



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

[- (FUSAGASUGÁ) -]



Página 1 de 21

1 **Análisis del uso y beneficios de los abonos orgánicos como una alternativa de**  
2 **mejoramiento para suelos afectados por la degradación en diferentes zonas del**  
3 **mundo - Revisión bibliográfica**

4 **Use and benefits analysis of organic fertilizers as an improvement alternative for**  
5 **degradation affected soils in different areas around the world - Literature review**

6 Juan Camilo Jaimes Tafur<sup>1\*</sup>; Lina Yineth Villalobos Moya<sup>2</sup>; Juan Camilo Alvarez Mahecha<sup>3</sup>

7 Juan Camilo Jaimes Tafur

8 Universidad de Cundinamarca

9 <https://orcid.org/0009-0008-3842-1392>

10 \*Autor de Correspondencia [icjaimes@ucundinamarca.edu.co](mailto:icjaimes@ucundinamarca.edu.co)

11

12 Lina Yineth Villalobos Moya

13 Universidad de Cundinamarca

14 <https://orcid.org/0009-0001-9220-4267>

15

16 Juan Camilo Alvarez Mahecha

17 Universidad de Cundinamarca

18 <http://orcid.org/0000-0001-7692-7134>

19

20 **RESUMEN**

21 La degradación es uno de los principales fenómenos que afecta la agricultura en gran parte  
22 del mundo a causa de las malas prácticas agrícolas, las cuales aceleran este fenómeno  
23 generando un cambio a nivel estructural, minimizando las principales propiedades  
24 fisicoquímicas y biológicas del suelo, como lo es la disminución de materia orgánica,  
25 pérdida de nutrientes esenciales, reducción de la microfauna y macro fauna, entre otras, en  
26 los últimos años la producción de abonos orgánicos o biofertilizantes ha tomado gran fuerza  
27 en la agricultura debido a la alta capacidad que presentan para recuperar suelos en estado  
28 de degradación, dichas enmiendas presentan componentes esenciales para el suelo como  
29 materia orgánica, presencia microorganismos descomponedores, macro y micronutrientes

30 (N, P, K, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B) etc. El objetivo de la presente investigación  
31 fue analizar el uso y beneficios de los abonos orgánicos como una alternativa de  
32 mejoramiento en suelos afectados por la degradación.

33

34 **Palabras Clave:** Empobrecimiento, Materia orgánica, Bio-compostados, suelo, agricultura.

35

### 36 **ABSTRACT**

37 Degradation is one of the main phenomena affecting agriculture in much of the world due to  
38 poor agricultural practices, which accelerate this phenomenon by generating a structural  
39 change, minimizing the main physicochemical and biological properties of the soil, such as  
40 the decrease of organic matter, loss of essential nutrients, reduction of microfauna and  
41 macro fauna, among others, In recent years, the production of organic fertilizers or  
42 biofertilizers has gained great strength in agriculture due to their high capacity to recover  
43 degraded soils. These amendments have essential components for the soil such as organic  
44 matter, presence of decomposing microorganisms, macro, and micronutrients (N, P, K, N,  
45 P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, etc.). The objective of this research was to analyze the use  
46 and benefits of organic fertilizers as an alternative for the improvement of soils affected by  
47 degradation.

48 **Key words:** impoverishment, organic matter, Bio-compost, soil, agriculture.

49

## 50 **INTRODUCCIÓN**

51 El efecto de la degradación o erosión es un factor muy importante dentro del sector agrícola,  
52 este fenómeno provoca alteraciones negativas en cuanto a las actividades funcionales y  
53 estructura del suelo.(1) Se pueden encontrar diferentes tipos de erosión, dentro de ellas la  
54 física, que fácilmente puede ser visible debido a la compactación, desertificación y cambio  
55 en su estructura. Por otro lado, se encuentra la química, en la cual se evidencia la pérdida  
56 simultánea de nutrientes, desbalance del suelo, incluso cambios en el pH, provocando  
57 salinización y acidificación de este. Como último aspecto se encuentra el de carácter  
58 biológico, disminuyendo paulatinamente el contenido de materia orgánica y observando  
59 pérdidas en los carbonatos del suelo, provocando grandes afectaciones en el transcurso  
60 del tiempo (2).

61 Dentro de las causas que derivan en este fenómeno, se encuentran las malas prácticas  
62 agrícolas como los son; la intensificación de la maquinaria en los cultivos, dando paso a  
63 disminuir considerablemente la fertilidad y generando disminución paulatina en la  
64 productividad (3,4).

65 Finalmente, está claro que el proceso de la degradación afecta de manera negativa la forma  
66 biofísica y composicional del suelo, el principal responsable de este fenómeno es la  
67 agricultura a gran escala, ya que genera un empobrecimiento de la estructura y por ende  
68 conlleva a la desaparición consecutiva de los recursos (5).

69 La materia orgánica (MO), es de vital importancia ya que influye en la mayor parte de las  
70 propiedades de importancia del mismo, se presenta en un porcentaje mínimo en el peso de  
71 los suelos, donde una leve disminución sería suficiente para cambiar las propiedades de la  
72 superficie (6), siendo la erosión uno de los factores que afecta principalmente la MO.

73

74 En la actualidad se están tomando medidas que permitan remediar o dar solución a dicho  
75 problema, implementando los bio-preparados, cuyo fundamento consiste en la preparación  
76 de un tratamiento de origen orgánico, el cual surge como alternativa de mejora para zonas  
77 agrícolas en estado de degradación; siendo el suelo capaz de recibir una gran cantidad de  
78 materia y nutrientes esenciales tales como: "Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio  
79 y otros elementos menores" (7). Los cuales al transformarse permiten que se genere fauna

80 y microfauna que contribuyen directamente al desarrollo de los cultivos, mejorando las  
81 condiciones fisicoquímicas de las tierras de producción.

82 Existe una diversidad de materiales que son implementados como fuente de materia  
83 orgánica para el suelo, permitiendo ser aplicados de forma fresca o luego de un proceso de  
84 elaboración (Bio-preparados), pueden ser clasificados según su origen ya sea agrícola,  
85 pecuario, forestal, industrial y/o urbano; siendo estos el principal recurso para la producción  
86 de los abonos orgánicos (8). Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la presente  
87 revisión tiene como objetivo analizar los principales usos de los abonos orgánicos como  
88 una alternativa para la recuperación de suelos erosionado en zonas productoras agrícolas.

89

## 90 **MATERIALES Y MÉTODOS**

91 La presente revisión se enfoca en la recopilación de información literaria de diferentes  
92 revistas indexadas, la búsqueda bibliográfica se realizó mediante la utilización de palabras  
93 claves tales como: “recuperación de suelos, abonos verdes, biopreparados, erosión de  
94 suelos, nutrientes de abonos orgánicos, alternativas de mejoramiento”, las cuales  
95 conllevaron a obtener un gran número de artículos plasmados en diversas plataformas  
96 como lo son Scielo, Sciencedirect, Scopus, Magisterio, Proquest, ResearchGat, Pubmed,  
97 entre otras; para ello se implementó una matriz de datos que permitió la recolección de  
98 cuarenta y dos (42) artículos de investigaciones relacionadas con los suelos erosionados y  
99 abonos orgánicos. Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros para la recolección de  
100 información concreta de cada documento tomado:

101

102 • Objetivo principal de la investigación, determinó el enfoque directo de la  
103 investigación, ya sea el estudio de los problemas en suelos erosionados y/o la  
104 implementación de abonos orgánicos como alternativa de mejoramiento.

105

106 • Metodología implementada, dio paso a identificar los diferentes procesos abordados  
107 en las diferentes investigaciones.

108

109 • Resultados obtenidos, permitió identificar las principales derivaciones que se  
110 obtuvieron en las diferentes investigaciones, ya sea los manejos implementados en

111 suelos erosionados, como a su vez los beneficios de implementar bio-compostados  
112 como fuente de recuperación.

113

114

## 115 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 116 Abonos orgánicos:

117 los abonos orgánicos son el resultado de la descomposición y degradación de materia  
118 orgánica, siendo los microorganismos los principales actores de este proceso aportando  
119 beneficios nutricionales (Tabla 1) para las tierras agrícolas (9). Al hacer uso de estos  
120 presenta una serie de ventajas, donde el suelo recibe materiales de origen vegetal o animal,  
121 los cuales al entrar en contacto directo dan paso a la transformación por parte de micro y  
122 macroorganismos que al momento de descomponer liberan CO<sub>2</sub> y nutrientes que se  
123 contienen en estos compuestos de origen orgánico (8).

124

125 **Tabla.1.** Compuestos orgánicos implementados para la preparación de abonos.

<b>Solido</b>	<b>Líquidos</b>
<b>Material animal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Heces fecales</i></li><li>• <i>Purinas</i></li><li>• <i>Residuos de mataderos</i></li><li>• <i>Incorporación de lombrices.</i></li></ul> <b>Material vegetal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Residuos de poda</i></li><li>• <i>Residuos cosechas</i></li><li>• <i>Residuos Postcosecha</i></li><li>• <i>Otros (residuos de cocina, harinas, etc.)</i></li></ul>	<b>Material animal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Te de estiércol</i></li><li>• <i>Humus liquido</i></li><li>• <i>Otros (leche, suero, etc.)</i></li></ul> <b>Material vegetal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Te vegetal</i></li><li>• <i>Extractos</i></li><li>• <i>Fermentados</i></li></ul>

126 **Nota:** fuente adaptada de Avelino (10).

127

### 128 Tipos de abonos:

129 los biopreparados pueden dividirse dependiendo de su fuente nutricional (Tabla 2),  
130 principalmente son elaborados con residuos vegetal y/o animal, pero suelen ser

131 enriquecidos con productos minerales y microorganismos benéficos (11), al hablar de estos,  
 132 no implica solamente compostados sino también fermentados; ya que descomponen de  
 133 manera aeróbica y anaeróbica los residuos de origen orgánico, dando como resultado un  
 134 material estable que continua un ciclo al ser incorporado en el suelo (12). Existen otras  
 135 formas de suministrar nutrientes mediante abonos verdes, los cuales aumentan y conservan  
 136 la fertilidad fijando nitrógeno, pueden ser asociados con diferentes aspectos básicos como  
 137 el mejoramiento de condiciones fisicoquímicas y biológicas del suelo (13).

138

139 **Tabla. 2.** Tipo y nutrientes de abonos orgánicos

<b>Proceso de preparación</b>	<b>Tipo preparación</b>	<b>Abono</b>	<b>Nutrientes</b>
<i>Anaeróbica</i>	<i>Fermentados</i>	<i>Biol</i>	<i>K, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn</i>
		<i>Supermagro</i>	<i>N, Ca, Mg, K, P</i>
<i>Aeróbica</i>	<i>Compostados</i>	<i>Bokashi</i>	<i>N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B</i>
		<i>Compost</i>	<i>N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn</i>
	<i>Abonos verdes</i>	<i>Lombricomposta</i>	<i>N, P, K, Ca</i>
		<i>Mulch</i>	<i>N, P, K</i>
		<i>Cultivos de leguminosas y gramíneas</i>	<i>N, P, K</i>

140 **Nota.** Fuente adaptada de Méndez Gusman, agüero y Alfonso, Coronado Ramos, Bersan et al (8,14–  
 141 16).

142

143 El estiércol o residuo animal, resulta ser una de los más factibles de implementar por los  
 144 productores pero el mismo tiempo permite remediar problemas nutricionales, mejorando la  
 145 retención de humedad, favoreciendo el rendimiento y desarrollo de los cultivos(10); esto es  
 146 confirmado por Regalado Delgado en el 2019 (17), donde implemento estiércol vacuno  
 147 como abono, el cual permite aumentar la fertilidad de un suelo en estado de degradación  
 148 en Huaylas - Perú, este apporto ciertos nutrientes importantes y esenciales para el desarrollo  
 149 del cultivo “Nitrógeno, Fosforo y Potasio”.

150

151 Illato Espinoza en el año 2018 (18)., comparo tres tipos de abonos (Compost, Humus,  
 152 Guano de isla y un testigo), determinando promedios de las características físicas (Arena,  
 153 limo y arcilla) de un suelo. Demostrando que los tratamientos son estadísticamente iguales;

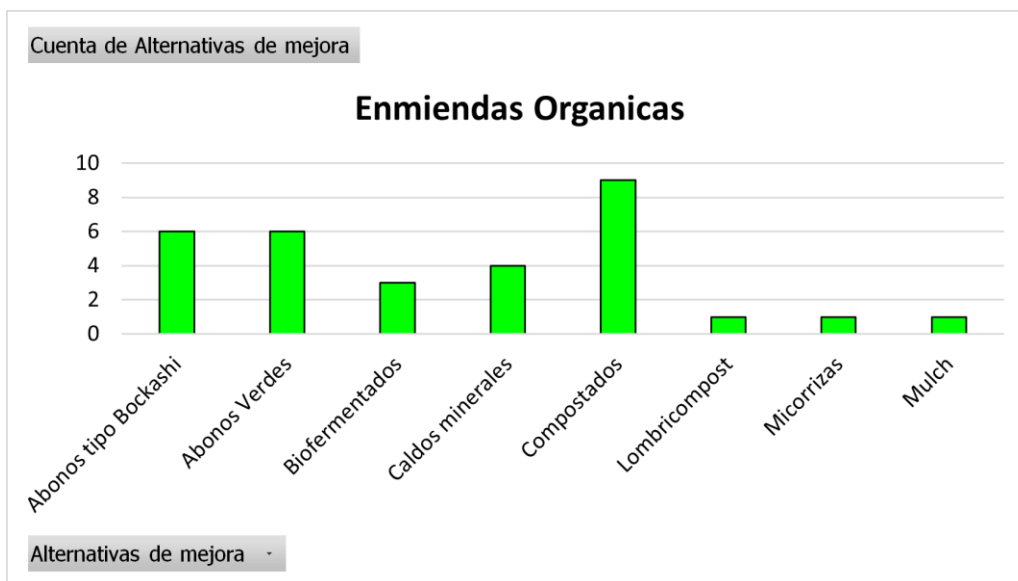
154 sin embargo se evidencia que el Compost ocupo el primer lugar debido a su porcentaje de  
155 arenas con un 21.25% y arcilla con el 32.75%, en cuanto al contenido de Limo se concentró  
156 un mayor porcentaje en el tratamiento de Humus aportando un 49,75%.

157

### 158 **Aportes a las propiedades del suelo afectados por degradación:**

159 Los abonos orgánicos, es una de las principales enmiendas implementadas para la  
160 restauración de suelos que se encuentran afectados por el fenómeno de la degradación a  
161 nivel mundial (Figura.1.). Debido a que estos contribuyen al mejoramiento de las  
162 propiedades del suelo, permitiendo obtener una restauración de manera rápida y efectiva  
163 (19).

164 **Figura.1.** Enmiendas orgánicas implementadas a nivel mundial.



165

166

167 Los biofertilizantes, contienen una serie de funciones que son de importancia para los  
168 suelos, ya que presentan concentraciones altas de macro y micronutrientes; los cuales son  
169 de gran beneficio para el desarrollo de las plantas, aumentando la absorción de nutrientes  
170 y agua. Por otra parte reduce el excesivo uso de los productos químicos, debido a su gran  
171 compatibilidad con la agricultura orgánica, sino también por los resultados que trae en la  
172 producción.(10,15).

173

174 Entre los beneficios se encuentra el aporte a las propiedades físicas, químicas y biológicas:

175

- 176 • Propiedades físicas: son implementadas como indicadores de calidad ya que son  
177 aquellos que se reflejan en la captación y retención de agua para la planta, al  
178 incorporar los abonos se genera un mejoramiento en la estructura del suelo, debido  
179 a que incrementa la porosidad y permeabilidad permitiendo una adecuada retención  
180 de humedad (8,20).
- 181
- 182 • Propiedades químicas: se identifica principalmente por la capacidad nutricional y de  
183 intercambio catiónico (C.I.C) del suelo, la aplicación de biofertilizantes genera un  
184 aumento de micro y macronutrientes, neutraliza el pH y extiende el C.I.C,  
185 aumentando de esta manera la fertilidad (20).
- 186
- 187 • Propiedades biológicas: son principalmente medidos por los micro y  
188 macroorganismos presentes en el suelo, siendo esenciales en la liberación de  
189 nutrientes como también para el desarrollo de funciones fisiológicas y metabólicas,  
190 las cuales se ven beneficiadas al incorporar los abonos orgánicos, ya que estos  
191 cumplen como fuente de energía e incremento de actividad biológica (15,20).

192

### 193 **Microorganismos del suelo:**

194 En la superficie terrestre se encuentra un gran número de organismos con características  
195 completamente diferentes, dependiendo directamente si el suelo cuenta con las  
196 características adecuadas para su desarrollo. Se debe tener en cuenta el tipo de suelo,  
197 debido a que el número de estos puede variar significativamente, siendo benéficos o  
198 dañinos según el tipo de cultivo y las practicas aplicadas a esta zona (21).

199

200 La existencia de estos microorganismos (Tabla 3) es de vital importancia dentro de la  
201 superficie del suelo. Teniendo en cuenta que algunos de ellos son capaces de descomponer  
202 materia orgánica y por ende convertir estos desechos en nutrientes asimilables para la  
203 planta, además de destacar su participación en las reacciones químicas, físicas y  
204 biológicas.(22,23).

205

206 Esta información la confirma Wang Et al. (18), donde expone que los biofertilizantes  
207 orgánicos funcionan como enmiendas dentro de las zonas agrícolas y a partir de allí también

208 se desarrollan microorganismos beneficiosos que permiten mejorar la estructura del suelo y  
209 su fertilidad.

210

211 **Materia orgánica:**

212 La Materia orgánica (MO), es uno de los componentes de mayor importancia en la  
213 composición las tierras, ya que está compuesta por diversos residuos de origen vegetal y  
214 animal, que por causa de acciones del clima, como también algunos macro y  
215 microorganismos del suelo, toman este como fuente de energía al momento de generarse  
216 una descomposición (25,26). Esta se encuentra directamente ligada con las características  
217 fisicoquímicas y biológicas de los suelos.

218

219 La MO es el principal agente estimulante de la formación y estabilización de agregados  
220 teniendo en cuenta su tamaño de aplicación (27), cabe resaltar que es uno de los  
221 indicadores de calidad en los suelos, presentando funciones como el secuestro de carbono  
222 y aumento en la capacidad de intercambio catiónico (28).

223

224 El contenido de materia orgánica es importante pero se debe tener en cuenta la calidad de  
225 este, influyendo en la velocidad de descomposición y procesos (29) como; el suministro de  
226 macro y micro nutrientes debido a la mineralización, regulación de la acidez, entre otros  
227 (30).

228

229 **Tabla.3. Macro y microorganismos del suelo.**

Micro		Macro
Benéficos	Nocivos	
<i>Glomeromycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Araneae</i>
<i>Mortierellomycota</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Miriapodos</i>
<i>Humicola</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>isopteros</i>
<i>Bacillus subtilis</i>		<i>lumbricus</i>
<i>Aspergillus</i>		
<i>Penicillium</i>		
<i>Rhizopus</i>		
<i>Trichoderma</i>		

---

*Penicillium bilaj.*

*Micrococcus*

---

230 Nota: Fuente tomada de Rongfeng Pu et al, Centeno Chiguano y Avelino Carhuaricra  
231 (10,21,22).

232

233 **Erosión y degradación del suelo:**

234 El suelo, es el factor importante dentro del sector agrícola, debido a que este se  
235 interrelaciona con múltiples funciones ecológicas, permitiendo satisfacer la población; a  
236 pesar de ello la utilización de este recurso no se ha realizado de la mejor manera, debido a  
237 que en el transcurso del tiempo se ha venido perdiendo la capacidad de su productividad,  
238 generando deterioro nutricional y pérdida de su estructura. (31,32).

239

240 La degradación hace parte de un proceso geomorfológico gradual, el cual junto a otros  
241 procesos denudativos, afectan continuamente el relieve, este fenómeno genera el  
242 desprendimiento y movimiento de materiales, disminuyendo la capacidad potencial de las  
243 tierras, esencialmente para procesos como producción (33). Un estudio de la FAO, confirma  
244 que este fenómeno es capaz de transformar la capacidad y el potencial que tiene el suelo  
245 para aumentar la producción tanto en forma cuantitativa como cualitativa (34).

246

247 Una de las principales causantes se encuentra relacionado principalmente con el hombre  
248 entre ellas: “ganadería, agricultura extensiva, uso de pesticidas, riego, utilización de  
249 maquinaria pesada, entre otras”. De allí se deriva la degradación física, que básicamente  
250 hace referencia a la pérdida de las propiedades estructurales, generando problemas como;  
251 la compactación, problemas de infiltración, erosión acelerada, y agotamiento de nutrientes  
252 (35,36). Otro de los factores importantes a tener en cuenta es que en los últimos años viene  
253 aumentando la agricultura intensiva, afectando gravemente la fertilidad y la pérdida de la  
254 materia orgánica presente en el suelo (37,38).

255

256 Esta problemática se evidencia a nivel mundial, siendo este uno de los principales  
257 eslabones dentro de la economía. Actualmente a nivel global el fenómeno de degradación  
258 se encuentra en un 80% afectando las zonas cultivables, al seguir aumentando este  
259 problema se evidenciara un estancamiento en los cultivos y por ende afectando de manera  
260 directa la productividad agrícola (39).

261

262 Los suelos degradados se encuentran principalmente en regiones áridas y semiáridas, esto  
263 ha conllevado a la disminución de la fertilidad en tierras productivas provocando un 15% de  
264 afectación a nivel mundial. La pérdida en zonas de producción se acerca a un 66%.

265

266 Esta disminución significativa, varía dependiendo del sector que se esté evaluando un  
267 ejemplo de ello es el país de Francia, el cual de un 33% de terreno arable un 7,7 % se ve  
268 afectado por temas de salinidad y pérdida en la estructura. Por otro lado, se encuentran  
269 algunas regiones situadas en África en donde se presentan condiciones de sequía,  
270 provocando una baja del 50% en la producción. (40).

271

272 Un estudio realizado por Qui et al (41) en el 2021 indica que, si la humanidad sigue  
273 realizando estas malas prácticas para el agroecosistema, de aquí a unos años se prevé  
274 que la degradación de las tierras productivas aumentara hasta un 90 %. Esto se ve reflejado  
275 en América latina en donde actualmente las tierras productivas van perdiendo su fertilidad  
276 en el transcurso del tiempo, visualizando que más de 306 Ha se están viendo gravemente  
277 afectadas por este fenómeno, por ello se debe tener en cuenta que un suelo fértil es el  
278 principal sustento de los microorganismos y servicios ecosistémicos de la superficie  
279 terrestre.

280

281 Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, hay que entender la importancia de  
282 mantener un suelo en buenas condiciones, debido a que la productividad del ecosistema  
283 está directamente relacionada con el estado en que se encuentre la superficie terrestre(42).

284

285

286

## 287 **CONCLUSIONES**

- 288 • De acuerdo con el análisis realizado la incorporación de abonos orgánicos se ha  
289 vuelto una estrategia sustentable ante la población, permitiendo dar paso a una serie  
290 de beneficios, entre ellos devolverle la fertilidad al suelo, suplementar los nutrientes

291 esenciales y el mejoramiento de la estructura, esto con el fin de brindar un aumento  
292 en el rendimiento de la producción agrícola.

293

294 • Teniendo en cuenta lo identificado en la literatura, la degradación resulta ser uno de  
295 los principales fenómenos que afectan directamente el rendimiento de los cultivos  
296 llegando a porcentajes mayores del 80% de afectación, debido a que el suelo no  
297 logra suministrar los principales elementos nutricionales como micro y  
298 macronutrientes esenciales para el correcto desarrollo de las plantas.

299

300 • La materia orgánica es el principal compuesto de los suelos debido a que contribuye  
301 en las características fisicoquímicas y biológicas de este, por ende, es uno de los  
302 principales componentes afectados por la degradación, ya que reduce las partículas  
303 orgánicas y minerales generando un desequilibrio en el suelo, por tal motivo es de  
304 vital importancia la implementación de abonos que aporten a la recuperación de  
305 esta.

306

307 • Los abonos orgánicos más implementados a nivel mundial son el Bokashi, Compost  
308 y los caldos minerales, esto debido a que se ha demostrado que contribuyen al  
309 mejoramiento de la estructura del suelo incluyendo sus propiedades físicas,  
310 químicas y biológicas.

## 311 **RECOMENDACIONES**

312 • Al momento de elaborar abonos orgánicos es de vital importancia que estos se  
313 aseguren de cumplir con los estándares de calidad y que garantice el suministro de  
314 nutrientes necesarios para las plantas, que sea asimilable y que a medida que se  
315 valla degradando en el suelo permita aumentar la actividad microbiológica de este.

316

317 • Es de vital importancia que las enmiendas contengan componentes húmicos y otros  
318 fúlvicos ya que estos elevan la capacidad de intercambio catiónico y por otro lado  
319 mantienen el fosforo en un estado asimilable para la planta.

320

- 321 • Es recomendable tratar a tiempo un suelo en estado de degradación, ya que de una  
322 u otra manera evitar las malas prácticas agrícolas en aquellas zonas, debido a que  
323 el ser humano es uno de los principales causantes de estas problemáticas.  
324
- 325 • Se recomienda identificar y tratar a tiempo los principales problemas de la  
326 degradación mediante la implementación de la agricultura orgánica, debido a que la  
327 agricultura intensiva es uno de los principales causantes de este fenómeno.

## 328 **AGRADECIMIENTOS**

329 *En el presente trabajo, queremos agradecer primeramente a Dios por bendecirnos y*  
330 *permitirnos culminar nuestros estudios universitarios, a nuestros padres, hermanos, que*  
331 *nos brindaron su confianza, apoyo, comprensión durante todo nuestro proceso, siendo los*  
332 *principales pilares dándonos fuerzas, apoyo, e inspiración para cumplir nuestros logros.*

333 *Por otro lado, queremos expresar nuestro fraternal agradecimiento al docente y biólogo*  
334 *Juan Camilo Álvarez Mahecha por su apoyo, contribución, atención y paciencia que dio*  
335 *paso al desarrollo de este trabajo.*

336

337 *También brindamos nuestro más sincero agradecimiento a la docente y microbióloga Pilar*  
338 *Rojas Gracia por su apoyo y contribuciones durante el desarrollo del proyecto.*

339

340 *Agradecemos a la Universidad De Cundinamarca, por habernos brindado la oportunidad de*  
341 *formarnos como profesionales.*

342

343 *Atentamente: **Juan Camilo Jaimes Tafur y Lina Yineth Villalobos Moya.***

344 **BIBLIOGRAFÍA**

- 345 1. García VA. La vegetación como factor de control de la erosión. Repertorio  
346 Científico [Internet]. 8 de junio de 2016 [citado 8 de mayo de 2023];19(1):13-7.  
347 Disponible en: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2529>
- 348 2. Rayo Estrada-Herrera, Claudia Hidalgo-Moreno, Remigio Guzmán-Plazola, J.  
349 José Almaraz Suárez, Hermilio Navarro-Garza, Jorge D. Etchevers-Barra.  
350 Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad [Internet]. 2017 [citado  
351 20 de abril de 2023]. Disponible en:  
352 [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813)  
353 [31952017000800813](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813)
- 354 3. Cotrina G. EFECTOS DE ABONOS ORGANICOS EN EL SUELO AGRICOLA  
355 DE PURUPAMPA Pano, Perú. 1 de enero de 2020; Disponible en:  
356 [https://www.researchgate.net/publication/349223361\\_EFECTOS\\_DE\\_ABONOS](https://www.researchgate.net/publication/349223361_EFECTOS_DE_ABONOS_ORGANICOS_EN_EL_SUELO_AGRICOLA_DE_PURUPAMPA_Pano_Peru)  
357 [\\_ORGANICOS\\_EN\\_EL\\_SUELO\\_AGRICOLA\\_DE\\_PURUPAMPA\\_Pano\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/349223361_EFECTOS_DE_ABONOS_ORGANICOS_EN_EL_SUELO_AGRICOLA_DE_PURUPAMPA_Pano_Peru)
- 358 4. Aimar SB. Calidad del material erosionado por el viento en suelos de Argentina  
359 [Internet] [doctoralThesis]. 2016 [citado 8 de mayo de 2023]. Disponible en:  
360 <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4170>
- 361 5. Acevedo I, Sánchez A, Mendoza B. Evaluación del nivel de degradación del  
362 suelo en dos sistemas productivos en la depresión de Quíbor. I. Análisis  
363 multivariado. Bioagro [Internet]. 22 de diciembre de 2020;33:59-66. Disponible  
364 en: [10.51372/bioagro331.7](https://doi.org/10.51372/bioagro331.7)
- 365 6. Diaz R diaz. Varios - Agricultura Organica. 2015 [citado 18 de abril de 2023];  
366 Disponible en:  
367 [https://www.academia.edu/16607847/Varios\\_Agricultura\\_Organica](https://www.academia.edu/16607847/Varios_Agricultura_Organica)
- 368 7. Caguana Baño JM. Evaluación de cuatro tipos de mulch orgánico para  
369 recuperar suelos erosionados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en el

- 370 sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021. [Internet]  
371 [bachelorThesis]. Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC);  
372 2022 [citado 20 de abril de 2023]. Disponible en:  
373 <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9066>
- 374 8. Mendez Gusman Y. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos en el  
375 rendimiento de flores de *Calendula officinalis* L. 2015 [citado 18 de abril de  
376 2023]; Disponible en: [https://www.academia.edu/30288294/abono\\_organico\\_pdf](https://www.academia.edu/30288294/abono_organico_pdf)
- 377 9. Monteza Arcos MA. Eficiencia del uso del bokashi tradicional y fosfórico en la  
378 recuperación de suelos amazónicos degradados. Universidad Científica del Sur  
379 [Internet]. 2020 [citado 9 de mayo de 2023]; Disponible en:  
380 <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1264>
- 381 10. Avelino Carhuaricra CG. Aplicación de biofertilizantes para la recuperación  
382 de suelos degradados por .salinidad en el distrito de Huachipa-Lima.  
383 Repositorio institucional – UNAC [Internet]. 2018 [citado 10 de mayo de 2023];  
384 Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2519>
- 385 11. Mosquera Mena T. Biopreparados y micorrizas como alternativas de  
386 recuperación de suelos degradados en el atrato medio antioqueño. 10 de marzo  
387 de 2021 [citado 10 de mayo de 2023]; Disponible en:  
388 <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/40360>
- 389 12. Félix-Herrán JA, Sañudo-Torres RR, Rojo-Martínez GE, Martínez-Ruiz R,  
390 Olalde-Portugal V. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* [Internet].  
391 2008 [citado 8 de mayo de 2023];4(1):57-67. Disponible en:  
392 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140104>
- 393 13. Carlosama Pantoja DP, Jiménez Jaramillo RA. Evaluación de tres tipos de  
394 abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar

- 395 – cantón Bolívar [Internet] [bachelorThesis]. 2018 [citado 9 de mayo de 2023].  
396 Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8024>
- 397 14. Agüero DR, Alfonso ET. Generalidades De Los Abonos Orgánicos:  
398 Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas.  
399 Cultivos Tropicales [Internet]. 2014 [citado 13 de mayo de 2023];35(4):52-9.  
400 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007>
- 401 15. Coronado Ramos DO. Incidencia de biol y bocashi en la recuperación de la  
402 fertilidad y Edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano  
403 Acosta-Imbabura [Internet] [bachelorThesis]. 2017 [citado 9 de mayo de 2023].  
404 Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6457>
- 405 16. Bersan JL, Kelmer GAR, Righi JA. Avaliação da qualidade nutricional de  
406 composto orgânico produzido com resíduos provenientes de composteiras  
407 domésticas. Revista Brasileira de Meio Ambiente [Internet]. 15 de noviembre de  
408 2022 [citado 10 de mayo de 2023];10(2):240-58. Disponible en:  
409 <https://zenodo.org/record/7321739>
- 410 17. Regalado Delgado LM. Efecto de la aplicación combinada de materia  
411 orgánica y fertilizantes minerales en la recuperación de suelos degradados e  
412 incremento del rendimiento de maíz choclo en Shupluy, Yungay. Universidad  
413 Nacional Santiago Antúnez de Mayolo [Internet]. 2019 [citado 9 de mayo de  
414 2023]; Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3407>
- 415 18. Illatopa Espinoza D. Incorporación de abonos orgánicos en la recuperación  
416 de suelos agrícolas degradados en Panao - Huánuco 2017. Universidad  
417 Nacional Hermilio Valdizán [Internet]. 2018 [citado 9 de mayo de 2023];  
418 Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3840>
- 419 19. Boni TS, Pereira EIP, Santos AA, Cassiolato AMR, Maltoni KL. Biomass  
420 residues improve soil chemical and biological properties reestablishing native

- 421 species in an exposed subsoil in Brazilian Cerrado. PLOS ONE [Internet]. 27 de  
422 junio de 2022 [citado 13 de mayo de 2023];17(6):e0270215. Disponible en:  
423 <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0270215>
- 424 20. Bonifacio Maylle LM. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos sobre las  
425 propiedades físicas, químicas en suelo degradado y su influencia en el  
426 crecimiento del paca (Inga Feuillee) en Supte San Jorge – Leoncio Prado,  
427 Huánuco – 2019 - 2020. Universidad de Huánuco [Internet]. 2021 [citado 9 de  
428 mayo de 2023]; Disponible en:  
429 <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3179>
- 430 21. Centeno Chiguano DR. Efecto en la producción de Tuna (opuntia ficus  
431 indica) mediante la aplicación de cuatro dosis de abono orgánico (cuyasa) con  
432 fines de recuperación y aprovechamiento de los suelos erosionados. [Internet]  
433 [bachelorThesis]. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC);  
434 2019 [citado 8 de mayo de 2023]. Disponible en:  
435 <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5862>
- 436 22. Rongfeng Pu, Panpan Wang, Lanping Guo, Minghua Li, Xiuming Cui,  
437 Chengxiao Wang, et al. The remediation effects of microbial organic fertilizer on  
438 soil microorganisms after chloropicrin fumigation | Elsevier Enhanced Reader  
439 [Internet]. [citado 16 de mayo de 2023]. Disponible en:  
440 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0147651322000288?token=6B1223707F4C6E7CEB83ADD3F69925F21667D8B616EA003096C3A28C5C72EA4E0E5298742BCCF65DE0C2DD33230FCEC9&originRegion=us-east-1&originCreation=20230516235031>
- 444 23. Dong L, Li J, Sun J, Yang C. Soil degradation influences soil bacterial and  
445 fungal community diversity in overgrazed alpine meadows of the Qinghai-Tibet  
446 Plateau. Sci Rep [Internet]. 2 de junio de 2021 [citado 15 de mayo de  
447 2023];11:11538. Disponible en:  
448 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8172827/>

- 449 24. Wang Z, Yang T, Mei X, Wang N, Li X, Yang Q, et al. Bio-Organic Fertilizer  
450 Promotes Pear Yield by Shaping the Rhizosphere Microbiome Composition and  
451 Functions. *Microbiology Spectrum* [Internet]. diciembre de 2022 [citado 16 de  
452 mayo de 2023];10(6):e03572-22. Disponible en:  
453 <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/spectrum.03572-22>
- 454 25. Oña Catota CD. Evaluación de la Adaptación de la Tuna (*Opuntia ficus*  
455 *indica* L. mill.) aplicando Abono Orgánico (cuyasa) en 4 diferentes dosis, como  
456 alternativa para la recuperación de Suelos Erosionados en el CEASA, Parroquia  
457 Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 –  
458 2019. [Internet] [bachelorThesis]. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de  
459 Cotopaxi (UTC); 2019 [citado 10 de mayo de 2023]. Disponible en:  
460 <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6281>
- 461 26. Gunina A, Kuzyakov Y. From energy to (soil organic) matter. *Global Change*  
462 *Biology* [Internet]. 2022 [citado 17 de mayo de 2023];28(7):2169-82. Disponible  
463 en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.16071>
- 464 27. Huanay M, Mayte F. Efecto de la mezcla de abonos orgánicos a partir de  
465 Vermicompost, abono verde y gallinaza en la recuperación del suelo degradado  
466 – Cayhuayna Alta – Huánuco, 2021. Universidad de Huánuco [Internet]. 2022  
467 [citado 9 de mayo de 2023]; Disponible en:  
468 <http://distancia.udh.edu.pe/handle/123456789/3395>
- 469 28. Salinas SJ, Arbiz WV, Ulloa WL. EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS  
470 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS EN SUELOS DEGRADADOS  
471 CON MAÍZ AMILÁCEO (*Zea mays* L.). *Investigación Valdizana* [Internet]. 2012  
472 [citado 9 de mayo de 2023];6(1):43-50. Disponible en:  
473 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586061882010>
- 474 29. Aguilar Aguilar ME. Evaluación de tres abonos verdes, mezclas de  
475 leguminosa más gramínea, crucífera y amaranthaceae, en los suelos agrícolas

- 476 degradados del cantón Bolívar [Internet] [masterThesis]. 2016 [citado 10 de  
477 mayo de 2023]. Disponible en:  
478 <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23948>
- 479 30. Mora Cabrales RC, Martínez Roca GM. RECUPERACION DE LA  
480 FERTILIDAD DE SUELOS DEGRADADOS A TRAVES DEL APOORTE DEL  
481 ABONO ADQUIRIDO POR METODO DE COMPOST TAKAKURA EN EL  
482 AMBIENTE NATURAL DEL BOSQUE SECO TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD  
483 FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SECCIONAL OCAÑA, NORTE DE  
484 SANTANDER, COLOMBIA. [Internet] [Thesis]. 2020 [citado 9 de mayo de 2023].  
485 Disponible en: <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/521>
- 486 31. Sequeira ND, Vazquez P. Impacto de la erosión hídrica sobre la rentabilidad  
487 de los productores agrícolas en el partido de Tres Arroyos, Región Pampeana  
488 Austral, Argentina. Revista Geográfica de América Central [Internet]. 2022  
489 [citado 8 de mayo de 2023];1(68):383-412. Disponible en:  
490 <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/14967>
- 491 32. Torres J, Gutierrez JA, Beltran HA. Compactación, Una de las causas más  
492 comunes de la degradación del suelo. Ciencias Agropecuarias [Internet]. 2017  
493 [citado 23 de febrero de 2023];3(3):18-22. Disponible en:  
494 [http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/v  
495 iew/225](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/225)
- 496 33. Villanelo J, Toro M, Martínez E, Armijo G, Vercellino P, Fuentes P, et al.  
497 Determinación de la Erosión Actual y Potencial de los Suelos de Chile [Internet].  
498 2015 sep. Disponible en:  
499 [https://www.researchgate.net/publication/281408780\\_Determinacion\\_de\\_la\\_Ero  
500 sion\\_Actual\\_y\\_Potencial\\_de\\_los\\_Suelos\\_de\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/281408780_Determinacion_de_la_Erosion_Actual_y_Potencial_de_los_Suelos_de_Chile)
- 501 34. Londoño DMD. Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de  
502 propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. Lámpsakos

- 503 [Internet]. 2017 [citado 17 de mayo de 2023];(17):77-83. Disponible en:  
504 <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964504009/html/>
- 505 35. Montatixe Sánchez CI, Eche D. Degradación del suelo y desarrollo  
506 económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Pillaro.  
507 Siembra [Internet]. 2021 [citado 20 de abril de 2023];8(1):1. Disponible en:  
508 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234798>
- 509 36. Tituaña E, Cayambe J, Puerres D, Heredia M. Efectividad de sedimentos de  
510 la laguna de Colta como abono orgánico para la recuperación de suelos en el  
511 cultivo de cilantro. 2018 [citado 9 de mayo de 2023]; Disponible en:  
512 <http://www.ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/65>
- 513 37. Scotti R, Bonanomi G, Scelza R, Zoina A, Rao MA. Organic amendments as  
514 sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. Journal of  
515 soil science and plant nutrition [Internet]. junio de 2015 [citado 13 de mayo de  
516 2023];15(2):333-52. Disponible en:  
517 [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-  
518 95162015000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-95162015000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- 519 38. Baptista I, Ritsema C, Geissen V. Effect of Integrated Water-Nutrient  
520 Management Strategies on Soil Erosion Mediated Nutrient Loss and Crop  
521 Productivity in Cabo Verde Drylands. PLoS One [Internet]. 31 de julio de 2015  
522 [citado 15 de mayo de 2023];10(7):e0134244. Disponible en:  
523 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4521870/>
- 524 39. Tesfahunegn GB, Ayuk ET, Adiku SGK. Farmers' perception on soil erosion  
525 in Ghana: Implication for developing sustainable soil management strategy.  
526 PLoS One [Internet]. 2 de marzo de 2021 [citado 17 de mayo de  
527 2023];16(3):e0242444. Disponible en:  
528 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7924763/>

- 529 40. Rodríguez-Berbel N, Soria R, Ortega R, Lucas-Borja ME, Miralles I. Benefits  
530 of applying organic amendments from recycled wastes for fungal community  
531 growth in restored soils of a limestone quarry in a semiarid environment.  
532 Science of The Total Environment [Internet]. 1 de febrero de 2022 [citado 13 de  
533 mayo de 2023];806:151226. Disponible en:  
534 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972106304X>
- 535 41. Qiu L, Zhang Q, Zhu H, Reich PB, Banerjee S, van der Heijden MGA, et al.  
536 Erosion reduces soil microbial diversity, network complexity and  
537 multifunctionality. ISME J [Internet]. agosto de 2021 [citado 15 de mayo de  
538 2023];15(8):2474-89. Disponible en: [https://www.nature.com/articles/s41396-](https://www.nature.com/articles/s41396-021-00913-1)  
539 [021-00913-1](https://www.nature.com/articles/s41396-021-00913-1)
- 540 42. Steinhoff-Knopp B, Kuhn TK, Burkhard B. The impact of soil erosion on soil-  
541 related ecosystem services: development and testing a scenario-based  
542 assessment approach. Environ Monit Assess [Internet]. 2021 [citado 18 de mayo  
543 de 2023];193(Suppl 1):274. Disponible en:  
544 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8121738/>
- 545