



# ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR PROCESOS DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LOS MUNICIPIOS DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO



# OBJETIVOS

- ✓ Diagnosticar el manejo de los residuos orgánicos en los municipios del oriente antioqueño (inventario de composteras con diagnóstico de operación).
- ✓ Elaborar una matriz de evaluación mediante la cual se realizará la selección de 4 -5 municipios aptos, donde se llevará a cabo la propuesta de manejo de residuos orgánicos .
- ✓ Elaborar estrategias de articulación de los procesos de separación en la fuente con sistemas de preparación de compost y de generación de biogás.



# OBJETIVOS

- ✓ Evaluar el modelo de recuperación en uno de los municipios seleccionados: se implementará el modelo piloto
- ✓ Estructurar e implementación del sistema de preparación de compost y de generación de biogás: optimización del proceso de compostaje, construcción de un biodigestor para recuperación energética, diseñar formulados órgano-minerales y aplicar el modelo de fertilización en campo, evaluación ambiental y de articulación con estrategias transnacionales y multilaterales.



# ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Formato Información general- Valoración energética y material.

Enviado a los 23 municipios- Respondieron 10.

Análisis de información secundaria

Se seleccionaron 8 municipios para realizar visitas.

Visitas de campo para verificación

Se seleccionaron los mejores 5 municipios según matrices de decisión.



# CRITERIOS ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Habitantes en el casco urbano
Habitantes en Zona Rural
¿Existe Programa implementado de sensibilización para separación en la fuente de RSOu?
¿Se realiza separación en fuente?
Cobertura en servicio de aseo en el área urbana
Sistema de Recolección
Rutas selectivas
¿Existe aprovechamiento material?
¿Existen estudios previos del uso de suelos?
Número actual de viviendas
Número de viviendas con servicio de aseo
Frecuencia de recolección de residuos sólidos
Producción de residuos sólidos
¿Tienen relleno sanitario?



## LOS CINCO MUNICIPIOS SELECCIONADOS



De acuerdo con estas evidencias se establecen nuevos parámetros donde se puntuó y seleccionó el municipio en el que se implementó el sistema de aprovechamiento energético y material de residuos orgánicos.



# MATRIZ DE DECISIÓN

<b>Municipio</b>	
<b>Distancia del municipio a Medellín (Km) menor a 62 Km</b>	
<b>Distancia del Municipio a compostera menor a 8 Km</b>	
<b>Cantidad de Residuos (Ton/mes)</b>	
<b>Cantidad de Residuos Sólidos Orgánicos (Ton/mes)</b>	
<b>Tiempo de compostaje (meses)</b>	
<b>Relación Alto - Ancho menor que 1</b>	
<b>Preselección de residuos antes de conformar pilas en plataforma</b>	
<b>Presencia de Inorgánicos en el compost</b>	
<b>Presencia de Vectores</b>	
<b>Lixiviación</b>	
<b>Años en el proceso de separación en la fuente</b>	
<b>Aspecto visual del compost</b>	
<b>Estado de la maquinaria y maquinaria que poseen</b>	
<b>Manejo de compostera</b>	
<b>Aireación de pilas y volteo</b>	
<b>Total</b>	

# MUNICIPIO SELECCIONADO

## EL CARMEN DE VIBORAL



- Diagnóstico:

**Producción de Residuos Sólidos : 430 Ton/ mes**

**Cantidad de residuos orgánicos: 120 ton/mes.**

**Frecuencia de recolección:**

Se recolectan residuos orgánicos los días lunes, martes y miércoles.

El Área total construida del lugar de aprovechamiento es de 2000 m<sup>2</sup>

# Compostera





# DISEÑO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN ENERGÉTICA Y MATERIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS-El Carmen de Viboral



# Evaluación de los Residuos Orgánicos Urbanos del Oriente Antioqueño para la Producción de Fertilizantes Mineral - Orgánicos

**Trabajamos por una Antioquia productiva y amigable con el medio ambiente**

**INVERSIÓN:**  
**\$ 387.700.000**

**Gobernación de Antioquia**  
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural  
**\$ 310.000.000**

**Universidad de Antioquia**  
**\$ 77.700.000**

2012 - CF1800.22



Apoya



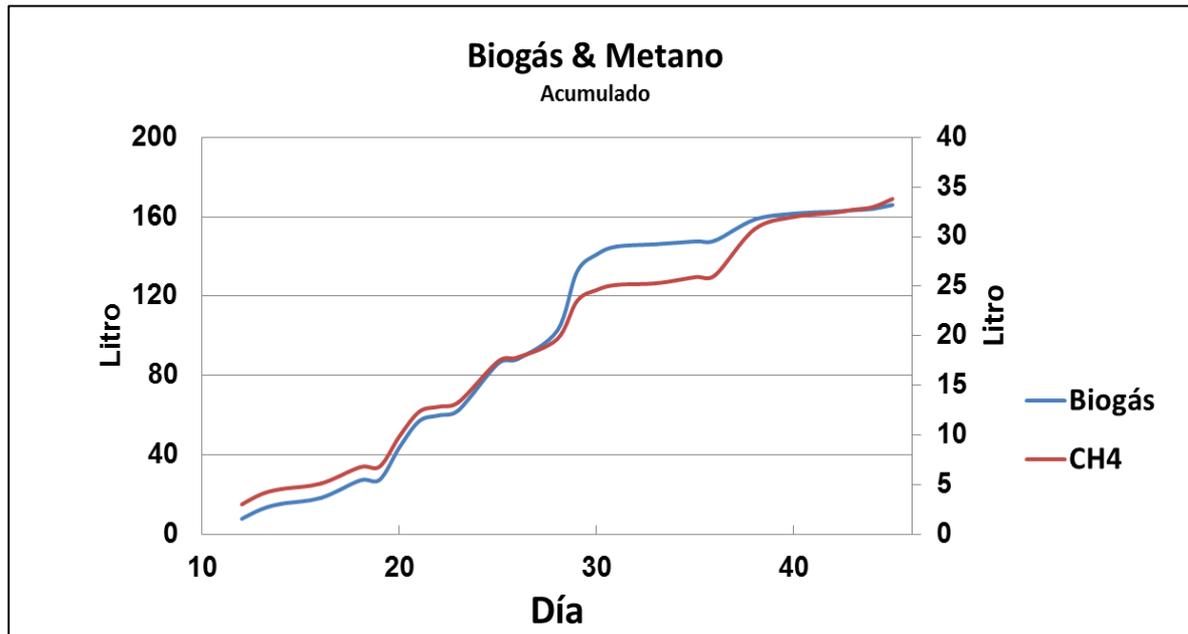
**EN ANTIOQUIA NO SE PIERDE UN PESO**

# SISTEMA PILOTO EN EL LABORATORIO



Sistema digestión anaerobia en fase sólida  
Diseñado para el manejo de 100 kilos de  
residuos

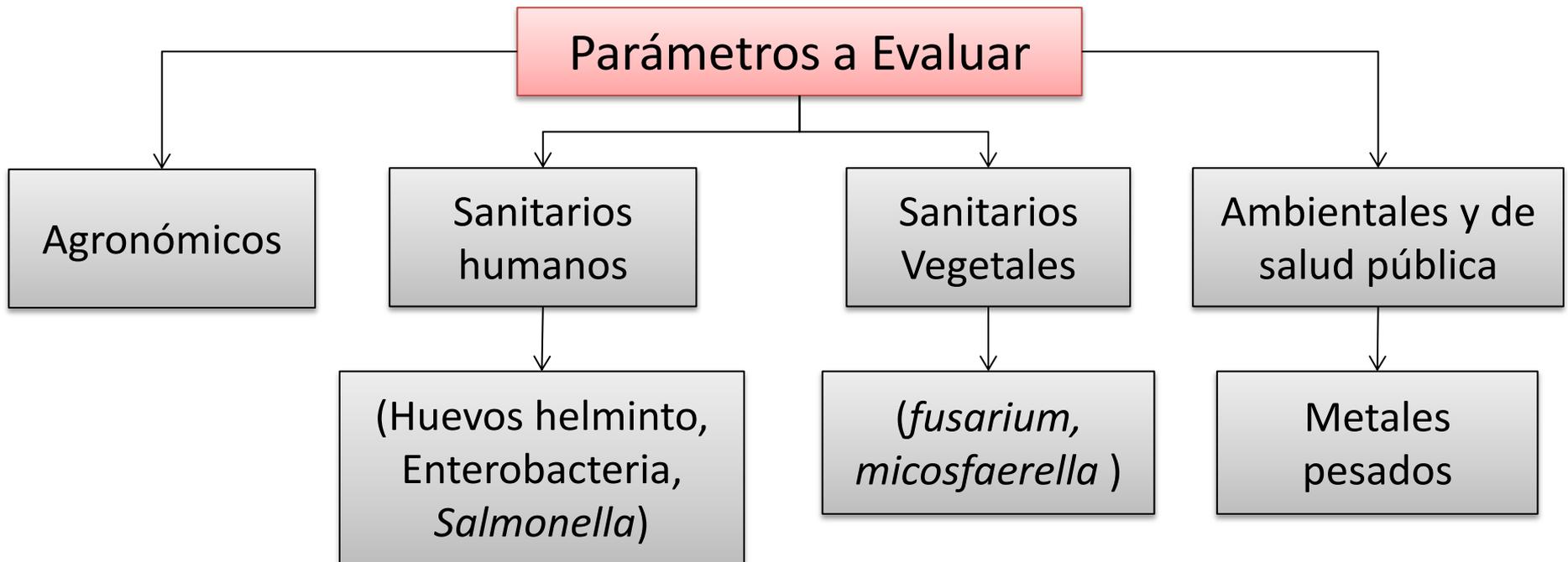
## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PILOTO EN EL LABORATORIO



Con 100 kilos de residuos sólidos orgánicos procedentes del municipio del Carmen de Viboral se produjeron 170 litros de biogás en 45 días

# Lo que se analiza en un enmienda a la Luz de la Norma NTC 5167

Los compost son según la norma: Abonos orgánicos sólidos.



# COMPARACIÓN PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS

Parámetro	Expresado como	Técnica	Norma	Unidades	Resultado	NTC 5167
Cenizas	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	%	44.3	Máx. 60%
CIC	No aplica	Volumetría	NTC 5167	meq/100 g	44.2	Min. 30
CIC/CO	No aplica	No aplica	No aplica	meq/100 g CO	280	Min. 200
Carbono orgánico oxidable total	No aplica	Titulométrica	NTC 5167	%	15.8	Min. 15%
Conductividad eléctrica (1/200)	No aplica	Potenciometría	NTC 5167	dS/m	0.16	Reportar
CRA	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	%	144	> 100
Densidad (20°C)	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	g/cm <sup>3</sup>	0.39	Máx. 0,6
Fósforo total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Espectrofotometría	NTC 234	%	1.236	Reportar cuando N, P ó K mayor 1%
Humedad	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	%	8.9	20 - 30
Nitrógeno orgánico total	N total	Kjeldahl	NTC 370	%	1.79	Reportar cuando N, P ó K mayor 1%
pH (10%)	No aplica	Potenciometría	NTC 5167	-	7.73	4 - 9
Relación C/N	No aplica	No aplica	No aplica	-	8.8	

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

Secretaría de Agricultura  
 y Desarrollo Rural

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

Parámetro	Expresado como	Técnica	Norma	Unidades	Resultado	NTC 5167
Aluminio total	Al	E.C.	No aplica*	%	N.D	
Cadmio total	Cd	A.A	SM 3111B	ppm	1.26	< 39
Calcio total	CaO	E.C.	No aplica*	%	10.233	
Cromo total	Cr	A.A	SM 3111B	ppm	9.77	< 1200
Magnesio total	MgO	E.C.	No aplica*	%	1.23	
Níquel total	Ni	A.A	SM 3111B	ppm	23.0	< 420
Plomo total	Pb	A.A	SM 3111B	ppm	1.4	< 300
Potasio total	K <sub>2</sub> O	E.C.	No aplica*	%	N.D	Reportar cuando N, P ó K mayor 1%
Sodio total	Na	E.C.	No aplica*	%	9.103	
Zinc total	Zn	E.C.	No aplica*	%	N.D	
Mercurio	Hg	A.A vapor frío	SM 3112A	ppb	< 0.01	< 17
 Arsénico	As	A.A generador de hidruros	SM 3114C	ppm	9.6	< 41

## ANÁLISIS COMPOST

**Metales pesados:** Se encuentran por debajo de lo establecido por la norma → +

Calcio total: Alto → +

MgO: en % alto → +

Cenizas: Cumple, hay suficiente mineralización lo que quiere decir que evolucionó

CIC/CO: Cumple

K: No tiene

CO: Cumple,

CRA: Cumple

Humedad: baja → -

N: cumple

pH: cumple

RC/N: cumple

Microbiológicos: cumple.

Fitotoxicidad: % de germinación bajo → -

Respirometría: Cumple, baja → el material esta estable.

Todo cumple normatividad 5167 y normatividad ICA → Puede obtener registro para venta

# ESCALAMIENTO DEL SISTEMA PILOTO

De acuerdo a los resultados del ensayo y los análisis de laboratorio, se consideraron las siguientes especificaciones técnicas para el escalamiento del sistema:

Piloto con Capacidad Instalada de 1 Tonelada.

Los residuos deben ser sometidos a molienda, obteniendo un tamaño de partícula máximo de 6 mm.

El proceso debe tener cuatro etapas: Molienda-hidrólisis-acetogénesis y metanogénesis

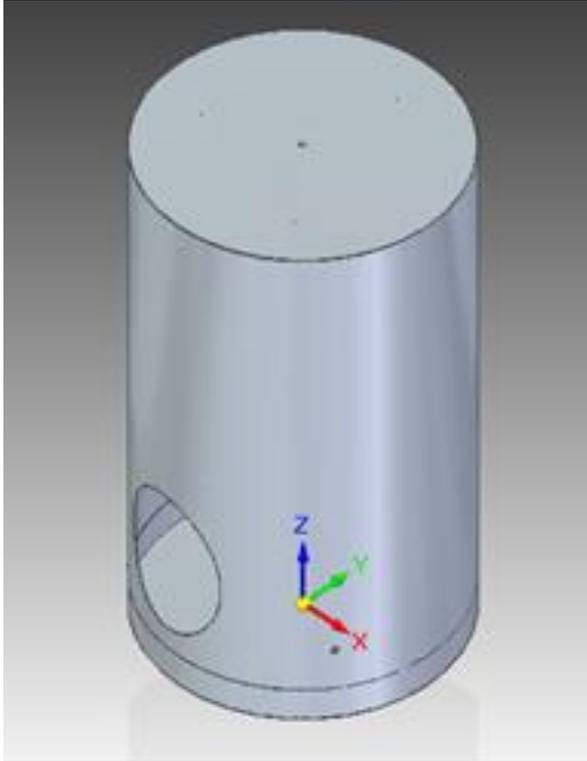
# Etapas del proceso

- Etapa 1. Recepción de residuos, molienda y caracterización.
- Una tonelada de residuos son sometidos a molienda obteniendo un tamaño de partícula máximo de 6 mm.



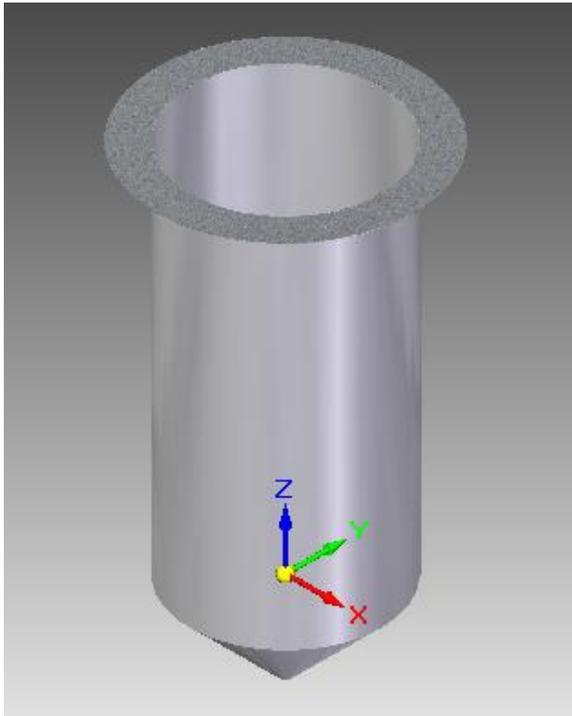
# Etapas del proceso

- **Etapa 2. Reactor de Hidrolisis. Fase Sólida.**



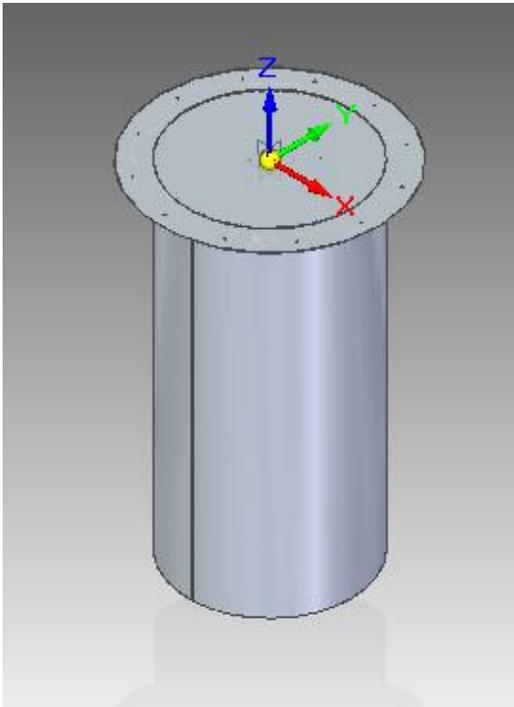
# Etapas del proceso

- **Etapa 3. Reactor Metanogénico 1: Lecho de Lodos.**



# Etapas del proceso

- **Etapa 4. Reactor Metanogénico 2: Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)**



# Tratamiento bioquímico

Lixiviado

Biogas

Lixiviado

Trampa H<sub>2</sub>S

Trampa CO<sub>2</sub>

Colector metano

Residuos Sólidos Orgánicos

Molino

Hidrólisis

Lecho de Lodos

Filtro Anaerobio

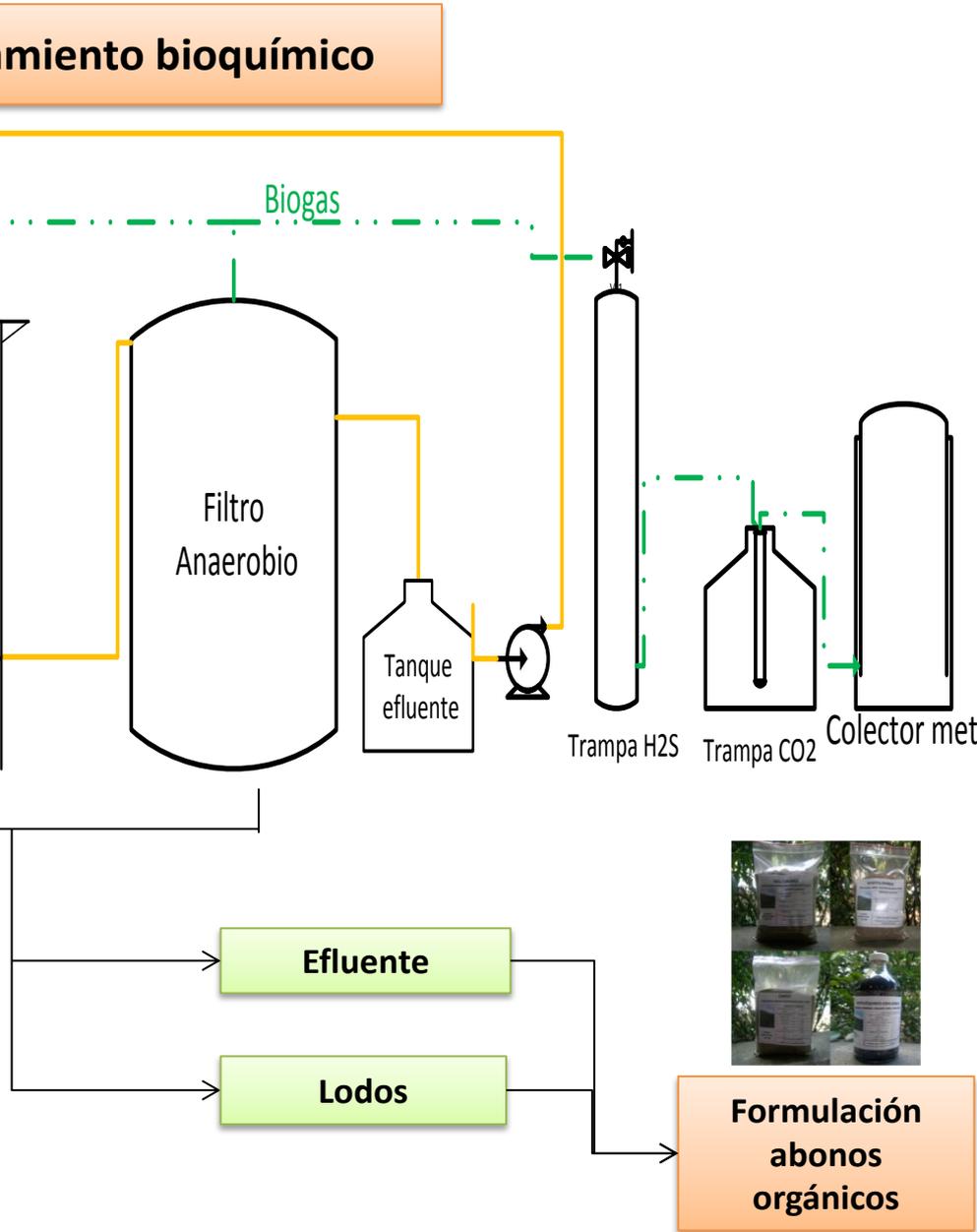
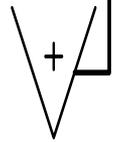
Tanque efluente

Diagrama que describe el sistema de aprovechamiento energético y material

Efluente

Lodos

Formulación abonos orgánicos



# MONTAJE DEL SISTEMA



# Sistema piloto- 1 ton de residuos



# Sistema piloto- 1 ton de residuos

Batch 1		
Parámetro	Línea 1	Línea 2
kg entrada	715	715
Día en el sistema	90	60
kg salida (digestato)	527	544
lt lixiviado salida (hidrolizado)	79,8	182,3
Pérdida de masa (kg)	188	171
% Producción de Metano	62,8	56,4

# Siembra de plántulas



- Rábanos
- Lechuga crespa
- Lechuga morada
- Cilantro
- Zukini
- Espinaca

## **FERTILIZANTE ÓRGANO-MINERAL (Triple 15):**

Fracción orgánica: compost a partir de RSU del municipio de El Carmen de Viboral

Ingredientes de naturaleza mineral: fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio como urea, diamonio fosfato (DAP) y cloruro de potasio.



# Siembra de plántulas



# Siembra de plántulas





### **Interventoría**

Isabel Cristina Arroyave

### **Director del Proyecto**

Carlos Alberto Peláez

### **Equipo de trabajo**

Alejandro Ruíz

Andrea Tamayo

Carlos Uribe

Karem Castro

Katherin Rivera



**GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA**  
República de Colombia



# GRACIAS

