



# MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

5a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de  
Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en  
Delineantes de Arquitectura e Ingeniería  
11 al 16 de Mayo de 2015

# Remoción del cianuro en aguas contaminadas por prácticas de minería en la quebrada La Cianurada a partir de microorganismos eficientes extraídos de la yuca.

María Camila Ocampo Bolívar  
Andrea Solano Díaz

Asesor: María Elena Gonzalez

Ingeniería Ambiental  
2015

# Introducción

Con esta investigación se pretende encontrar a nivel de laboratorio bacterias extraídas de la yuca capaces de remover cianuro y la eficiencia en el proceso.



[http://www.rpp.com.pe/2013-09-23-bacterias-de-yuca-eliminan-cianuro-de-rios-contaminados-por-mineria-noticia\\_633453.html](http://www.rpp.com.pe/2013-09-23-bacterias-de-yuca-eliminan-cianuro-de-rios-contaminados-por-mineria-noticia_633453.html)

# Objetivos

## Objetivo General

Probar que microorganismos presentes en la yuca pueden remover el cianuro presente en aguas contaminadas por prácticas de minería.



<http://www.rpp.com.pe/2013-09-23-bacterias-de-yuca-eliminan-cianuro-de-rioa->

## Objetivos Específicos

1) Identificar microorganismos presentes en la yuca que puedan remover el cianuro de aguas contaminadas por prácticas de minería

2) Desarrollar un protocolo para aislar microorganismos eficientes de la yuca que remuevan el cianuro en aguas contaminadas por prácticas de minería.

3) Comparar la eficiencia de remoción de cianuro en el agua utilizando microorganismos eficientes presentes en la yuca con respecto a los métodos convencionales utilizados.

# Metodología

*Proceso de Sedimentación*

*Proceso de Fermentación*

*Aislamiento*

*Adaptación*

*Proceso de comparación con métodos convencionales*

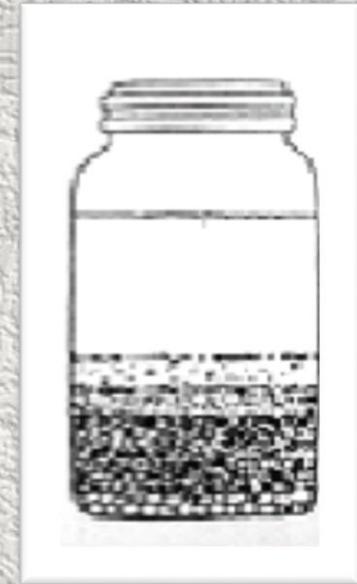
# Metodología

## **Proceso de Sedimentación:**

1. La muestra líquida se dejará durante 24 horas en total quietud.
2. De este proceso resultarán 3 capas ( Capa inferior almidón, capa intermedia mezcla entre almidón y material proteico, capa superior agua residual)



3. Se remueve el agua residual
4. Se agregan 200 ml de agua del grifo



Tomado de: ALARCOM M, F., & DUFOUR, DOMINIQUE. (1998). ALMIDÓN AGRIO DE YUCA EN COLOMBIA PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES TOMO 1: PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES. CALI COLOMBIA.

habitatydesarrollo.wordpress.com

# Metodología

## **Proceso de Fermentación:**

1. *Condiciones aerobias.*
2. *Condiciones anaerobias (agregar bisulfito sódico).*

*Durante 30 días*



- ✓ Agar CETRIMIDE ( presencia de Pseudomona)
- ✓ PLATE COUNT (mesófilos)
- ✓ CHROMOCULT o FLOOROCULT (E. coli)
- ✓ Agar sangre

Tomado de: ALARCOM M, F., & DUFOUR, DOMINIQUE. (1998). ALMIDÓN AGRIO DE YUCA EN COLOMBIA PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES TOMO 1: PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES. CALI COLOMBIA.



nubiavalcarcel.wordpress.com

# Metodología

## **Proceso de aislamiento:**

1. *Sembrar los microorganismos en medio de cultivo sólido ( agar nutritivo y agar de extracto de malta ).*
2. *Luego de 48h se siembran los microorganismos en medio sólido con 1mg/L CN*
3. *Luego de 48h se siembran los microorganismos en medio de cultivo sólido 2mg/L CN*
4. *Se aumentará la concentración de cianuro por duplicado cada 48 h hasta encontrar la máx. concentración a la que se adaptan los microorg.*
5. *Después de adaptados los microog. Se sembraran en medio líquido.*



nubiavalcarcel.wordpress.com

Tomado de: COLEY BENJUMEA & ZAPATA ZULUAGA, 2006

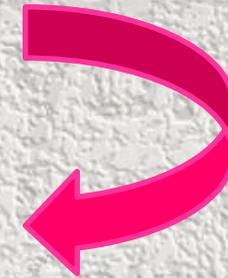
# Metodología

**Comparación de los resultados con  
métodos convencionales ya utilizados**



[www.laciudadviva.org](http://www.laciudadviva.org)

# Resultados



## PROCESO DE SEMBRADO



# Resultados

## Microorganismos obtenidos

### Primer momento

- Coliformes en agar CHROMOCULT (**Ilustración 1**)
- Gran cantidad de mesófilos en agar PLATE COUNT (**Ilustración 3**)
- Pseudomona de agar CETRIMIDE de cascara de la yuca usada (**Ilustración 2**)

### Segundo momento

- No hubo crecimiento de microorganismos en CETRIMIDE y FLOOROCULT (**Ilustración 4**)
- Crecimiento de mesófilos en agar PLATE COUNT (**Ilustración 6**)

# Resultados

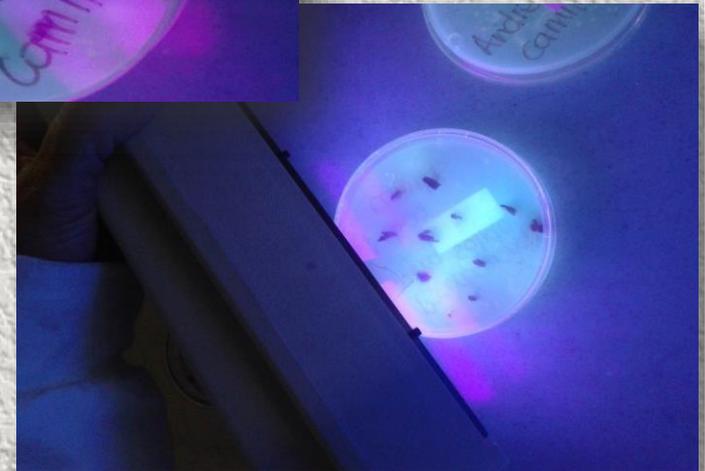
## Primer momento



**Ilustración 1.**  
Presencia de  
E.Coli



**Ilustración 2.**  
Presencia de  
Pseudomona en la  
cascara de la yuca



**Fuente: Propia**

# Resultados

## Primer momento



**Ilustración 3.**  
**Mesófilos**

**Fuente: Propia**

# Resultados

## Primer momento



**Ilustración 4.** No hubo  
crecimiento  
Pseudomona muestra de  
fermentación

**Fuente: Propia**

# Resultados Primer Momento

**Ilustración 5.** Presencia de  
Pseudomona Aeruginosa  
Pseudomona de cascara de  
La Yuca



**Fuente: Propia**

# Resultados Segundo Momento

## Ilustración 6. Mesófilos Condiciones Anaerobias



Fuente: Propia

# Resultados Segundo Momento

## Segundo momento

Se volvió a sembrar muestras de la fermentación en agares:

- CETRIMIDE
- SANGRE
- FLOOROCULT
- CHROM AGAR
- AGAR E.M.B.

**CETRIMIDE:** No se encontró pseudomona  
**Agar Sangre:** Bacteria hemolítica, bacillo Gram +, esporulado, formando cadenas  
**FLOOROCULT:** E. Coli  
**CHROM AGAR:** Bacillus con fluorescencia.  
**AGAR E.M.B. :** Lavadura de color morado y bacilos Gram + de color fucsia, largos, esporulados, formando cadenas.

Se utilizará la Pseudomona para continuar con el proceso de la degradación del cianuro

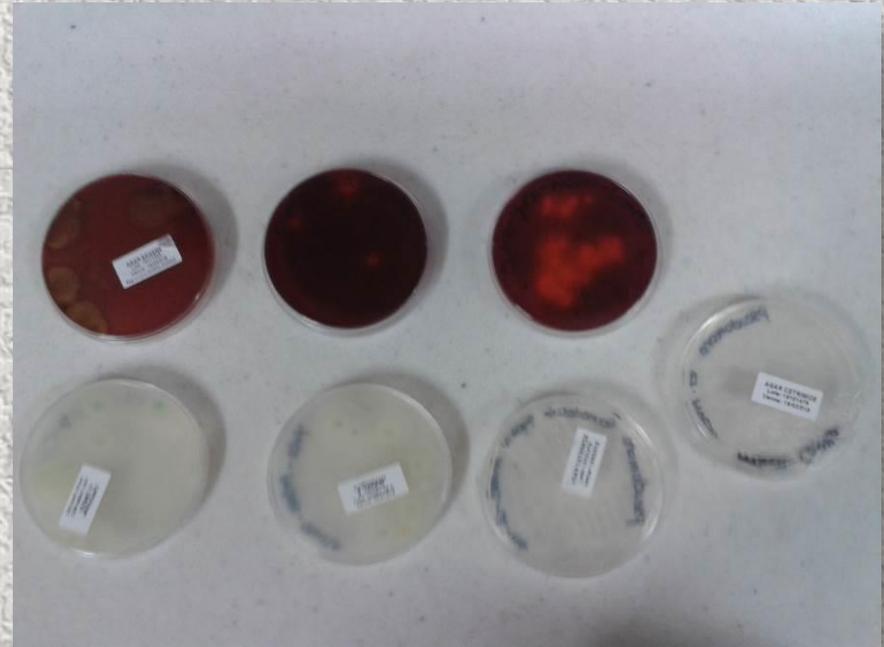
# Resultados

## Segundo momento



**Ilustración 7.** Segundo  
Momento

**Fuente: Propia**



**Ilustración 8.** Sembrado

# Resultados

## Segundo momento

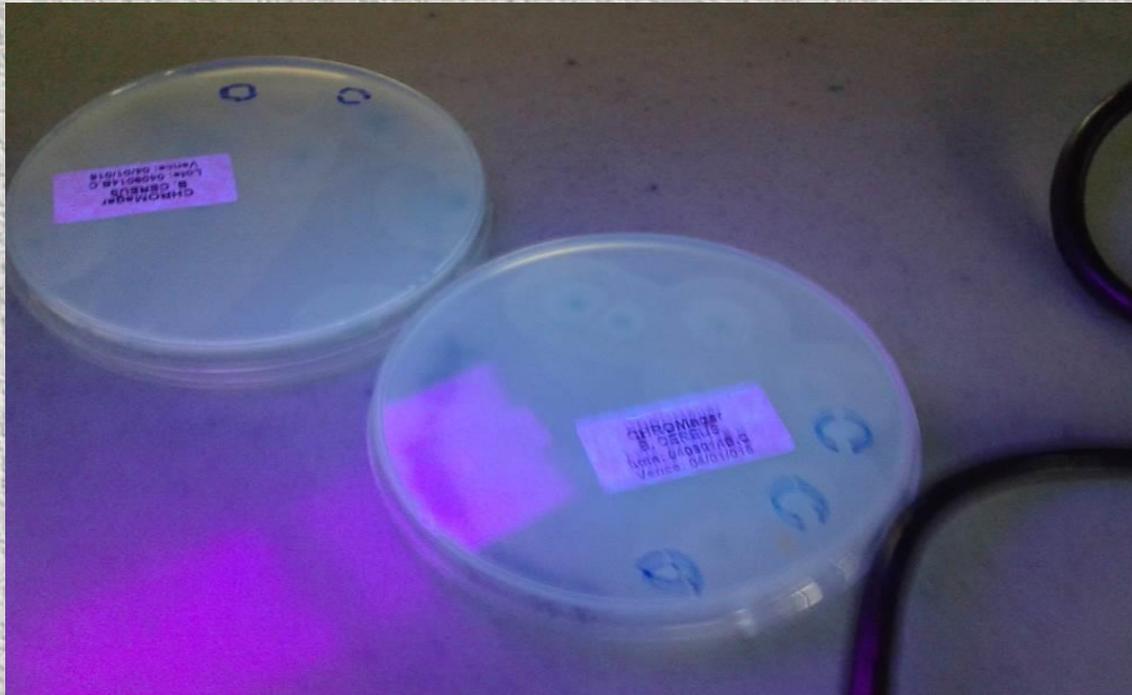


**Ilustración 9. Agar Sangre:**  
Bacteria hemolítica,  
bacillo Gram +, esporulado,  
formando cadenas

**Fuente: Propia**

# Resultados

## Segundo momento



**Ilustración 10.** Chrom Agar: Bacillus  
con fluorescencia

Fuente: Propia

# Resultados

## Segundo momento

**Ilustración 11:**  
Chrom Agar: Bacillus  
con fluorescencia



**Fuente: Propia**

# Resultados

## Segundo momento



**Ilustración 12:** AGAR E.M.B. :  
Lavadura de color morado y  
bacilos Gram + de color fucsia,  
largos, esporulados, formando  
cadenas.

**Fuente: Propia**

# Conclusiones y Recomendaciones

- Entre los microorganismos identificados en la fermentación de la yuca se encontraron Pseudomona, mesófilos, E. Coli, Bacilos y levaduras.
- En la literatura se encontró que algunos de los microorganismos identificados son capaces de degradar cianuro (Pseudomona y E. Coli).
- Utilizar agua destilada o desionizada para el proceso de fermentación.
- Realizar el proceso de aislamiento de los microorganismos en presencia de cianuro inmediatamente han sido identificados, para evitar que se generen cambios en ellos.

# Bibliografía

- ADHOUM, N., & MONSER, L. (2002). REMOVAL OF CYANIDE FROM AQUEOUS SOLUTION USING IMPREGNATED ACTIVATED CARBON. CHEMICAL ENGINEERING AND PROCESSING: PROCESS INTENSIFICATION VOLUME 41, 17-21.
- ALCALDÍA DE SEGOVIA ANTIOQUIA. (21 de 11 de 2011). SITIO OFICIAL DE SEGOVIA EN ANTIOQUIA. RECUPERADO EL 16 DE 11 DE 2014 [http://www.segovia-antioquia.gov.co/informacion\\_general.shtml#historia](http://www.segovia-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml#historia)
- ALARCOM M, F., & DUFOUR, DOMINIQUE. (1998). ALMIDÓN AGRIO DE YUCA EN COLOMBIA PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES TOMO 1: PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIONES. CALI COLOMBIA.
- YUPARI, A. (s.f.). PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN SUDAMÉRICA. INFORME ELABORADO POR LA CEPAL, EL INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES, BGR, Y EL SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA, SERNAGEOMIN.
- APAZA, V., & LUIS, S. (2002). SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE BACTERIAS DEL GENERO BACILLUS PRODUCTORA DE AMILASA EN CULTIVO SUMERGIDO.
- BARAKAT, M., CHEN, Y., & HUANG, C. (2004). REMOVAL OF TOXIC CYANIDE AND CU(II) IONS FROM WATER BY ILLUMINATED TIO<sub>2</sub> CATALYST. APPLIED CATALYSIS B: ENVIRONMENTAL VOLUME 53, ISSUE 1, 13-20.
- BARRIGA, F., NAVA, F., & URIBE, A. (2006). CYANIDE OXIDATION BY OZONE IN A STEADY-STATE FLOW BUBBLE COLUMN. MINERALS ENGINEERING VOLUME 19, 117-122.
- CEBALLOS, H., A. D. L., & GABRIEL, A. (2002). TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LA YUCA. CALI COLOMBIA.
- COLEY BENJUMEA, T., & ZAPATA ZULUAGA, D. P. (2006). AISLAMIENTO Y PURIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS DEGRADADORES DE CIANURO. MEDELLÍN: UNIVERSIDAD EAFIT.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE. (1996). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALITICOS PARA AGUAS Y EFLUENTES.
- FAJARDO, J. A., BURBANO, D. C., BURBANO, E. J., APRAEZ, N. J., & ROSERO MOREANO, M. (2010). ESTUDIO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE REMOCIÓN DE CIANURO PRESENTE EN RESIDUOS DE CIANURACIÓN PROVENIENTES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ORO DE VETA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. RED DE REVISTAS CIENTÍFICAS DE AMÉRICA LATINA, EL CARIBE, ESPAÑA Y PORTUGAL .
- FLÓREZ PIEDRAHITA, C. A. (2007). PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA MINERÍA DEL ORO EN COLOMBIA: MERCURIO, CIANURO Y OTRAS SUSTANCIAS. (S. A. TOBÓN, ED.) BOGOTÁ: UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGETICA.
- FREGENE, M., TOHME, JOE, ROCA, WILLIAM, & CHAVARRIAGA, PAUL. (2002). LA YUCA EN EL TERCER MILENIO, CAPITULO 21 LA BIOTECNOLOGÍA DE LA YUCA. CALI, COLOMBIA.
- GARCES, A., AGUDELO, L., & MACIAS, K. (2007). AISLAMIENTO DE CONSORCIO DE MICROORGANISMOS DEGRADADORES DE CIANURO. REVISTA LASALLISTA VOL. 3 No1 .
- GUERRERO, J. J. (2007). CIANURO: TOXICIDAD Y DESTRUCCIÓN BIOLÓGICA.
- HERNANDEZ, L. (2010). EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE UN AISLAMIENTO BACTERIANO NATIVO DE PSEUDOMONAS SP. COMO POTENCIAL DEGRADADOR DE COMPUESTOS CIANURADOS. MAESTRIA THESIS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLIN .

# Bibliografía

- INSTITUTO INTERNACIONAL PARA EL MANEJO DEL CIANURO. (s.f.). CÓDIGO INTERNACIONAL PARA LE MANEJO DE CIANURO. 2002.
- MARK, J., MSC, L., HAGELSTEIN, K., TERRY, I. C., & MAUDDER. (2002). THE MANAGEMENT OF CYANIDE IN GOLD EXTRACTION. CONSEJO INTERNACIONAL DE MATERIALES Y MEDIO AMBIENTE .
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. (2006). UNIDAD DE PLANEACION MINERO-ENERGETICA. BOGOTÁ.
- MORAN, R. (s.f.). EL CAMINO EN LA MINERÍA: ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA QUÍMICA, TOXICIDAD Y ANALISIS DE LAS AGUAS ASOCIADAS CON LA MINERIA.
- OSPINA, B., & CEBALLOS, H. (2002). LA YUCA EN EL TERCER MILENIO: SISTEMAS MODERNOS DE PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO, UTILIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN. CALI, COLOMBIA.
- PEREZ, G., BRANCH, J., & ARANGO, M. (2009). EL SECTOR MINERO EN EL NORDESTE ANTIOQUEÑO: UNA MIRADA A LA LUZ DE LA TEORIA DE LAS CAPACIDADES Y LOS RECURSOS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELÍN, COLOMBIA.
- RAMIREZ MARTINEZ, M. (2006). TECNOLOGÍA DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS APLICADA A LA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE. BUCARAANGA, COLOMBIA.
- RAMIREZ, A. V. (2010). TOXICIDAD DEL CIANURO INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE SUS EFECTOS EN ANIMALES Y EN EL HOMBRE.
- RAMOS AVILEZ, H. V. (2012). REMOCIÓN DE CIANURO EN RELAVES AURÍFEROS UTILIZANDO BIOCHAR PRODUCIDO A PARTIR DE TALLOS DE GLIRICIDA SEPIUM. CARTAGENA DE INDIAS: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE MENAS Y ENERGÍA. (2007). PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA MINERÍA DEL ORO EN COLOMBIA MERCURIO, CIANURO Y OTRAS SUSTANCIAS.
- RESTREPO, O. J., MONTOYA, C. A., & MUÑOZ, N. (2006). DEGRADACIÓN DE PLANTAS DE BENEFICIO DE ORO MEDIANTE UNA CEPA NATIVA DE P. FLUORECENS.
- RUIZ SOTO, J. P. (2010). MINERÍA Y PASIVOS ABIENTALES. EL ESPECTADOR .
- SANTAMBROSIO, E., ORTEGA, M., & GARIBALDI, P. (2009). TINCIÓN Y OBSERVACIÓN DE MICROORGANISMOS. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL.
- SISVESTRE MIRA, M., VERCHER PEREZ, R. F., PALACIOS GUILLEM, S., ARQUES SANZ, A., AMAT PAYA, A. M., & AÑO MONTOLYA, E. (2012). DETOXIFICACIÓN POR FOTOCTÁLISIS SOLAR DE EFLUENTES CIANURADOS PROVENIENTES DE UNA INDUSTRIA METALURGICA. VOL. 87-6 P 698-708 .
- SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN MINERA. (2007). PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA MINERÍA DEL ORO EN COLOMBIA MERCURIO, CIANURO Y OTRAS SUSTANCIAS.
- TORRES, P., RODRIGUEZ, J., & ROJAS, O. (2005). EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA. MANEJO INTEGRAL Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA.



# GRACIAS

Organizadora y Compiladora del Evento  
Olgalicia Palmett Plata  
Mayo de 2014