Proyecto: “Fortalecimiento de capacidades I+P+P (Innovación+Promoción+Pago) para restaurar suelos degradados en la región oeste del Canal de Panamá.

Compostaje como práctica productiva sostenible para reducir residuos orgánicos y mejorar la fertilidad del suelo

DrC. Clara García Ramos

Centro de Gestión Socioambiental de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá de la ACP (La Chorrera, Panamá Oeste)

COMPOSTAJE

Proceso bioxidativo, controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, que pasa por una etapa termofílica y una producción temporal de fitotoxinas dando al final como productos: CO_2, H_2O y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en la agricultura sin que provoque fenómenos adversos

Condiciones del área

- fácil acceso
- buen drenaje
- Cerca del lugar donde se genera la mayor cantidad de residuos orgánicos
- Alejado de asentamientos poblacionales
- Pendiente entre 2 y 4%,

Materiales que se pueden usar

- **Estiércoles**: vacuno, ovino-caprino, porcino, avícola y equinos
- Restos de cosechas
- **Desechos de la agroindustria**: pulpa de café, cachaza
- Desechos de cocina orgánicos
- Restos de podas y desyerbe

¿Cómo construir un burro de compost?

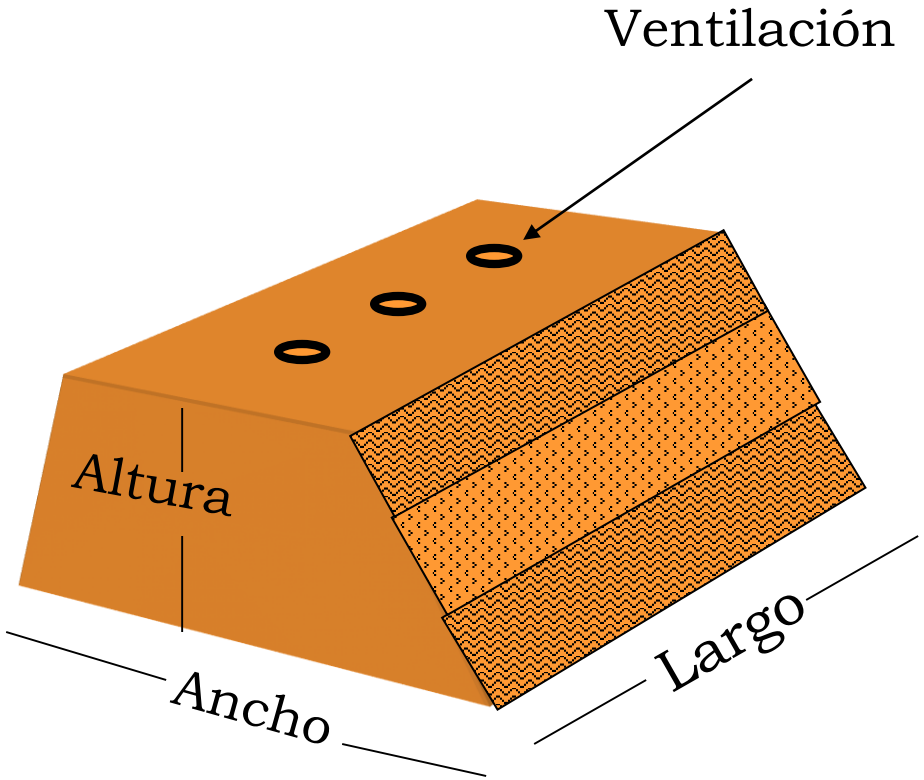
Forma: trapezoidal

Ancho: 2-4 m

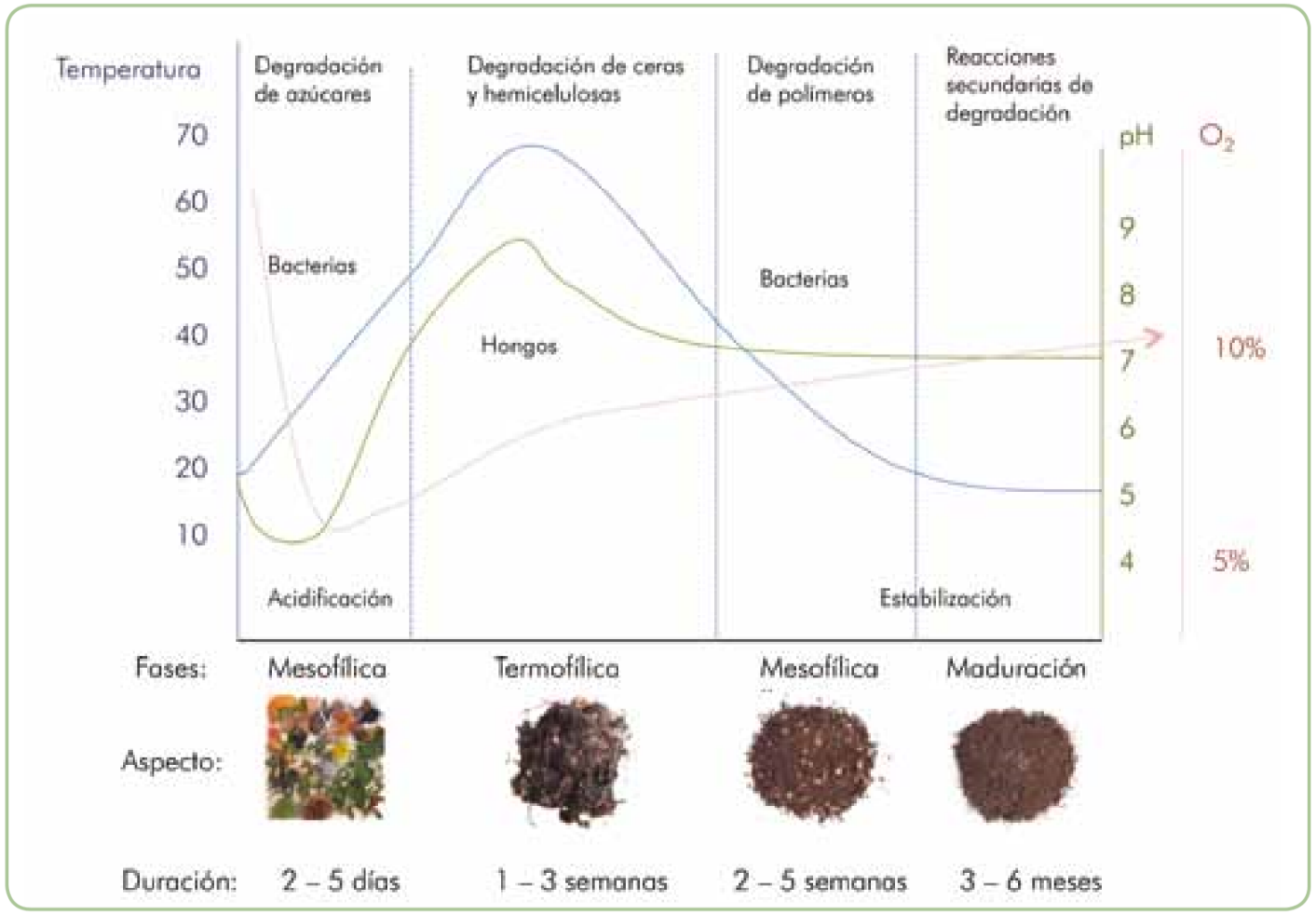
Altura: no mayor 2 m

Largo: variable de acuerdo a la cantidad del material

Espesor de las capas de materiales 20 - 30 cm



ETAPAS DEL COMPOSTAJE



Fuente: P. Roman, FAO

FACTORES A CONSIDERAR EN EL SISTEMA DE COMPOSTAJE

Parámetros de seguimiento del proceso

temperatura, contenido de humedad, el pH y la aireación.

Parámetros relacionados con la naturaleza del sustrato

C/N, tamaño de partículas, contenido de nutrientes

Parámetros de seguimiento del proceso	Parámetros relacionados con la naturaleza del sustrato
• **Temperatura** No debe exceder de 65 °C • **Humedad** entre 40 y 70 %. • **pH** entre 5 y 8	• **C/N** entre 25 y 30 • **Tamaño de partículas** de 2 a 10 cm

Temperatura y tiempo de exposición necesarios para la eliminación de microorganismos patógenos en el compost

Microorganismo	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición (min)	Fuente:
Brucella abortus	55	60	Jones and Martin (2003) citado por Román *et al.* (2013)
Parvovirus bovino	55	60	
Salmonella typhosa	60	30	Francisco Martínez[17]
Shigella spp.	55	60	
Escherichia coli	55	60	
Vibrio cholerae	60		
Ascaris lumbricoides (huevos)	55	50	
Mycobacterium tuberculosis	65	25	
Strepcoccus pyogenes	54	10	
Micrococcus aureus	50	10	Sáez A (2000) citado por Marcos A. Mendoza[18]
Corynebacterium diphtheriare	55	45	
Brucella abortus	61	3	
Taenia saginata	71	5	
Necator americanus	45	50	

químicos y físico-químicos

-pH ~6,5-8,5~

-Humedad ~30-40 %~

-MO >20%

- Relación C/N ~10-15~

De observación

- olor a tierra húmeda

- Temperatura estable después del volteo

-Color oscuro

Biológicos

-Respirométricos

-Descarte de la fitotoxicidad

Criterios para la determinar el grado de madurez de los compost.

Criterios químicos y físico-químicos

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15:1-20:1	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%

CRITERIOS DE ESTABILIDAD Y MADUREZ

Tabla de interpretación para la estabilidad de compost

Tasa de respiración (mg CO_2/g SV t)	Estabilidad	Características
<2	Muy estable	Compost bien terminado. No continúa la descomposición. Sin producción de olor. Sin potencial para fitotoxicidad.
2-8	Estable	Compost terminado. Producción de olor poco probable. Limitado potencial de fototoxicidad. Impacto negativo mínimo sobre la dinámica del C y N del suelo.
8-15	Moderadamente estable	Compost sin terminar. Producción de olor mínima. Potencial de fitotoxicidad. Impacto negativo mínimo moderado sobre la dinámica de C y N del suelo. No recomendado para semilleros.
15-40	Inestable	Compost sin terminar. Producción de olor. Alto potencial de fitotoxicidad. Alto potencial de tener un impacto negativo sobre la dinámica del C y N del suelo. No recomendado para semilleros, uso posible como *mulch*.
> 40	Material sin esterilizar	Material extremadamente inestable. Producción de olor esperada. Alto potencial para fitotoxicidad. Impacto negativo esperado sobre la dinámica de C y N del suelo. No recomendado como compost.

Fuente: US Composting Council (2004).

Criterio de interpretación de madurez (Emino y Warman, 2004)

- IG<50 % alta fitotoxicidad del material
- IG entre 50-80 % fitotoxicidad moderada
- IG>80 % el material no presenta fitotoxicidad

Normas Internacionales de calidad microbiológica en compost

	Límite permisible				
Microorganismo	**México**	**Unión Europea**	**Colombia**	**Chile**	
				Clase A	Clase B
Coliformes fecales	<1000 NMP/g m.s.			<1000 NMP/g m.s	<2000 NMP/g m.s
Salmonella spp.	<3 g m.s.	Ausente en 25 g de compost			
Enterococcus faecalis	-	<1000 NMP/g	No detectable	-	-
Huevos viables de Helminto/ Ascaris	<10 /g m.s.		No detectable	Ausente en 1 g	hasta 1 en 1g
Hongos fitopatógenos	Ausente	Algunos países incluyen *Plasmodiophora brasicae*	Ausente según especie vegetal	-	-

Fuente: (Román *et al.*, 2013)

Microorganismos patógenos	Enfermedades/Síntomas
Bacterias	
Salmonella sp	Salmonelosis, gastroenteritis, fiebre tifoidea
Shigella sp	Disentería bacilar
Yersinia sp, Campylobacter jejuni y Echerichia coli	Gastroenteritis
Vibrio cholerae	Cólera
Virus Entéricos	
Hepatitis A	Hepatitis Infecciosa
Rotavirus y Enterovirus	Gastroenteritis epidémica con diarreas severas
Poliovirus	
Virus Poliomielitis	Parálisis o debilidad muscular.
Coxsackie	Meningitis, neumonía, hepatitis, fiebre, entre otros.
Reovirus, Astrovirus y Calicivirus	Gastroenteritis e infecciones respiratorias

Microorganismos patógenos	**Enfermedades/Síntomas**
Helmintos	
Ascaris lumbricoides	Trastornos digestivos y nutricionales, dolor abdominal y vómitos
Trichuris trichiura	Dolor abdominal, diarrea, anorexias, prolapso rectal y prurito rectal
Necator americanus	Dolor abdominal y anemia ferropénica
Taenia saginata	Insomnio, anorexia, dolor abdominal, problemas digestivos
Protozoos	
Cryptosporidium y Entamoameba histolytica	Gastroenteritis
Giardia lambia	Giardiasis (diarrea, dolor abdominal, pérdida de peso)
Balantidium coli	Diarrea y disentería
Toxoplasma gondii	Toxoplasmosis

Tiempos de sobrevivencia de ciertos agentes patógenos excretados en el suelo y sobre la superficie de los cultivos a 20-30°C

Agente Patógeno	Suelo		Superficie de las plantas	
	Máximo	**Mínimo**	**Máximo**	**Mínimo**
Virus Virus entéricos (polio, ECHO, Coxsackie)	<100 días	<20 días	<60 días	<15 días
Bacterias Coliformes fecales *Salmonella* spp *Vibrio cholerae*	<70 días <70 días <20 días	<20 días <20 días <10 días	<30 días <30 días <5 días	< 15 días < 15 días <2 días
Protozoos Quistes *A. hystolitica*	<70 días	<20 días	<10 días	<2 días
Helmintos Huevos de *Ascaris lumbricoides* Huevos de *Taenia saginata* Huevos de *Trichuris trichuria*	meses meses meses	- - -	<60 días, <60 días, <60 días,	< 30 días < 30 días < 30 días

Contenidos límites de metales pesados en Residuales Sólidos Urbanos y compost según diferentes normativas europeas (expresados en mg.Kg $^{-1}$ muestras secadas a 60 ^{0} C durante 72 h).

Normativas	mgKg^{-1}					
	Cd	**Pb**	**Ni**	**Zn**	**Cu**	**Cr**
LEY ESPAÑOLA						
RD 824/2005-clase A	0,7	45	25	200	70	70
RD 824/2005-clase B	2	150	90	500	300	250
RD 824/2005-clase C	3	250	100	1000	400	300
ETIQUETA ECOLÓGICA Decisión 2001/688/CE	1.5	140	50	300	75	140
2nd Draft B.T(2001)						
Compost de 1^{era} categoría	0.7	100	50	200	100	100
Compost de 2da categoría	1.5	150	75	400	150	150
Bio- residuo estabilizado	5	500	150	1500	600	600

2nd Draft B.T: 2nd Draft of biological treatment of biowaste.
Fuente: Rosal *et al.,* 2007

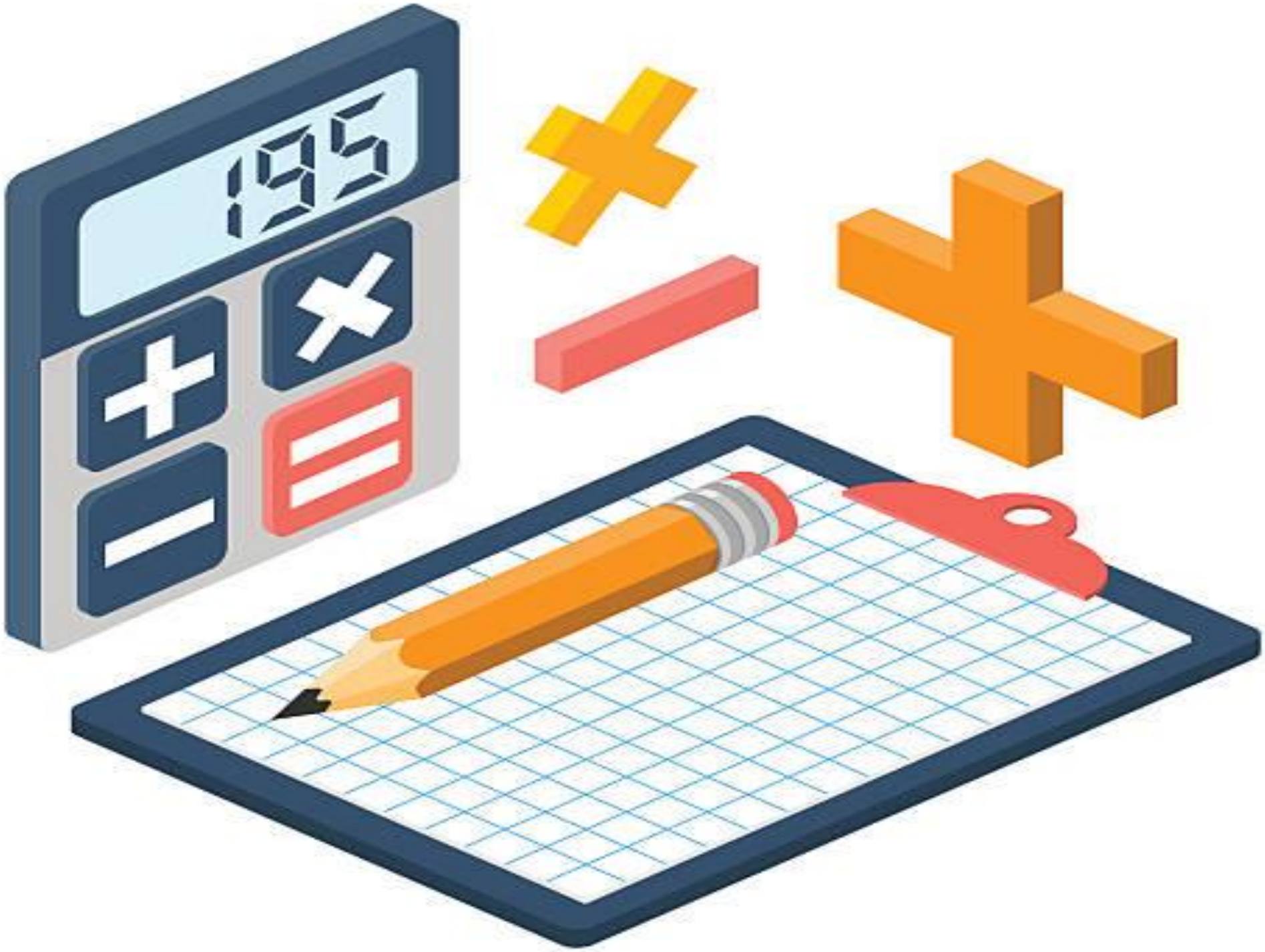
DOSIS DE APLICACIÓN

Dosis de aplicación

- forma localizada en dosis de 8-10 tha^{-1}
- Combinadas con fertilizantes químicos en dosis no menores a 5 tha^{-1}
- Sustratos para organopónicos 50% compost + 50% de suelo
- Renovación en sustratos de organopónicos 10kg/m^2 al año
- mejorador de suelos en dosis mayores de 80 tha^{-1}

Usos del compost

- enmienda orgánica para mejorar suelos con diferentes propiedades químicas, físicas y biológicas
- sustrato para organopónico y otras formas de agricultura orgánica
- sustituto de los fertilizantes químicos
- biocorrectores de microelementos
- soporte de microorganismos de interés agrícola


195

Volumen del burro de compost

$$V = l * h * \frac{(a + b)}{2}$$

Dónde
l=largo
h=altura
a=base mayor
b=base menor

Durante el proceso de compostaje se pierde el 70% del volumen del material de partida

1 m^3 equivale a 0.6 t

EJEMPLO

Calcule el volumen de una pila de compost conociendo que mide 30 m de largo, 3 m de base mayor, 1,5 de base menor y 2 m de altura.

Datos
l=30 m
a=3,0 m
b=1,5 m
h=2.0 m

Fórmula

$$V = l * h * \frac{(a+b)}{2}$$

Despejando

$$V = 30\text{m} * 2{,}0 * \frac{(3{,}0 + 1{,}5)}{2}$$

$$V = 135\ \text{m}^3$$

1 m^3=0,6t

Tendré 81 t de compost

Cálculo de la dosis de compost a aplicar en el suelo

EJEMPLO

Compost	MO (%)
A	20
B	40

Si se aplican 50 t/ha^{-1} de cada uno en las mismas condiciones de suelo y cultivo, los beneficios que se obtengan serán diferentes, porque la cantidad de materia orgánica que recibe cada suelo no será igual.

A=20 %
A= 0,2
A=50*0,2
A=10 tha^{-1}

B=40 %
A= 0,4
A=50*0,4
A=20 tha^{-1}

Cálculo de la dosis de compost a aplicar en el suelo

EJEMPLO

Tenemos que aplicar un compost, con el propósito de mejorar un suelo, para lo cual contamos con los siguientes datos:

- Cultivo de ciclo corto
- Suelo de textura arcillosa (la dosis de aplicación es de **10-12 tha-^{I}**)
- Compost con 20 % de materia orgánica

Si conocemos que:
100t de materia orgánica $\longrightarrow$ 20t de materia orgánica **pura** entonces por regla de tres queda:

$$x = \frac{10 * 100}{20}$$

$x =$ **50 tha-^{I}** **R/Para cubrir las necesidades en ese suelo, necesitamos aplicar 50 tha-^{I}**

Cálculo de la dosis de compost a aplicar en el suelo

EJEMPLO

Si además, quiero conocer la cantidad de N, P, K que añadiré en las 50 tha-^{I}, conociendo que el compost tiene de **nitrógeno 0,33** %, P_2O_5 0,23 % y K_2O 0,72% procedo al siguiente calculo:

100t de materia orgánica $\longrightarrow$ 0,33 t N entonces por regla de tres queda:

$$x = \frac{50 * 0{,}33}{100}$$

$$\boldsymbol{x = 0{,}165 \text{ tha-}^{I}}$$

Cálculo de la dosis de compost a aplicar en el suelo

EJEMPLO

Si además, quiero conocer la cantidad de N, P, K que añadiré en las 50 tha-^{I}, conociendo que el compost tiene de nitrógeno 0,33 %, **P_2O_5 0,23** % y K_2O 0,72% procedo al siguiente calculo:

100t de materia orgánica 0,233 t P entonces por regla de tres queda:

$$x = \frac{50 * 0{,}23}{100}$$

$$\boldsymbol{x = 0{,}115 \text{ tha-}^{I}}$$

Cálculo de la dosis de compost a aplicar en el suelo

EJEMPLO

Si además, quiero conocer la cantidad de N, P, K que añadiré en las 50 tha-^{I}, conociendo que el compost tiene de nitrógeno 0,33 %, P_2O_5 0,23 % y **K_2O 0,72** % procedo al siguiente calculo:

100t de materia orgánica $\longrightarrow$ 0,72 t K entonces por regla de tres queda:

$$x = \frac{50 * 0{,}72}{100}$$

$$\boldsymbol{x = 0{,}36}\ \textbf{tha-}^{\textbf{I}}$$

GRACIAS