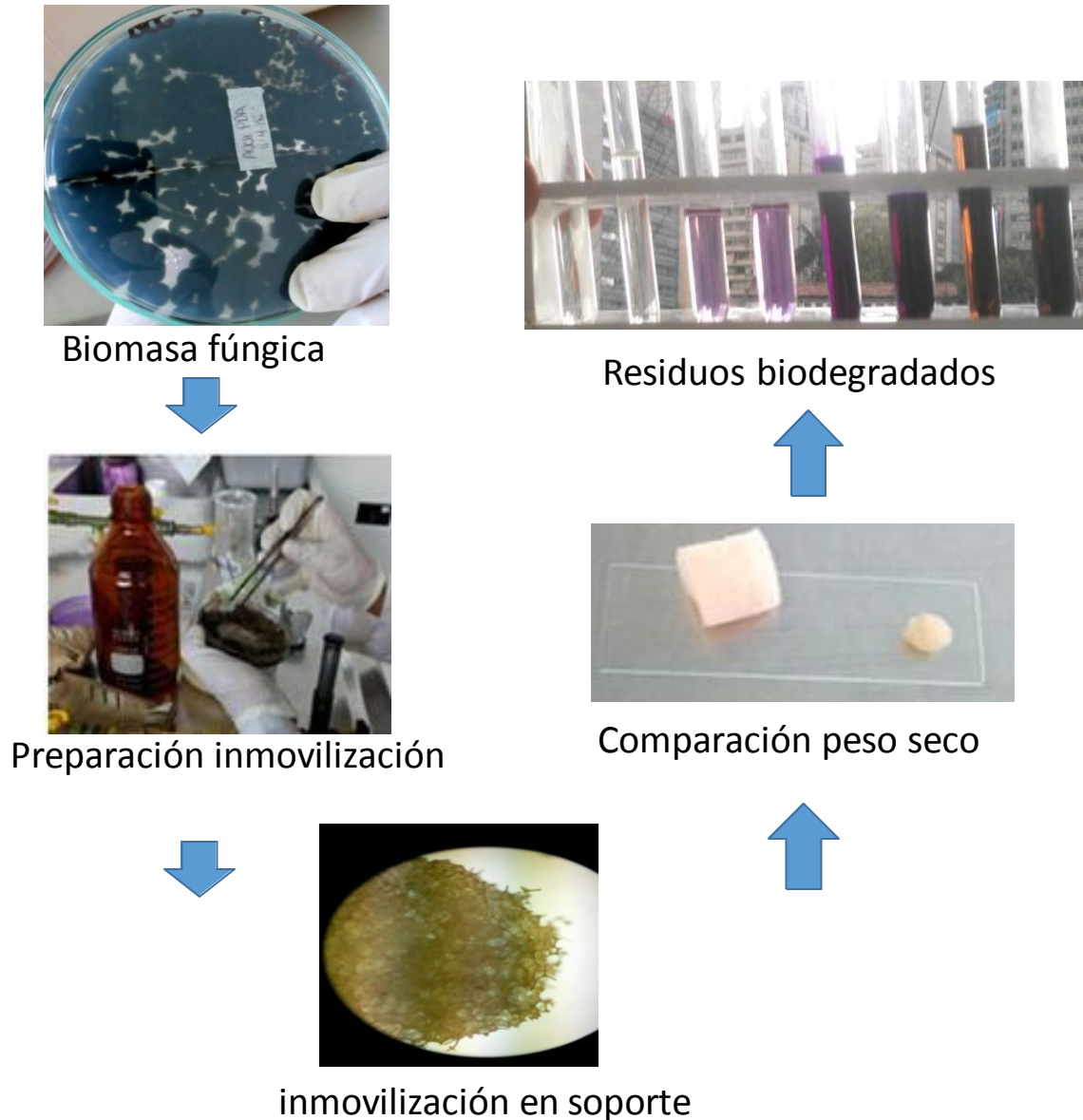
Inoculo microencapsulado



Residuos biodegradados



3. INMOVILIZACIÓN DE BIOMASA FÚNGICA



Tratamiento estadístico ANOVA (95%)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Diagnóstico de la generación de residuos

Residuos generados:
 Hipoclorito de sodio 302 litros
 Colorantes 112 litros
 Residuos de reactivos ácidos 32 litros
 Residuos de reactivos básicos 16 litros

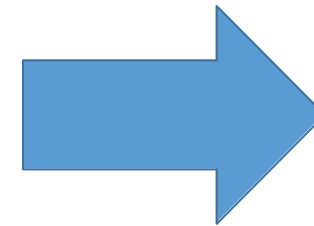
# 6	Residuos de hipoclorito de sodio	60 Litros (2 Contenedores)	28 Litros	38 Litros	56 Litros	60 Litros	# 6	Microbiología, bacteriología I, bacteriología II y biotecnología.
	Residuos colorantes	20 Litros	3 Litros	6 Litros	8 Litros	18 Litros		
# 7	Residuos de hipoclorito de sodio	60 Litros (2 Contenedores)	22 Litros	36 Litros	50 Litros	60 Litros	# 7	Microbiología II, veterinaria, bacteriología I, bacteriología II y microbiología industrial.
	Residuos colorantes	40 Litros (2 Contenedores)	12 Litros	28 Litros	36 Litros	40 Litros		
# 8	Residuos de hipoclorito de sodio	40 Litros	10 Litros	20 Litros	28 Litros	3 Litros	# 8	Genética, banco de sangre, virología y biología molecular.
# 9	Residuos de hipoclorito de sodio	60 Litros (2 Contenedores)	7 Litros	20 Litros	40 Litros	52 Litros	# 9	Inmunología I, inmunología II y banco de sangre.
	Residuos de solventes	20 Litros	0.5 Litros	1 Litros	2 Litros	4 Litros		
	Residuos colorantes	20 Litros	0.5 Litros	1 Litros	3 Litros	4 Litros		



Fotografías autores, 2018

CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD

Sustancia	Peligrosidad
Verde de malaquita	Toxico, nocivo, irritante, corrosivo.
Safranina	Reactivo, inflamable.
Cristal violeta	Nocivo, toxico, inflamable, reactivo, corrosivo.
Lugol	Nocivo
Fuscina básica	Corrosivo
Alcohol acetona	Inflamable
Alcohol acido	Inflamable
Acido clorhídrico	Corrosivo
Acido sulfúrico	corrosivo
Hidróxido de sodio	Corrosivo
Hipoclorito de sodio	Corrosivo, reactivo, toxico
Hidróxido de potasio	Corrosivo, reactivo


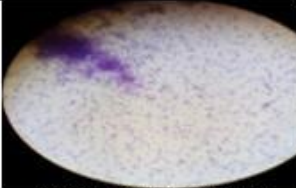

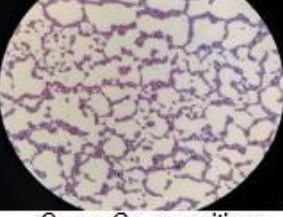

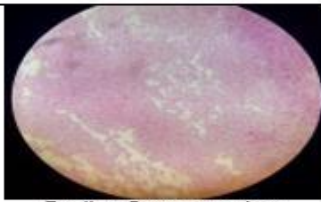




pH residuos
Colorantes : 6.6
Reactivos ácidos: 0.9
Reactivos básicos: 12,5
Hipoclorito de sodio: 6.8

Corrosivos
Reactivos
Explosivos
Tóxicos
Inflamables
Biológicos

Fuente:
- Decreto 4741 2005
- NFPA 704
- Política ambiental para la gestión de residuos peligrosos.

FASE 2. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN MICROORGANISMOS

Residuo Peligroso	Características macroscópicas	Características microscópicas	Pruebas bioquímicas	BBL Crystal
Residuos de hipoclorito glucosa (HSG-2)	 Colonias oscuras, cremosas de color amarillo	 Bacilos Gram positivos	Oxidasa negativa Catalasa positiva	<i>Corynebacterium aquaticum</i> 95%
Residuos de colorantes laboratorio 7 con y sin glucosa (7CG-3 y 7CG-2)	 Colonias blancas, cremosas de bordes definidos	 Cocos Gram positivos	Oxidasa positiva Catalasa positiva	<i>Staphylococcus sciuri</i> 100%
Residuos de colorantes laboratorio 7 con y sin glucosa (7CG, 7SG)	 Colonias pequeñas, puntiformes color crema.	 Bacilos Gram negativos	Oxidasa positiva Catalasa positiva	<i>Burkholderia cepacia</i> 93%
Residuos de hipoclorito glucosa (HCG-2)	 Colonias pequeñas, puntiformes, rosadas	 Bacilos Gram negativos	Oxidasa positiva Catalasa positiva	<i>Aeromonas Hydrophila</i> 81%

•2014 Robidillo *et al.* *B. fastidiosus* y *S. sciuri*. Remoción de cobre a través de la bioadsorción





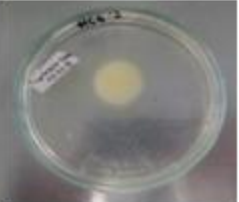

•2018 Gan *et al.* *B. cepacia*, verde de malaquita 94,8% y cobre 71,9%

•2018 Bharagavaa *et al.* *A. hydrophila*, Cristal Violeta 99%

•2011 Aftab *et al.* *Corynebacterium spp.* Negro reactivo 5, 68% y amarillo reactivo 15, 80%.

Prueba de antagonismo



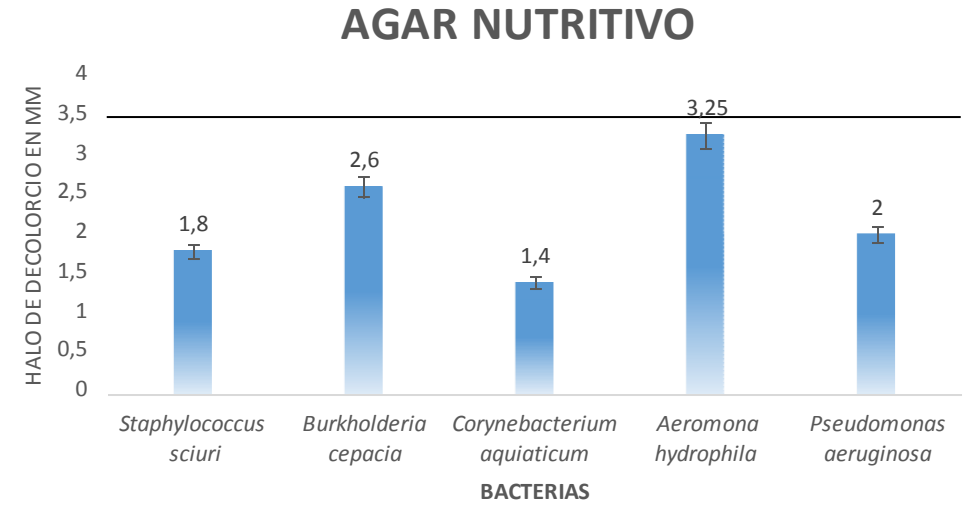
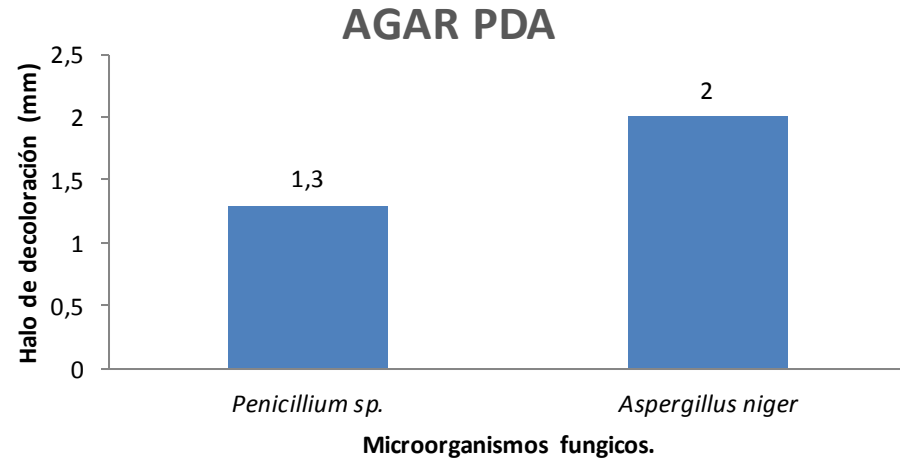
Residuo peligroso	Características microscópicas	Características macroscópicas	Pruebas bioquímicas	Hongo identificado
Residuos básicos sin glucosa y básicos con glucosa (BCG-3 y BSG-2)	Cabezas conidiales uniseriadas y predominantemente columnares; estipes hialinos y lisos; vesícula piriforme. Conidios globosos a ovoides, lisos o ligeramente rugosos. 	  Colonia aterciopelada de color verde, polvorosa, vellosa, con margen blanquecino o beige	NO APLICA	<i>Aspergillus niger</i>
Residuos de hipoclorito con glucosa (HCG-3)	Conidióforo corto, y liso, vesícula con fiálides uniseriada, ocupando 2/3 de la vesícula. 	  Colonias aterciopeladas, blancas afelpada, vellosa, con margen blanquecino o beige	NO APLICA	<i>Penicillium spp.</i>

•2014 Huachi *et al.* *Trametes versicolor* y *Aspergillus niger*. Colorantes naranja II 32,78% y rojo fenol 26%

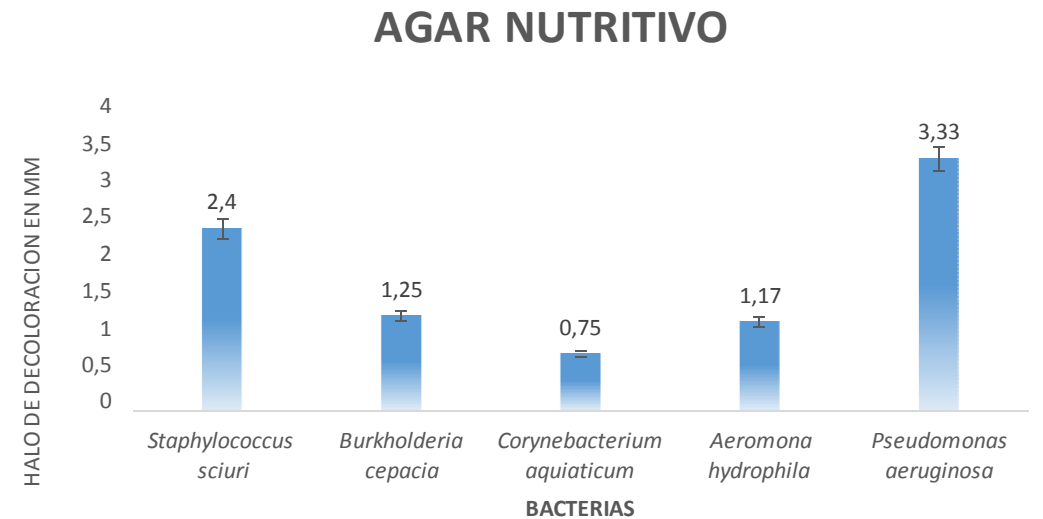
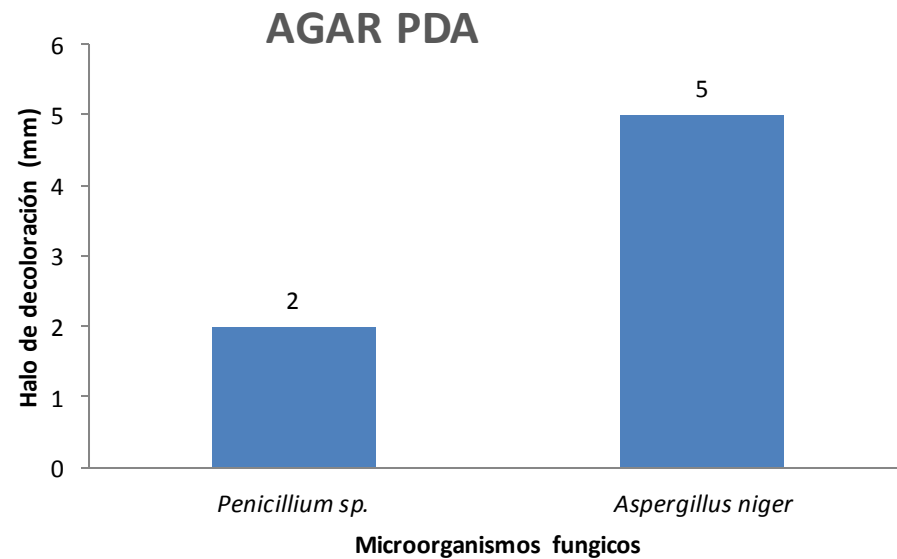
•2018 Salas *et al.* *Penicillium spp.*, negro reactivo 5, biorremediación superior al 75%

FASE 2. POTENCIAL DE DECOLORACIÓN

Halos de decoloración método botón estéril



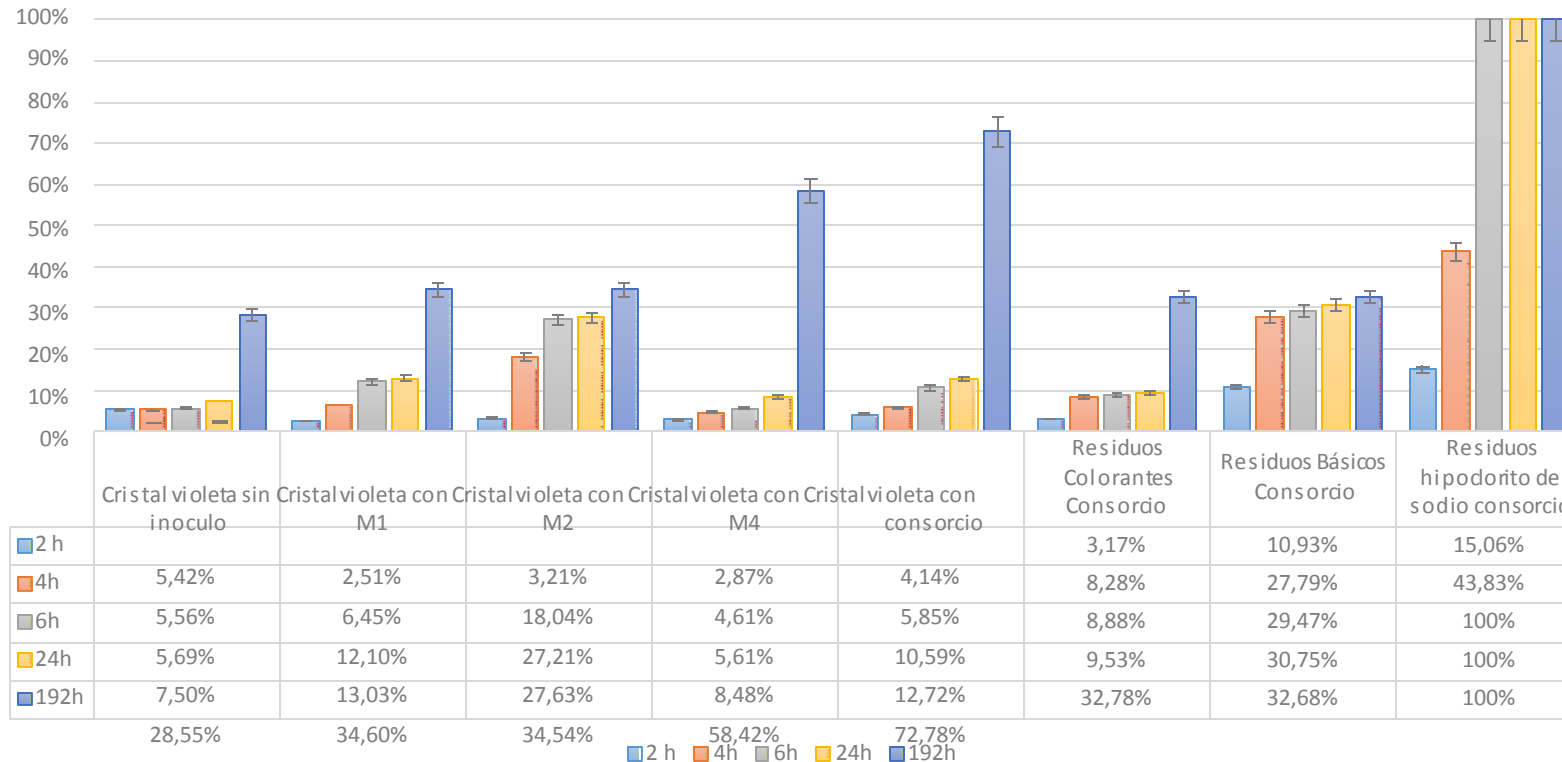
Halos de decoloración método Kirby Bauer



FASE 3. BIORREMEDIACIÓN

1. CONSORCIO BACTERIANO.

% DE BIOREMEDIACION CELULAS LIBRES Y CONSORCIO



M1: *Staphylococcus sciuri*
M2: *Bhurkolderia cepacia*
M4: *Aeromonas Hydrophila*
Consortio: *S. sciuri*, *B cepacia* y *A. Hydrophila*

Fuente. Elaborado por los autores.

González *et. al.* 2015 el consorcio: *S. maltophilia*, *Klebsiella oxytoca*, *Burkholderia gladioli* y *Shewanella putrefaciens fuscina* y CV entre 90.2% y 73,4%

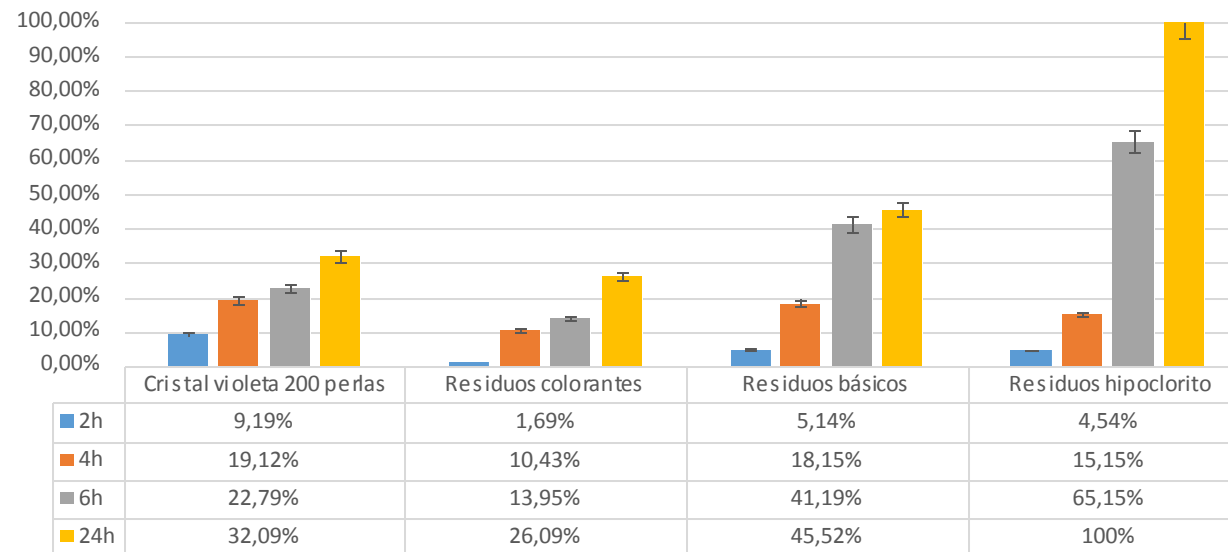
Cheriaa *et al.* 2012. *Agrobacterium radiobacter*; *Bacillus spp.*; *Sphingomonas paucimobilis*, and *Aeromonas hydrophila*, VM y CV 91 – 99%

Cote CR 2006, *Aeromonas hydrophila*. Resiste concentraciones de cloro de hasta 2 mg/L

Rodriguez 2017, VM , 57.58% a las 24 horas *K. oxytoca*, *S. maltophilia*, *B. gladioli* y *Micrococcus sp.*

2. MICROENCAPSULACIÓN POR MEDIO DE PERLAS DE ALGINATO DE SODIO

% DE BIODEGRADACION MICROENCAPSULACION



Fuente. Elaborado por los autores, 2018

Cote CR 2006, *Aeromonas hydrophila*.
Resiste concentraciones de cloro de hasta 2 mg/L

Gonzales RE *et al.* 2015. Viabilidad de *Lactobacillus delbrueckii*, pHs corrosivos

Reyes *et al.* 2018, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Serratia sp.*, *Raoultella sp.* y *Enterobacter sp.* Consorcio con potencial degradador de hidrocarburos.

3. BIORREMEDIACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS CON BIOMASA FÚNGICA INMOVILIZADA

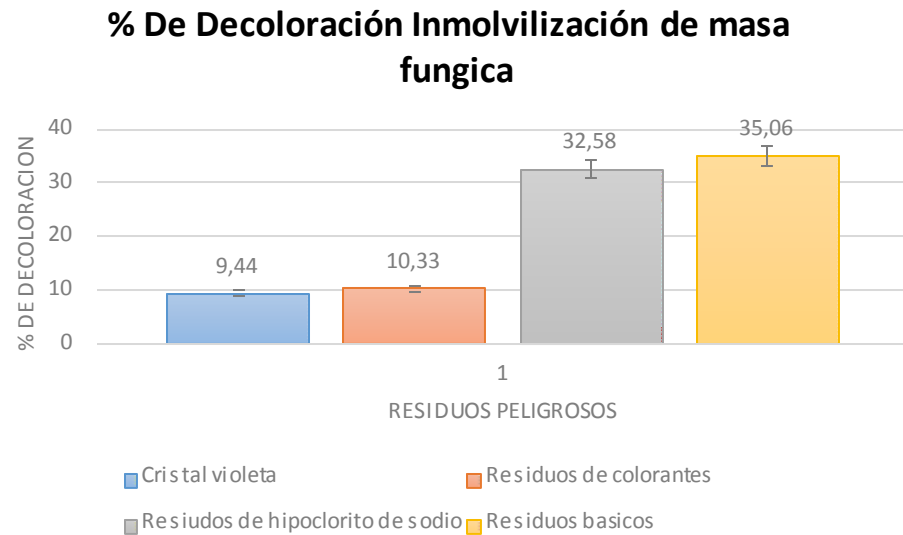


Figura 3. Porcentajes de biorremediación con hongo inmovilizado en espuma de poliuretano.
Fuente. Elaborado por los autores.

2006. Peña C y Tobon YV. *Aspergillus spp.*
Remoción de color en lodos del 80.55% en 9 días.

2017. Kalyane *et al.* *Aspergillus fumigatus*
VM 60% y Rojo congo 95%.

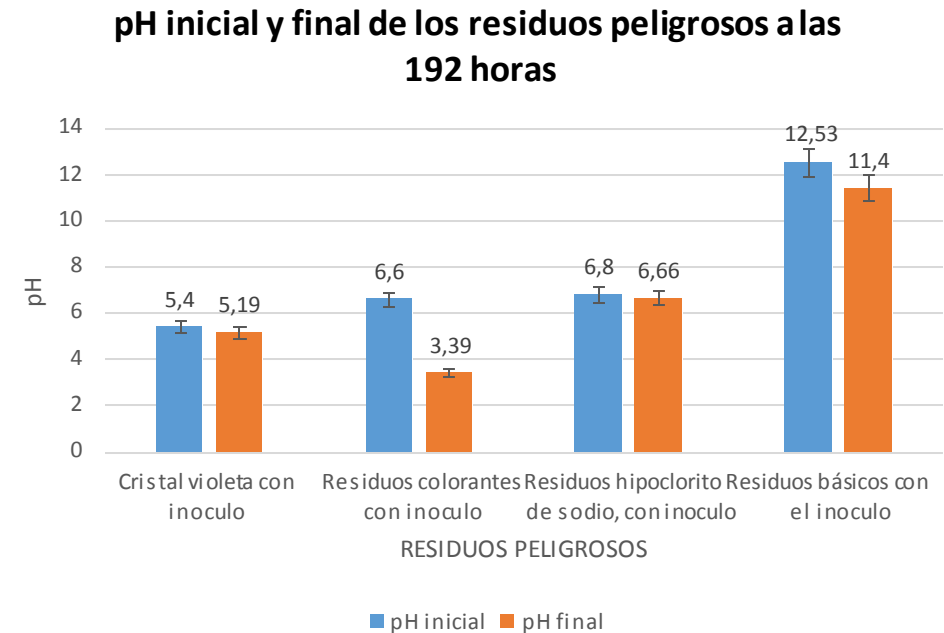


Figura 4. pH inicial y final de los residuos peligrosos a las 192 horas.
Fuente. Elaborado por los autores.

2018. Salazar *et al.* Degradan colorantes tipo azo con un consorcio y describe la aparición de ácido sulfanílico

TABLA RESUMEN

Tipo de muestra	Inmovilización fúngica (% de biorremediación)	Consortio bacteriano en células libres (% de biorremediación)	Microencapsulado de consorcio bacteriano (% de biorremediación)
Cristal violeta	9,44	72,78 ↑	32.09
Residuos de colorantes	10,33	32,78 ↑	26.09
Residuos básicos	35,06	32,68	45.52 ↑
Residuos de hipoclorito de sodio	32,58	100 ↑	100 ↑

Fuente. Elaborado por los autores.

ANOVA (95%) Diferencia significativa entre tratamientos $p < 0,05$ ($F = 4,25$; $gl: 2$; $P= 0,199$).

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado de la generación de residuos en los laboratorios de docencia de la UCMC indican que los residuos más generados para el periodo de estudio son los de hipoclorito de sodio con 302 L y de colorantes 112L.

Los Residuos de colorantes, de hipoclorito de sodio, de reactivos ácidos y de reactivos básicos son peligrosos con características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad y biológicos (CRETIB).

Los residuos peligrosos generados de carácter ácido, como los residuos de colorantes, el cristal violeta y los residuos de hipoclorito de sodio se pueden biorremediar con microorganismos nativos aislados e inoculados en un consorcio como células libres, ya que estos están adaptados a las condiciones tóxicas de estas sustancias.

Los microorganismos aislados e identificados de los residuos fueron, 4 bacterias: *Staphylococcus sciuri*, *Burkholderia cepacia*, *Aeromonas Hydrophila*, *Corynebacterium aquaticum* y 2 hongos: *Aspergillus niger* y *Penicillium spp.*

Los residuos peligrosos generados de carácter básico, como los residuos básicos y los residuos de hipoclorito de sodio se pueden biorremediar con la microencapsulación en alginato de sodio 2% de un consorcio realizado con microorganismos nativos aislados gracias a la estabilidad y protección adicional del alginato de sodio a pH básicos.

RECOMENDACIONES

- Implementar el Consorcio Bacteriano en células libres y microencapsulado y el *hongo* inmovilizado para biorremediar los residuos generados en los laboratorios de docencia y similares donde se generen este tipo de residuos.
- Realizar análisis genético a los microorganismos aislados.
- Hacer análisis cromatográfico de los metabolitos generados en el proceso de biorremediación.

PRODUCTOS Y LOGROS

- Cepas de microorganismos identificados conservados en glicerol.
- Microcapsulas del consorcio bacteriano.
- Hongo inmovilizado en poliuretano.
- Presentación de ponencia y publicación de memorias en la Universitaria Agustiniiana – Uniagustiniana.
- Publicación de artículo científico aceptado para publicación en el número 1 (2019) de la revista CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO.



CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO

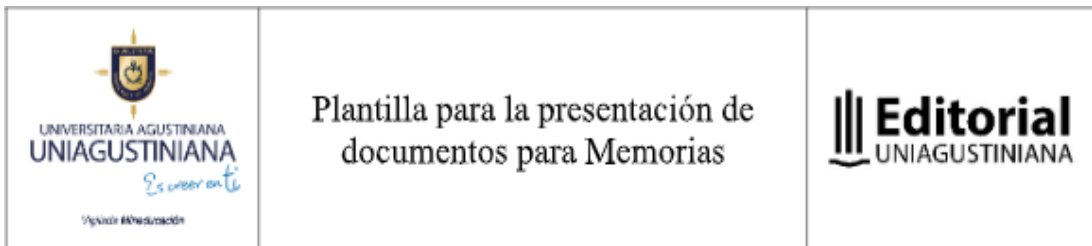
Enero-Junio, 2019
10(1): 81-85

Biorremediación de residuos peligrosos generados en laboratorios de docencia universitaria

Bioremediation of hazardous waste generated in university teaching laboratories

Biorremediação de resíduos perigosos gerados em laboratórios de docência universitária

Cristian Ramirez; Juan Ariza; John Castellanos; Judith Camacho



BIORREMEDIACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LABORATORIOS DE PRACTICA DE LA UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA.

**Ramirez Morales, Cristian F^a. Ariza Baron, Juan C^b. Castellanos Sanchez, John S^c.
Camacho Kurmen, Judith E.^d**

^a Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bacteriología y laboratorio clínico, Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^b Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bacteriología y laboratorio clínico, Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^c Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bacteriología y laboratorio clínico, Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^d Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bacteriología y laboratorio clínico Docente, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

Mesa: ingenieras, ciencias básicas y de la salud.

Correo: cframirez@uricolmayor.edu.co



BIORREMEDIACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LABORATORIOS DE DOCENCIA UNIVERSITARIOS.

BIORREMEDIATION OF HAZARDOUS WASTE GENERATED IN THE UNIVERSITY TEACHING LABORATORIES.

Ramirez Morales, Cristian F^a. Ariza Baron, Juan C^b. Castellanos Sanchez, John
S^b. Camacho Kurmen, Judith E.^d

^a Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca/ Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^b Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca/ Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^c Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca/ Estudiante, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

^d Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca/ Docente, semillero Bioprocesos y control, Bogotá, Colombia

cframirez@uricolmayor.edu.co

Edwin Daniel Durán .

ERII2019 submission 2 - Estimados Autores: Agradezco por favor seguir las indicaciones de los documentos adjuntos para el e...

PDF Guia para la pre...

PDF Guia para la pre...

W Plantilla Resum...

Posponer

ENCUENTRO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO UNIVERSIDAD UNIAGUSTINIANA

 2019

ENCUENTRO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

La Universitaria Agustiniiana y la Vicerrectoría de Investigaciones
certifican que:

Cristian Felipe Ramírez Morales
C.C. 1000469031

Participó en calidad de ponente en el encuentro de Semilleros de investigación y Emprendimiento 2019, que se llevó a cabo el 22 y 23 de abril de 2019, en la UNIAGUSTINIANA.
con su ponencia:

Biorremediación de residuos peligrosos generados en los laboratorios de práctica de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.


MAURICIO RINCÓN MORENO
Director de Investigaciones


DUSTIN TAHISIN GÓMEZ
Coordinador científico del evento

 UNIVERSITARIA AGUSTINIIANA UNIAGUSTINIANA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES

 2019

ENCUENTRO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

La Universitaria Agustiniiana y la Vicerrectoría de Investigaciones
certifican que:

John Smith Castellanos Sánchez
C.C. 1018490013

Participó en calidad de ponente en el encuentro de Semilleros de investigación y Emprendimiento 2019, que se llevó a cabo el 22 y 23 de abril de 2019, en la UNIAGUSTINIANA.
con su ponencia:

Biorremediación de residuos peligrosos generados en los laboratorios de práctica de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.


MAURICIO RINCÓN MORENO
Director de Investigaciones


DUSTIN TAHISIN GÓMEZ
Coordinador científico del evento

 UNIVERSITARIA AGUSTINIIANA UNIAGUSTINIANA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES

 2019

ENCUENTRO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

La Universitaria Agustiniiana y la Vicerrectoría de Investigaciones
certifican que:

Ariza Baron Juan Camilo
C.C. 1030675663

Participó en calidad de ponente en el encuentro de Semilleros de investigación y Emprendimiento 2019, que se llevó a cabo el 22 y 23 de abril de 2019, en la UNIAGUSTINIANA.
con su ponencia:

Biorremediación de residuos peligrosos generados en los laboratorios de práctica de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.


MAURICIO RINCÓN MORENO
Director de Investigaciones


DUSTIN TAHISIN GÓMEZ
Coordinador científico del evento

 UNIVERSITARIA AGUSTINIIANA UNIAGUSTINIANA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Colegio mayor de Cundinamarca.
- A los colaboradores del Laboratorio Central por su buena disposición al ayudar en cuanto fue necesario.
- A la profesora Judith Elena Camacho Kurmen por su asesoría y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.
- Al Grupo Bioprocesos y control por su apoyo logístico.

BIBLIOGRAFÍA

1) Jefferson J. Jones, Joseph O. Falkinham III. Decolorization of Malachite Green and Crystal Violet by Waterborne Pathogenic Mycobacteria. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2003; 47(7): 2323-2326.

Disponible en: <http://aac.asm.org/content/47/7/2323.full>

(2)Liberto R, Saparrat M, Crecimiento y habilidad decolorante potencial de Hyphomycetes (Deuteromycetes) de Río Santiago sobre medio agarizado suplementado con cromóforos sintéticos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* v.40 n.3-4 Córdoba ago./dic. 2005 [Internet], Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722005000200001)

23722005000200001

(3)Daneshvar N, Ayazloo M, Khataee AR, Pourhassan M. Biological decolorization of dye solution containing Malachite Green by microalgae *Cosmarium* sp. *Bioresource Technology*. 2007; 98(6):1176-1182.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085240600229X>

(4)Quintero L Cardona S. Tecnologías para la decoloración de tintes índigo e índigo carmín, octubre 13 de 2009, [Internet], Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a37v77n162.pdf>

(5)Ernesto Shimizu, Jorge O. Velez Rueda, Pedro D. Zapata, Laura L. Villalba. Relación entre degradación de colorantes y oxidación de lignina residual causados por *Ganoderma applanatum* y *Pycnoporus sanguineus* en el licor negro kraft. 2009; (12): 46-51. Disponible en: <http://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/view/368/301>

Cardona M, Osorio J, Quintero J. Degradación de colorantes industriales con hongos ligninolíticos. *Rev. fac. ing. univ. Antioquia* no.48 Medellín Apr/ June 2009, [Internet], Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302009000200003 Gonzales M, Arroyave J, Trujillo J, Arias S, Osorio J, Restrepo G, Degradación del colorante Rojo Punzó por medio de lodos anaerobios, 2010, *NOVA Biomedical Sciences Journal*; Vol. 8, Núm. 14 (2010); 229-236 Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/454/1105>

(6)Osorio Echavarría J, Vidal Benavides A, Quintero Díaz J, Decoloración de aguas residuales textiles utilizando el hongo ligninolítico anamorfo R1 de *Bjerkandera* sp. 15 de octubre de 2010. [Internet], Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43021212010>

(7)Cheriaa J, Khaireddine M, Rouabhia M, Bakhrouf A. Removal of triphenylmethane dyes by bacterial consortium. *TheScientificWorldJournal* 2012; 2012: 512454.

Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/512454/>

(8) Cheng Y, Lin H, Chen Z, Megharaj M, Naidu R. Biodegradation of crystal violet using *Burkholderia vietnamiensis* C09V immobilized on PVA-sodium alginate-kaolin gel beads. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2012; 83:108- 114. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651312002102>

(9) Chanagá Vera X, Plácido Escobar J, Marín Montoya M, Socorro Yepes Pérez, HONGOS NATIVOS CON POTENCIAL DEGRADADOR DE TINTES INDUSTRIALES EN EL VALLE DE ABURRÁ, COLOMBIA. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, Volumen 65, Número 2, 2012. ISSN electrónico 2248-7026. ISSN impreso 0304-2847. [Internet], Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/36485/46751>

(10) Juarez Rosete ME. Tratamiento de efluentes generados por la industria textil, aplicando sistemas biotecnológicos, químicos y electroquímicos. [Tesis de maestría]. Tlaxcala. Mexico. Instituto Politécnico Nacional. 2008. [Publicada el 28 de noviembre de 2012]. Disponible en: <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8653>

(11)Pucci OH, Acuña A, Pucci GN, Biodegradation Waste of the Stations Service by *Rhodococcus erythropolis* ohp-algp. *Acta biol. Colomb.* vol.18 no.2 Bogotá May/Aug. 2013 [Internet] Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2013000200002&lang=pt

(12) Jaramillo A, Jiménez S, Merino A, Hormaza A, obtención de un inóculo fúngico para la degradación de un colorante azo por fermentación en estado sólido, *rev. Ud.ca. act. & div. Cient.* 17(2): 577-585, julio-diciembre, 2017, [Internet] disponible en:

(13) Huachi L, Macas A, Méndez G. Biodegradación de los fenoles presentes en el extracto de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) y en los colorantes índigo carmín, naranja II, y rojo de fenol a través de *Trametes versicolor* y *Aspergillus niger*. *La granja: Revista de ciencias de la vida*. 2014; 20(2). 29-35. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8842/1/Biodegradacion%20de%20los%20fenoles%20presentes%20en%20el%20extracto%20de%20guarango.pdf>

(14) Kabbout R, Taha S, Biodecolorization of textile dye effluent by biosorption on fungal biomass materials, *Physics Procedia* 55 (2014) 437 – 444 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.07.063>

(15) Hormaza A, Rojas J. Evaluación de la biodegradación del colorante azul brillante utilizando hongos de la podredumbre blanca y sus consorcios. *U.D.C.A. Act. & Div. Cient.* 2015; 19(1). 179-187. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a21.pdf>

(16) Gomez V, Gonzalez J, aislamiento de microorganismos con potencial para la degradación de colorantes textiles, Verano de la Investigación Científica, 2016, Vol. 2 no. 1, 137-142.

Disponible en:

http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/artide/view/1_690

(17) Acevedo A, Morales C, García R. Aplicación de lacasas producidas por hongos para degradación de colorantes microbiológicos (orceína y cristal violeta). Verano de la investigación científica. 2017; 1(2). 594-599.

Disponible en:

http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/artide/view/3_9/pdf1

(18) Holguín J, Escobar A, Monroy RP, Muñoz G, Remoción de colorantes reactivos empleando el hongo Bjerkandera dusta, 2017, Informador Técnico (Colombia) 81(2) Julio - diciembre 2017: 142-150 ISSN 0122-056X | e-ISSN 2256- 5035. Disponible en: <http://doi.org/10.23850/22565035.877>

(19) Loredó A, Argüello A, Rodríguez-Herrera R, Gutiérrez-Sánchez G, Escamilla A, biodegradación fungica de poliuretano rígido. [Internet]. Quím. Nova vol. 40 no. 8 São Paulo Sept. 2017. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422017000800885

(20) Angulo M, Grey Castellar O, Mercedes Cely, Lilia Ibáñez S, Lidys Prasca

M. Decoloración de aguas residuales de una industria de pinturas por la microalga Chlorella sp. February 2017. [Internet], Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v22n1/0122-0268-mvz-22-01-05706.pdf>

(21) Vaca Jimeno V, Angulo Mercado E, Puentes Ballesteros D, Torres Yépez J, Plaza Vega M. Uso de la microalga Chlorella sp. viva en suspensión en la decoloración del agua residual de una empresa textil. [Internet], Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v15n1/1692-8261-prosp-15-01-00093.pdf>

(22) Jaramillo M, Jaramillo M, Quiroz M, Medina S. Potencial Biorremediación del Colorante Negro Azoico por Levadura Inmovilizada en Gelatina y Estudio Teórico de la Interacción Levadura Colorante. Ingenierías USBMed. 2018; 9(1): 30-38. Disponible en: <http://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/3199>

(23) Salazar H, Merlyn A, Velázquez G, Alan, Juárez R, Cleotilde, Santoyo T, Fortunata, Ruíz O, Nora, Galíndez M, Juvenio. Evaluación comparativa de la biodegradación del ácido sulfanílico por cultivos puros. [Internet]. [Consultado 4 abril 2018].

Disponible en:

http://www.informatica.sip.ipn.mx/colmex/congresos/chiapas/cd/Tecnologia_ambiental%5CExtensos%5C419328.pdf

(24) Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Ministerio de ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. [Internet]. [Consultado 4 abril 2018].

Disponible en:

http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bas_es_conceptuales.pdf

(25) Universidad de Autónoma de Occidente. Guía de manejo de residuos químicos. Agosto 19 de 2011. Colombia: UAO. [Consultado 4 abril 2012]. Disponible en:

https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3035/7/Anexo%2026.%20Guia%20de%20Manejo%20de%20Residuos%20Quimicos%20en%20Laboratorios%20DSG%203.3-2-MU1_DEOM-3.3.4-F017.pdf

(26) Granados R, Villaverde M. Microbiología. Bacteriología. Características y clasificación bacteriana. Características y técnicas bioquímicas. España:

Paraninfo; 2003

(27) Barrios L, Gaviria L. et al. Tecnologías para la remoción de colorantes y pigmentos presentes en aguas residuales. Una revisión. Volumen 82, Número 191, Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/42924/53662>

(28) QUINTERO L, CARDONA S, Technologies for the decolorization of dyes: Indigo and indigo carmine. Universidad Nacional de Colombia. Octubre 13 de 2009. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262755221_Technologies_for_the_decolorization_of_dyes_Indigo_and_indigo_carmine

(29) Calderon JD, Capítulo 1 Fundamentos microbiológicos. En: Ayala, et al. Enfermedades ginecológicas y obstetricia. Ediciones Uniandes. Edición académica y compilación. Bogotá. Universidad de los Andes, Facultad de medicina. 2017. Pag 3-30. Disponible en:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=o5FcDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=related:WWkDFv-p3z8J:scholar.google.com/&ots=c1cyRn_5j8&sig=E3fgyOeNsFctTbDpM7GWoe0o1co#v=onepage&q&f=false

(30) Cuenca JD. Utilidad de los índices eritrocitarios, frotis de sangre periférica y ferritina como pruebas diagnósticas laboratoriales de anemia ferropénica en adultos mayores del barrio obrapia. Trabajo de grado. [Internet]. Loja-Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 2015. [Citado el 25 de Agosto de 2018]. .. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13782/1/Jonathan%20Danilo%20Cuenca%20Valarezo%20.pdf>

(31) Lopez J, et al. Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. Investigación en Discapacidad Mediagráfica. Vol 3. No. 1. Pag 10-18. Disponible en: http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1467/280_3.pdf?sequence

=1

(32) Vazquez C, et al. Técnicas básicas de Microbiología Observación de bacterias. Reduca (Biología). Serie Microbiología. 2010. Vol. 3 No. 5. Pag. 15-38. Disponible en:

http://starcentral.mbl.edu/microscope/_portal.php?pagetitle=azorganism.

(33) Megias M, et al. Atlas de histología vegetal y animal, técnicas histológicas de tinción. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de biología. Universidad de Vigo. 2018. [Internet]. [Citado el 26 de Agosto de 2018]. Disponible en:

<http://mmegias.webs2.uvigo.es/inicio.html>.

(34) Quiminet.com [Internet]. México D.F. [25 de Octubre de 2012; 10 de Octubre de 2018]. QuimiNet, Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/acidos-y-bases-sustancias-basicas-en-la-quimica-2875121.htm>

(35) Causil L, Coronado J, Verbel L, Vega M, Donado K, Pacheco K. Efecto citotóxico del hipoclorito de sodio (NaClO), en células apicales de raíces de cebolla (Allium cepa L.). 11(1); 97-104.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v11n1/2011-2173-rcch-11-01-00097.pdf>

- (36) Palau E, Virginia C. Digestion anaerobia de residuos de biomasa para la producción de biogas. [Internet]. [Consultado 20 septiembre 2018]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68331/Palau%20-%20Digesti%C3%B3n%20anaerobia%20de%20residuos%20de%20biomasa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s.%20Fundamentos..pdf?sequence=1>
- (37) Secretaria distrital de habitat. Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. 2014 [Internet]. [Consultado 20 septiembre 2018]. Disponible en: http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- (38) Alkorta I, Amezcua I, Gabirso C. Biorremediación y ecología. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. (2002); 11(3): 558-559. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/artide/viewFile/591/558>
- (39) Osorio J, Quintero J, Decoloración del colorante industrial Turquesa Erionyl con el hongo de la pudrición blanca de la madera Bjerkandera sp. R1. [Internet]. Consultado 20 noviembre 2018] Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702018000100005
- (40) Cortazar M, Ramirez C, Olivares C. et al. Biotecnología aplicada a la degradación de colorantes de la industria textil. Universidad y ciencia vol. 28 no. 2 Villahermosa ago. 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000200009
- (41) Torres K, Zuluaga T. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería Química]. Universidad Nacional de Colombia; 2009. 92 p. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/815/1/32242005_2009.pdf
- (42) Castellanos J, Hernández Y, Trujillo J. Biorremediación. [Internet]. [Consultado 4 abril 2012]. Disponible en: <http://microbiologia3bn.blogspot.com.co/2012/05/>
- (43) Leahy JG, Colwell RR. Microbial Degradation of Hydrocarbons in the Environment. Microbiol Mol Biol. Rev. 1990. Vol. 54 pag. 305-315. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC372779/pdf/microrev00038-0103.pdf>
- (44) Gomez SE, et al. Factores bióticos y abióticos que condicionan la biorremediación por Pseudomonas en suelos contaminados por hidrocarburos. NOVA. Vol 6. No. 9. Pag 76 – 84. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/398/1158>
- (45) Haigler BE, Pettigrew CA, Spain JC. Biodegradation of mixtures of substituted benzenes by Pseudomonas, strain JS150. Appl Environ Microbiol. 1992. Vol. 58. Pag. 2237–2244. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC195761/>
- (46) Parshetti G, Telke A, et al. Biodegradation of Crystal Violet by Agrobacterium radiobacter. Journal of Environmental Sciences 2011, 23(8) 1384–1393. Disponible en: www.sciencedirect.com
- (47) Yang J et al, Laccase-Catalyzed Decolorization of Malachite Green: Performance Optimization and Degradation Mechanism, Plos one, 2015, Volumen 10, No 5, pag 1-14 Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127714>
- (48) Garzon Jimenez R C. Cinética de degradación de colorantes textiles de diferentes clases químicas por hongos y bacterias inmovilizados sobre fibra de agave tequilana Webbe var. Azul. [Tesis de Pregrado]. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana; 2009. Disponible en: <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis217.pdf>
- (49) Arnáiz C, Isac L, Lebrato J. Determinación de la biomasa en procesos biológicos. 2000; 20 (205): pág. 45-52 Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/34261>
- (50) Cardona M, Osorio J, Quintero J. Degradación de colorantes industriales con hongos ligninolíticos. 27 Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.º 48. pp. 27-37. Junio, 2009. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/42924/53662>
- (51) Gutiérrez C, Droguet M. La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor joletini ntexter (U.P.C) 2002, N122
- (52) Scragg A, Biotecnología para ingenieros sistemas biológicos en procesos tecnológicos, Balderas 95. México D.F, Limusa s.a de cv grupo noriega editores, 1997.
- (53) Cayra E, Davila J H, Villalta J M, Rosales Y, Evaluación de la Estabilidad y Viabilidad de Dos Cepas Probióticas Microencapsuladas por Lecho Fluidizado, Inf. Tecnol., 2017, Vol. 28 no. 6, La Serena, Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000600005#t2
- (54) Burcu Çabuk, Şebnem Tellioglu Harsa. Improved viability of Lactobacillus acidophilus NRRL-B 4495 during freeze-drying in whey protein-pullulan microcapsules, 16 Mar 2015. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02652048.2015.1017618>
- (55) Desai K G, Liu C, Park H. Characteristics of vitamin C encapsulated tripolyphosphate-chitosan microspheres as affected by chitosan molecular weight 08 Oct 2008 Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02652040500435360>
- (56) Parra R A, Revisión: Microencapsulación de alimentos, Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, Volumen 63, Número 2, p. 5669-5684, 2010. ISSN electrónico 2248-7026. ISSN impreso 0304-2847. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/artide/view/25055/37055>
- (57) De Araujo N, Gutierrez LA, Ruiz O S, Montoya O I, técnicas para la microencapsulación de probióticos y el impacto en su funcionalidad: una revisión, Alimentos Hoy, 2015, Vol 23, No 36, pag 112 126 Disponible en: <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/349/299>
- (58) Ding WK1, Shah NP. Effect of various encapsulating materials on the stability of probiotic bacteria. Marzo 2009 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19323757>
- (59) Burgain J, Gaiani C, Linder M, Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. June 2011. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026087741000631X>
- (60) Flores I A – Belmont et al, Microencapsulación de compuestos con quitosano. Temas compuestos de ingeniería de alimentos, Volumen 7 No 1, 2013, pág. 48 – 56 Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Flores-Belmont-et-al-2013.pdf>
- (61) IDEAM, Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia ,2016 Bogota DC, 2016 128 paginas

- (62) Decreto 4741 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. (Diario oficial, número 46130 de diciembre 30 de 2005). Disponible en:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>
- (63) Resolución 0062 de 2007 por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país. (Diario oficial, número 46.703 de Julio 28 de 2007) Disponible en:
<https://app.vlex.com/#vid/43247311>
- (64) Resolución 2115 de 2007 por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. (Diario oficial, número 46.679 de 4 de julio de 2007) Disponible en:
<http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/c46bea38-2c19-4942-8b74-6475d1a36625/Resoluci%C3%B3n+2115+de+2007.pdf?MOD=AJPERES>
- (65) Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. (Diario oficial número 49.486 de 18 de abril de 2015)
 Disponible en:
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambienteds_0631_2015.htm
- (66) Ortiz H. María Laura. Principios y aplicaciones de la Biotecnología. Universidad Autónoma del estado de Morelos. México. 2006.
- (67) Pedroza, A., Quevedo-Hidalgo, B. y Matiz, A. 2007. Manual de laboratorio de procesos biotecnológicos. Primera edición. Colección de apuntes, Editorial Pontificia Universidad Javeriana. ISBN: 978-958-716-029-1.
- (68) Botero M, Salazar OA, Mendez JA. Método anova utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición, Scientia et Technica Año XIII, [Internet]. 2007. [Citado el 05 de diciembre de 2018]. Vol. 1, Núm. 37 pag 533 – 537. Disponible en:
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4181/2141>
- (69) Avila J. [PDF] Pruebas de Hipótesis-ANOVA –Zenodo. [Internet]. 18 de agosto de 2016. [Citado el 05 de diciembre de 2018]. Disponible en:
<https://zenodo.org/record/60501/files/anova.pdf>
- (70) Rubio M, Berlanga V. Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. REIRE. [Internet]. 2012. [citado el 05 de diciembre de 2018]. Vol. 5, núm. 2, pag 83 – 100. Disponible en:
<http://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/view/reire2012.5.2527/4082>
- (71) López Casas J, Olivera Martínez E, Rey Benito J, Manual de Gestión Integral de Residuos CODIGO: MNL-A05.002.0000-001 VERSIÓN 00. República de Colombia Instituto Nacional de Salud. [Internet], [Citado 15 de febrero de 2019]. Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>
- (72) Apella MC, Araujo PZ. Microbiología de agua. Conceptos básicos. Solar Safe Water [Internet], [Citado 23 de septiembre de 2018]. Chapter 2. Pag 33- 50. Disponible en:
<http://www.ine.es/normativa/leyes/incinor.htm>
- (73) Maqbool Z et al. Use of RSM modeling for optimizing decolorization of simulated textile wastewater by Pseudomonas aeruginosa strain ZM130 capable of simultaneous removal of reactive dyes and hexavalent chromium. Environmental Science and Pollution Research, 2016. Vol 23 No 11, pag 11224–11239. Disponible en: doi: 10.1007/s11356-016-6275-3.
- (74) Jing W et al. Decolorization and Degradation of Direct Blue 6 from textile wastewaters by Pseudomonas aeruginosa HS-DY012. Advances in Engineering Research. 2018. vol 120. pag 1355 – 1359. Disponible en: <https://doi.org/10.2991/ifeesm-17.2018.245>
- (75) Aftab U et al. Decolourization and Degradation of Textile Azo Dyes by Corynebacterium sp. Isolated From Industrial Effluent. Pakistan J. Zool. 2011. vol. 43, No. 1, pag 1-8.
- (76) Salas MC, Morales I, Terrazas E. Capacidad decolorativa de Coriopsis polyzona, Pycnoporus sp. Y Penicillium sp. Sobre Reactive Black 5 a diferentes condiciones de cultivo. BIOFARBO, 2012. Vol. 20. No. 1. Pág. 41-48. Disponible en:
http://scielo.org.bo/pdf/rbfb/v20n1/v20n1_a05.pdf
- (77) Robidillo CJ, Villarante NR, Trinidad LC. Biosorption of copper (II) by live biomasses of two indigenous bacteria isolated from copper-contaminated water, Philippine Science Letters [Internet], 2014, Vol. 7 No. 2. pag 356- 372. Disponible en:
<http://philsciletters.org/2014/PSL%202014-vol07-no02-p356-371%20Robidillo.pdf>
- (78) Araque et al. Identificación bioquímica y PCR especie-específica de cepas de Burkholderia cepacea de origen hospitalario y ambiental en Venezuela, Rev. Soc. Ven. Microbiol. v.28 n.2 Caracas dic. 2008. Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562008000200003
- (79) Gan L, Zhou F, Owens G, Chen Z. Burkholderia cepacea immobilized on eucalyptus leaves used to simultaneously remove malachite green (MG) and Cr (VI). Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 172 (2018). pag 526–531. Disponible en:
file:///C:/Users/cfram_000/Downloads/gan2018.pdf
- (80) Rahayu Kusdarwati et al. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. (2017). 55. 012038. Disponible en:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/55/1/012038/pdf>

- (81) Bharagavaa RN, Mania S, Mullab SI, Saratalec GD. Degradation and decolourization potential of an ligninolytic enzyme producing *Aeromonas hydrophila* for crystal violet dye and its phytotoxicity evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 156. (2018). pag 166–175. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.012>
- (82) Cote CR. Aislamiento, identificación bioquímica y pruebas de cloro resistencia in vitro a cepas nativas de coliformes totales y *E. coli* obtenidas en la red de distribución del acueducto de Bogotá. [Trabajo final de grado en Internet]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana, 2006 [citado 31 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8264/tesis248.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (83) Gonzalez RE, et al. Efecto de la Microencapsulación sobre la Viabilidad de *Lactobacillus delbrueckii* sometido a Jugos Gástricos Simulados. *Inf. tecnol.* 2015. vol.26 No. 5. Pag. 11-16. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000500003>
- (84) Reyes MA, et al. Inmovilización de bacterias potencialmente degradadoras de petróleo crudo en matrices orgánicas naturales y sintéticas. *Rev. Int. Contam. Ambie.* Vol. 34. No. 4. Pag. 597- 609, 2018. Disponible en: DOI: 10.20937/RICA.2018.34.04.04.
- (85) Lopretti MI, Olazabal L. Microencapsulación de microorganismos *kluyveromyces marxianus* en diferentes sistemas y materiales. Evaluación de su actividad biológica en la producción de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen 15 No. 1. 2014. Pag. 55-65 Disponible en: <http://www.reviberpol.iibcaudo.com.ve/pdf/Ene14/lopretti.pdf>
- (86) Castillo SL, et al. Diseño de microcápsulas de alginato con matriz prebiótica de aloe vera para la encapsulación de *Lactobacillus plantarum*. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2017. Vol. 2. Pag 531-536.
Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/9/87.pdf>
- (87) Chitiva L, Dussan J. Evaluación de matrices para la inmovilización de *Pseudomonas* spp. en biorremediación de fenol Matrix evaluation for *Pseudomonas* spp. immobilisation in phenol bioremediation. *Rev. colomb. biotecnol.*, Volumen 5, Número 2, p. 5-10, 2003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote>
- (88) Lezcano JC, Martínez B y Alonso O. Caracterización cultural y morfológica e identificación de especies de *Aspergillus* asociadas a semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. *Pastos y Forrajes* [Internet]. 2015. Vol 38 No 2 Matanzas abr.-jun. Pag 176 – 181. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n2/pyf04215.pdf>
- (89) Peña C, Tobon YV. Remoción del color de lodos provenientes de la industria textil por *Aspergillus* spp. *Revista universidad EAFIT*. 2006. Vol 42 No 152. Pag 88
- (90) Kalyane P. et al. Degradation of textile dyes by their culture optimization., *International Journal of Current Research*, 2017, Vol. 9, Issue 12, pag, 62229-62232., Disponible en: <https://www.journalcra.com/article/degradation-textile-dyes-aspergillus-fumigatus-strain-and-their-culture-optimization>
- (93) Resolución 1362 de 2007. “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005”. (Diario Oficial 46712 de agosto 06 de 2007). Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=26053>
- (94) Resolución 043 de 2007. “Por la cual se establecen los estándares generales para el acopio de datos, procesamiento, transmisión y difusión de información para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos”. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Resolucion+043+2007+ESTANDARE+S+PARA+ACOPPIO.pdf/f531d10e-5437-4cae-9423-fd61e2280d0f>
- (95) Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de desarrollo sectorial sostenible. Política Ambiental Para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. Bogotá D.C. Disponible en: <https://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/ES/politica-ambiental-para-la-gestion-integral-de-residuos-o-desechos-peligrosos>
- (96) Gonzalez LM, Martinez H, Sanabria J. Biodegradación de residuos de colorantes cristal violeta y fucsina por medio de un consorcio microbiano. [Trabajo final de grado] [Bogotá]: Universidad colegio mayor de Cundinamarca. 2015 [citado 25 de Junio de 2019].