



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

# Expo-Ambiente

## De Biotemas y Otros Retos

Encuentro de Estudiantes de Ingeniería Ambiental  
y Ciencias Afines.



### **Microorganismos potenciales degradadores de cianuro en residuos de minería de oro**

Edwin Cardona, Laura Osorno,  
Juan Carlos Loaiza

Universidad Nacional de  
Colombia Sede Medellín





# INTRODUCCIÓN

- Minería tradicional de oro en Colombia ocupa un 44% de los municipios del país
- Genera cambios ambientales y sociales
- La industria minera aurífera esta citada como una de las mayores fuentes de contaminación de aguas por cianuro
- Decreto 1594 de 1997 (50 ppm CN)



Marmato, Caldas, 2015





# CIANURO

Es una sustancia química tóxica conocida en la minería, la producción de plásticos, galvanoplastia, bronceado, síntesis química, entre otros

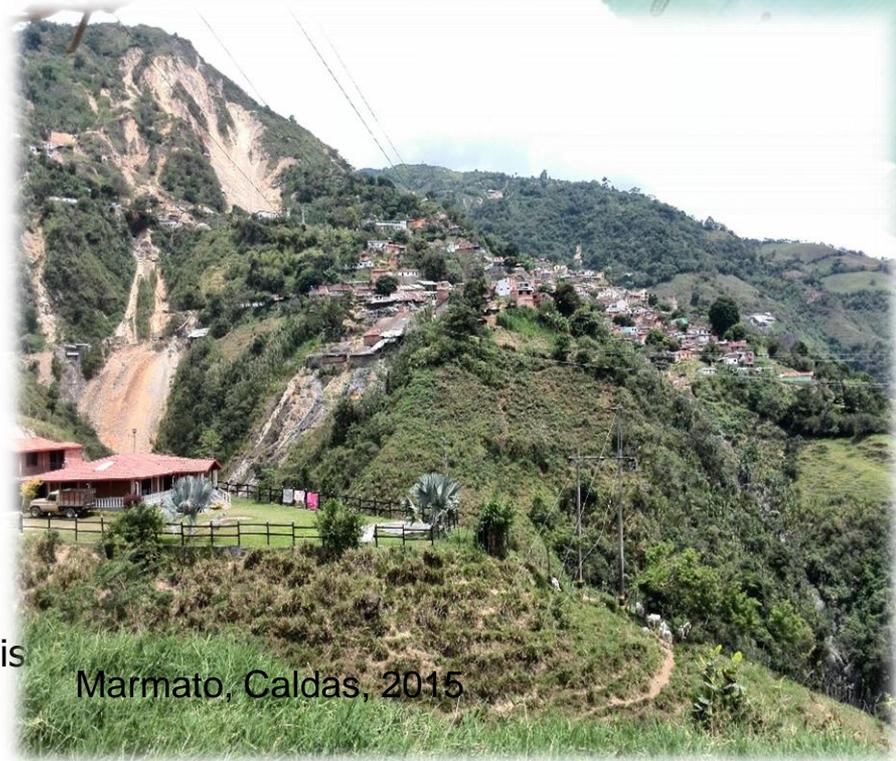
Compuestos de cianuro: HCN, sales inorgánicas simples (NaCN, KCN), complejos metal-cianuro, tiocianatos y cianuros orgánicos o nitrilos

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]_4$  y  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  son los más fuertes complejos de cianuro, y estos son susceptibles a la disociación por luz ultravioleta



# PROBLEMA

- Síntesis química
- Producido:
  - Microorganismos
  - Plantas (cianogénicas)
  - Insectos
- Contaminación
  - Aires
  - Suelo
  - Agua
- Toxicidad
  - Dosis letales
  - Dosis no-letales
  - Inhibidor: crecimiento, metabolis



Marmato, Caldas, 2015





- Accidentes catastróficos para los ecosistemas y las poblaciones
  - contaminando regiones remotas (2000 km)
- La biorremediación y la fitorremediación



Quebrada Pantanos

Desembucadura río Cauca

Marmato, Caldas, 2015





# DEGRADACIÓN DEL CTANURO

## Procesos Físicos

Funcionan en la  
parte superficial del  
agua

Luz UV  
Oxidación  
fotocatalítica

## Procesos Químicos

Más rápido  
Más costoso

Cloración alcalina  
Peróxido de  
Hidrógeno  
Dióxido de  
Sulfuro/Aire

## Procesos Biológicos

Bajo costo  
desintoxicación  
completa

Biorremediación  
Fitoremediación



# JUSTIFICACIÓN

- Especies microbianas pueden en ambientes con CN
- Bacterias utilizan CN como una fuente de carbono y/o nitrógeno
- La toxicidad del CN puede limitar la capacidad de un microorganismo



Canalón Iglesia

Unión Quebradas

Marmato, Caldas, 2015



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la biorremediación mediante el uso de residuos contaminados con cianuro subproducto de la minería de oro en el establecimiento de especies vegetales

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aislar microorganismos que puedan degradar cianuro en suelos contaminados por minería de oro
- Evaluar el efecto de microorganismos en la degradación de cianuro bajo condiciones *in vitro*
- Evaluar la efectividad de microorganismos degradadores de cianuro, como posible alternativa en procesos de biorremediación utilizando especies vegetales bajo condiciones de invernadero





# MATERIALES Y MÉTODOS

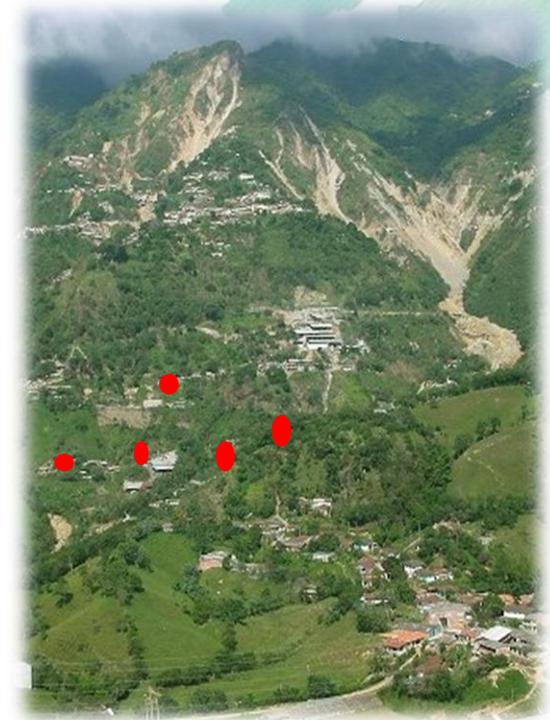
## Área de estudio

Marmato



Fuente: Alcaldía de Marmato

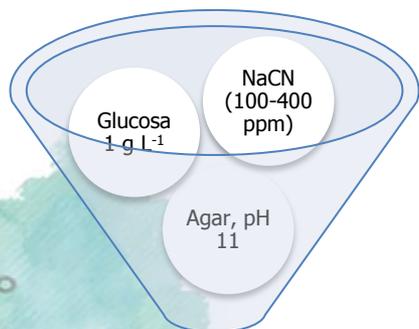
- 250 ml de agua con sedimento



Fuente: Alcaldía de Marmato



- **Aislamiento y purificación de microorganismos**
  - Muestras de Agua
  - Muestras de suelo
  - AN, King A, King B, FN
- Las muestras fueron incubadas por 4 días a 25°C



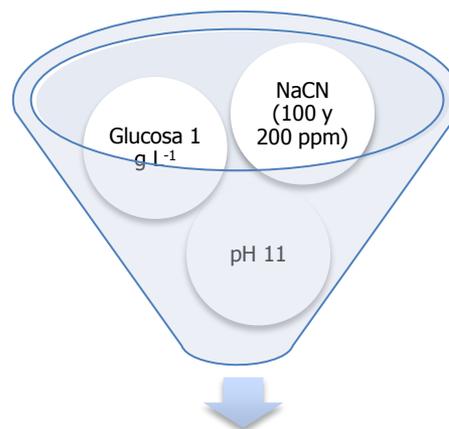
**Medio sólido**



Crecimiento



Encubación por 9 días 25°C



**Medio Líquido**



Agitación por 9 días 100 rpm

pH: potenciómetro  
CN: electrodo específico



## Diseño experimental

Diseño  
completamente al  
azar con arreglo  
factorial 3x2

3: 0, 100 , 200  
ppm CN  
2: Con y sin  
inoculación

Tres réplicas

Análisis de varianza. Las pruebas se hicieron con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ , mediante el uso del software STATGRAPHICS versión centurión XVI





## Suelo

Inceptisol Marmato, Caldas

Porcentaje de humedad: 17%

Máxima capacidad de retención de agua:  
20%

Suelo esterilizado con dazomet  
(3,5-dimetil-1,3,5-tiadazina-2-tiona) por 8  
días

Materas de 500g de suelo

				CIC														
Textura				pH	C.E	M.OAI	Ca	Mg	Kg	Na	E	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Clas																		
A%	L%	Ar%	e															
56	30	14	FA	5	5,1	0	6	5	0	0,1	12	19	16	96	13	3	29	0,2





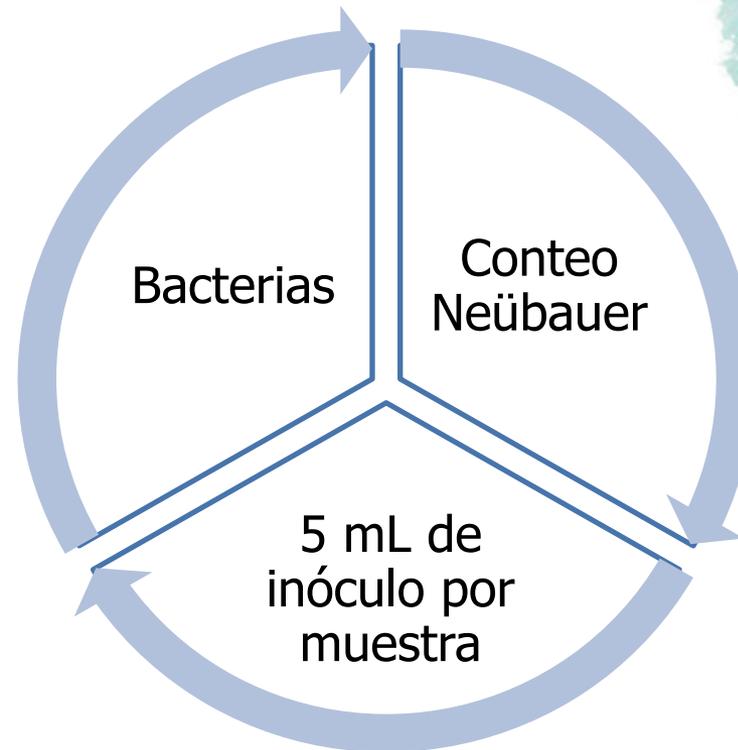
## Ensayo en invernadero

### Plantas

- *Brachiaria decumbens* (Gramínea)
- *Leucaena leucocephala* (Leguminosa)
- Germinación de semillas
- 3 Semanas se realizó un raleo
- Riego: Solución Hoagland libre de N
- 2 meses

### VARIABLES

- Altura (cm)
- Masa área seca (g)
- Concentración de CN en el suelo (ppm)
- Presencia de las bacterias (UFC/g suelo)





## Diseño Experimental

Diseño  
completamente al  
azar con arreglo  
factorial 3x2x2

3:0, 100, 200 ppm  
CN  
2: con y sin C  
2: con y sin BR

Cuatro réplicas

Análisis de varianza. Las pruebas se hicieron con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ , mediante el uso del software STATGRAPHICS versión centurión XVI





## Aislamiento y Purificación



**Bacteria roja**



**Bacteria blanca rugosa**



**Bacteria cremosa**



**Bacteria amarilla**



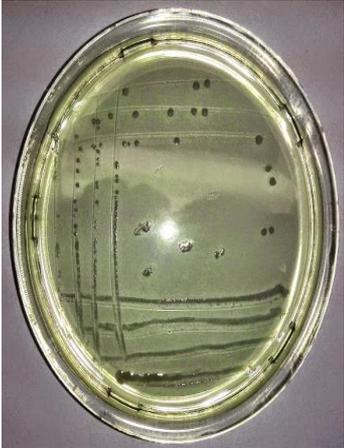
**Bacteria blanca**



**Bacteria rosada**



## Crecimiento en medio con CN



**Bacteria roja 200  
ppm**



**Bacteria blanca rugosa  
400 ppm**



**Bacteria cremosa  
300 ppm**



**Bacteria amarilla  
100 ppm**



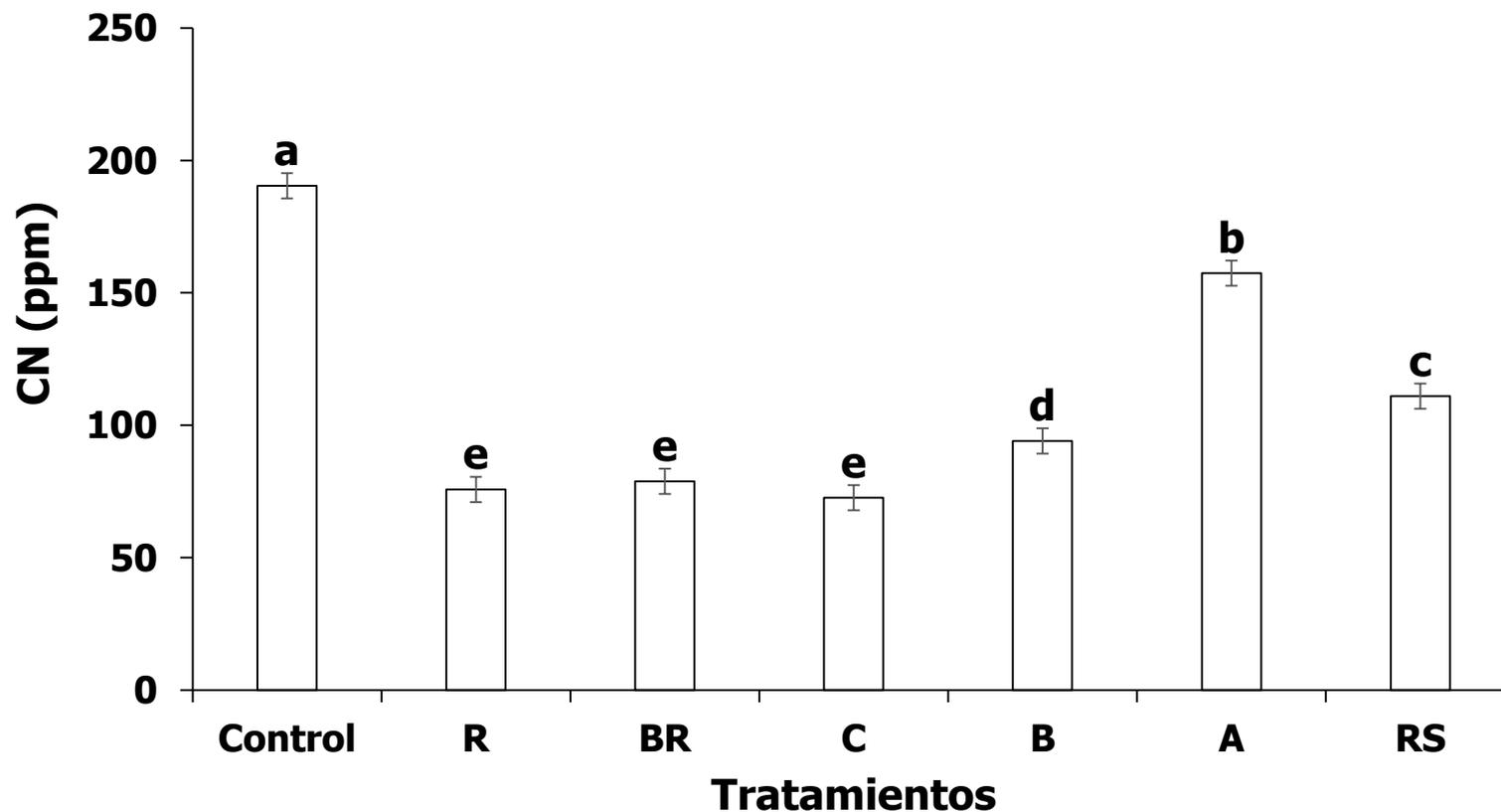
**Bacteria blanca  
100 ppm**



**Bacteria rosada  
100 ppm**

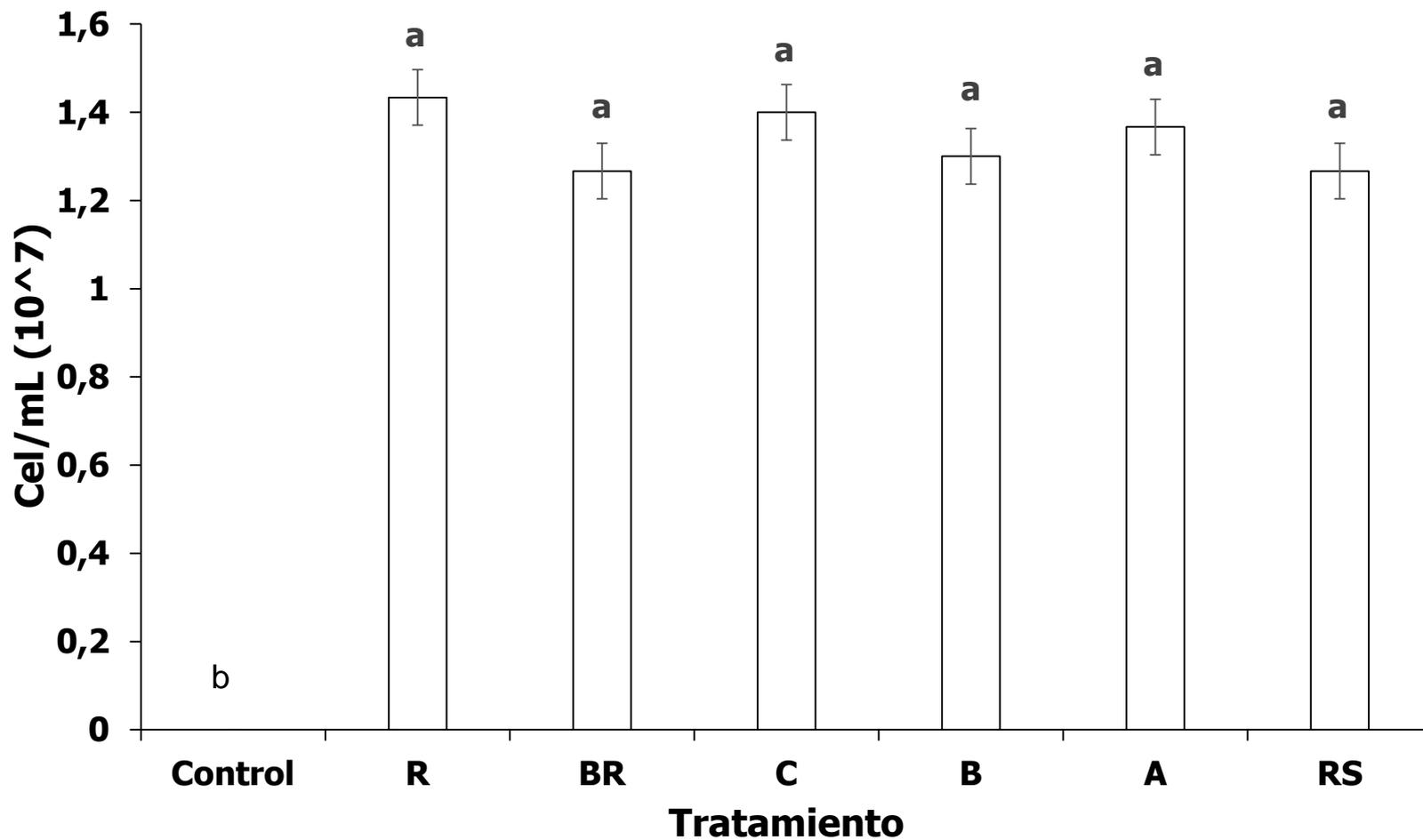


### Degradación de CN





## Conteo de Células





# CONCLUSIONES

- La concentración de células por  $\text{mL}^{-1}$  refleja que el medio con CN no inhibió el crecimiento bacteriano
- Todas las bacterias degradaron el CN en el ensayo *in vitro* pero no presentaron la misma eficiencia o el mismo poder de degradación de este compuesto porque la adaptación y resistencia de estas no es completo con sustancias tan contaminantes
- En 9 días, 3 morfotipos de bacterias lograron reducir a casi una tercera parte el CN inicial del medio. Lo anterior demuestra que estas bacterias no solo toleran el CN sino que además lo están metabolizando o transformando. Esto refleja la posibilidad de generar ensayos con sustratos contaminados con CN y así evaluar su funcionamiento bajo condiciones de invernadero





# RESULTADOS

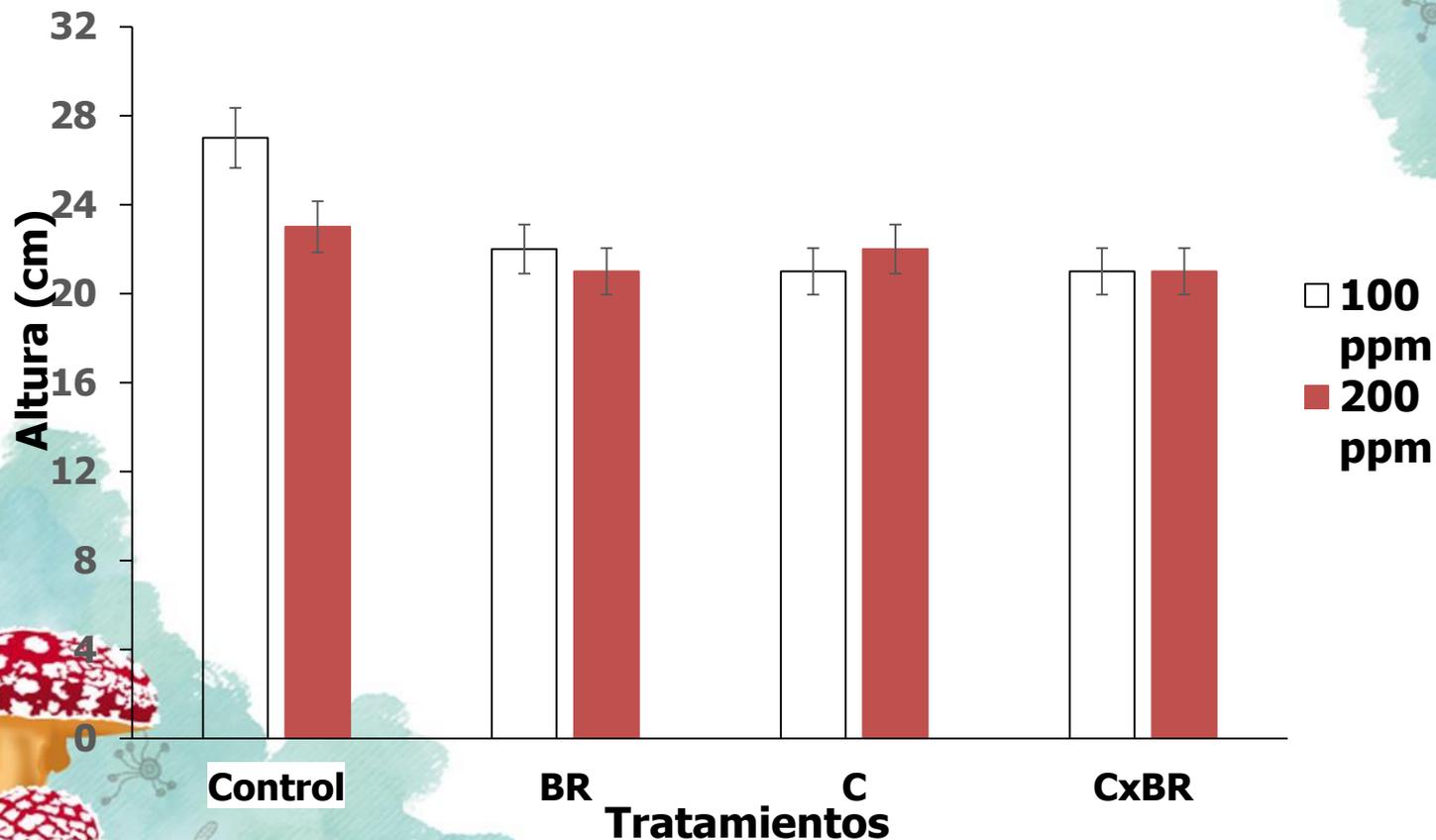


*Brachiaria decumbens*

*Leucaena leucocephala*

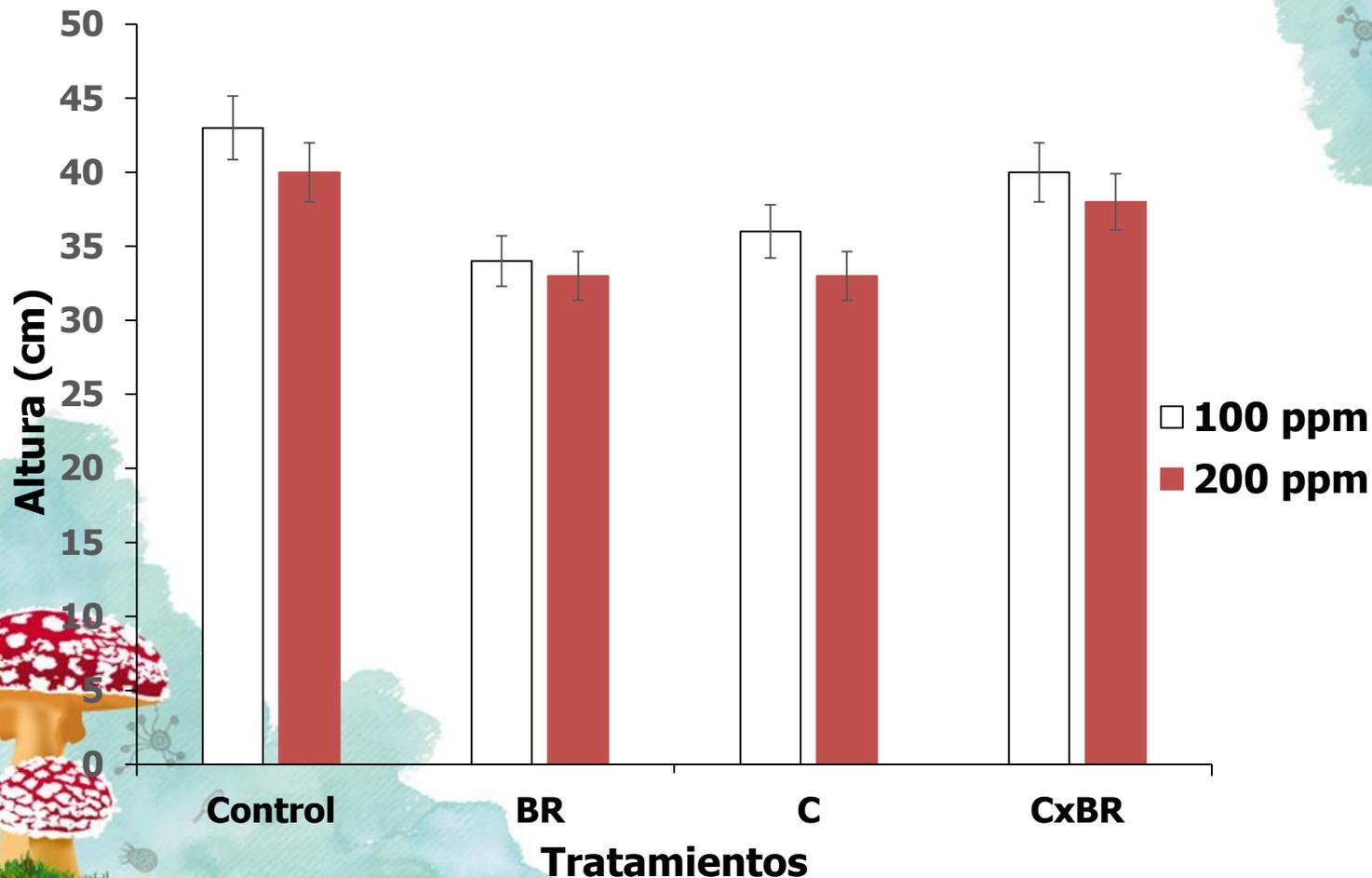


## Altura de Leucaena



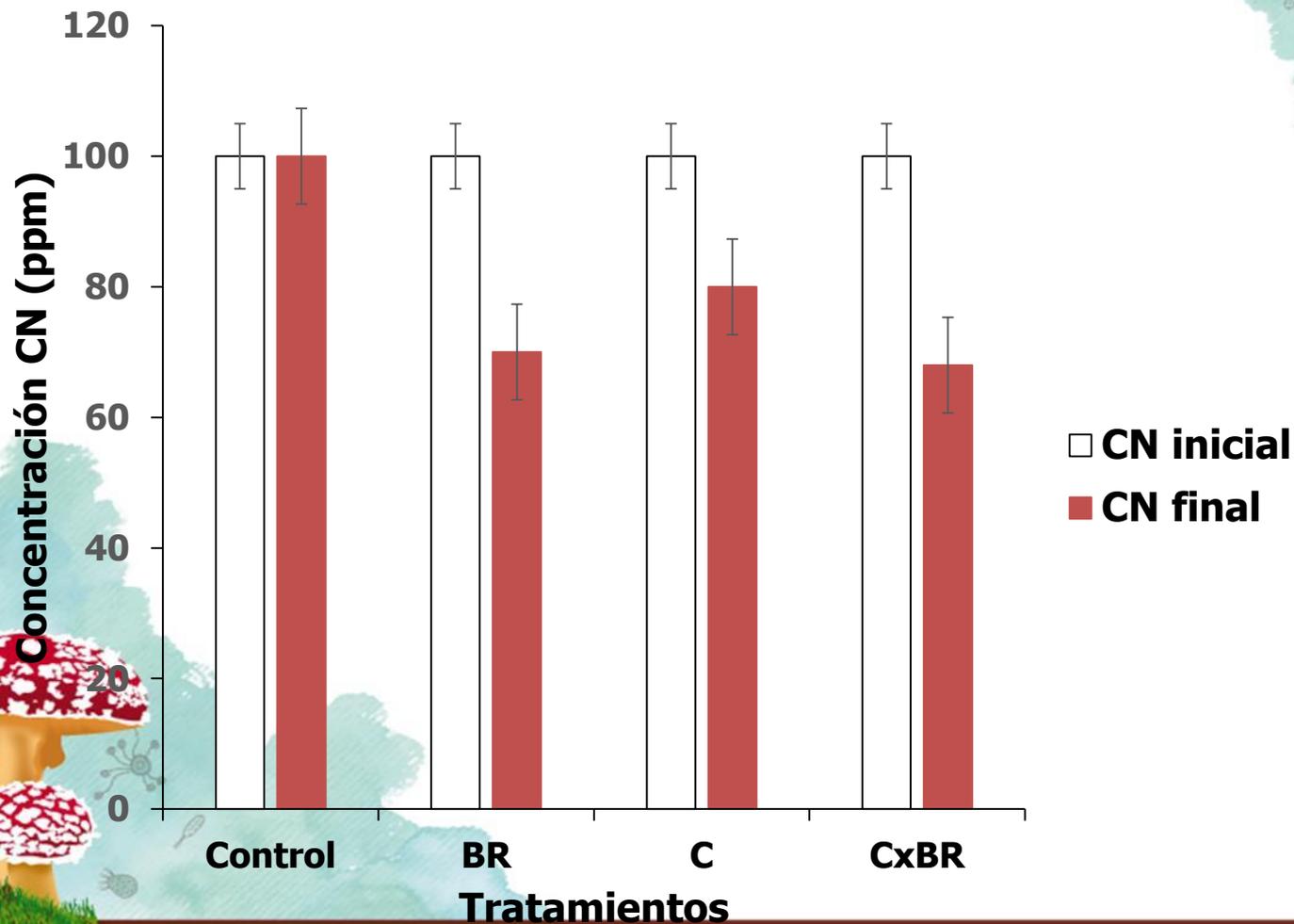


## Altura de Brachiaria





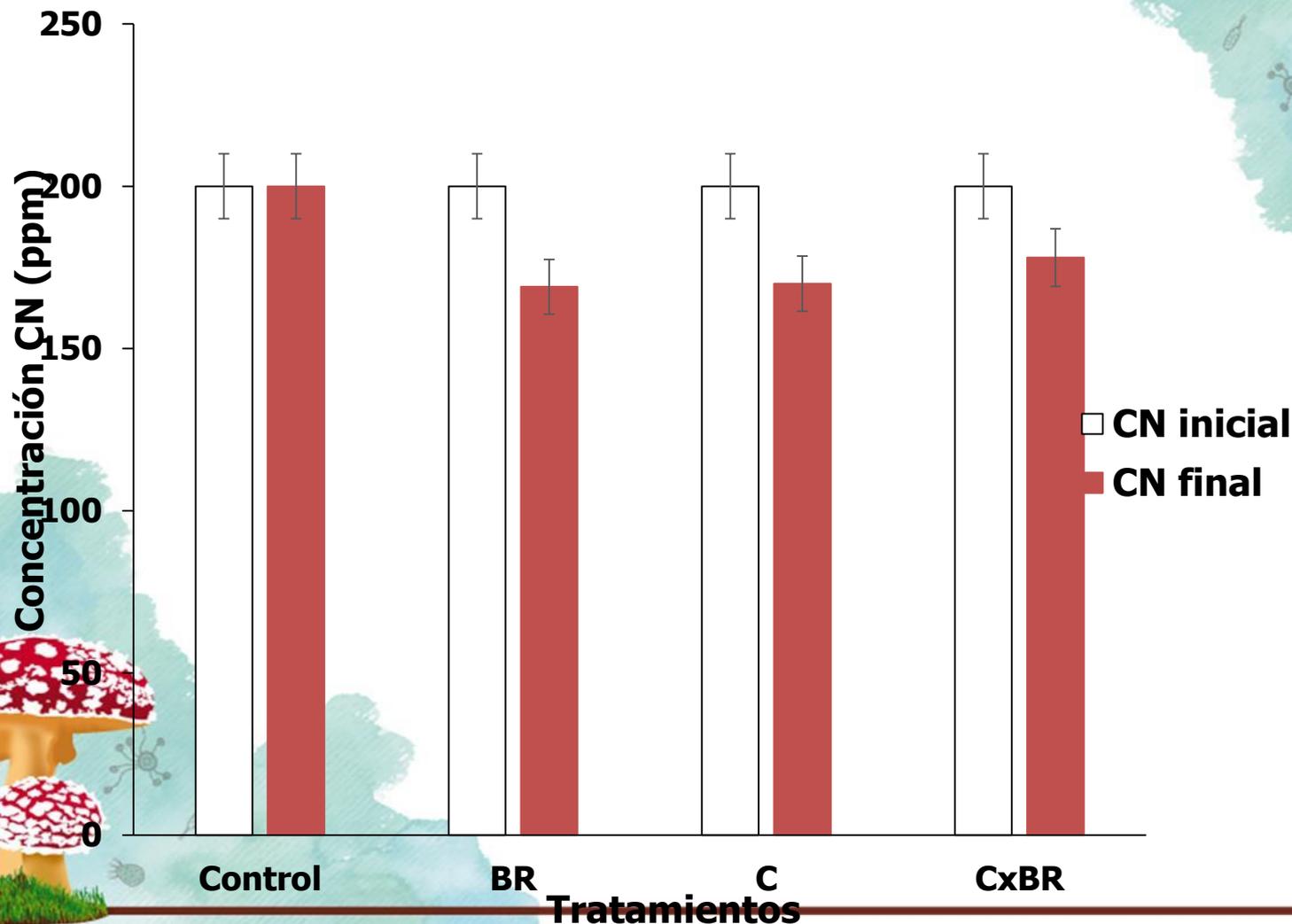
### Variación en la concentración de CN a 100 ppm en suelo





# RESULTADOS

## Variación en la concentración de CN a 200 ppm en suelo





# RESULTADOS

## Reislamiento de microorganismos



Leucaena C 100 ppm CN



Leucaena BR 200 pmm CN



Bracharia BR 100 ppm CN



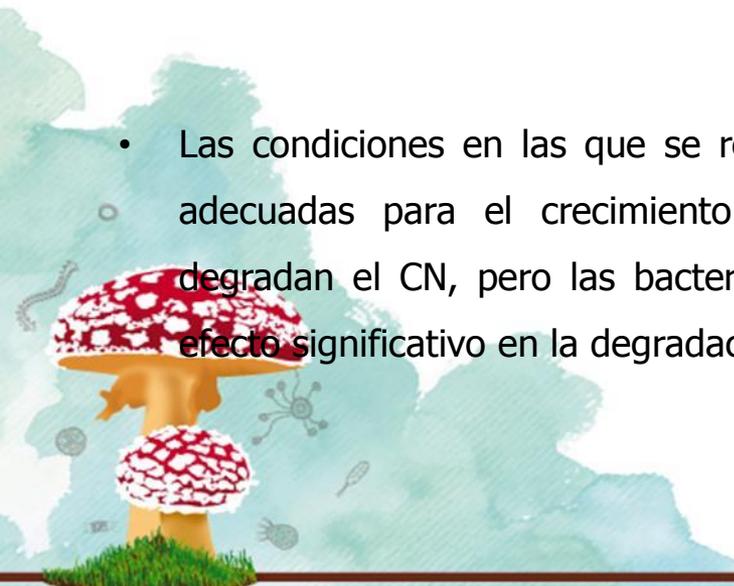
Bracharia C 200 ppm CN





# CONCLUSIONES

- La presencia de nódulos en la planta (*Leucaena*) demuestra la actividad por parte de microorganismos
- Las bacterias con las que se trabajó en este experimento cumplen una función de degradación en ensayos *in vitro*
- Las condiciones en las que se realizó el ensayo en invernadero fueron las adecuadas para el crecimiento de las plantas y microorganismos que degradan el CN, pero las bacterias con las que se trabajó no tuvieron un efecto significativo en la degradación de este compuesto





# GRACIAS

