

The background of the entire page is a close-up photograph of dark brown soil. Scattered across the soil are numerous small, white, spherical fertilizer granules. In the upper right corner, there is a blue textured object, possibly a container or a trowel, which has more of these granules resting on it.

MANEJO DE SUSTRATOS Y FERTILIZACIÓN EN
AGRICULTURA URBANA.

FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

ESTRUCTURA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	3
1. COMPOST EN LA AGRICULTURA URBANA	4
1.1 Generalidades	4
1.2 Fases en el Proceso de Compost	7
1.3 Elementos a tener en cuenta en el compostaje	8
2. LOMBRICOMPUESTO	9
2.1 Definición	9
2.2 Ventajas	9
2.3 Características de la lombriz	10
2.4 Características del Humus	11
2.5 Instalación de la Lombircultura	12
3. FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA	13
3.1 Fertilización Orgánica	14
3.1.1 Tipos de abonos orgánicos	14
3.2 Fertilización química	15
3.3 Concentración de los fertilizantes	16
3.4 Saturación de los sustratos	17
4. MEZCLAS	17
4.1 Características	20
4.2 Tipos	21
GLOSARIO	22
BIBLIOGRAFÍA	23
CRÉDITOS	24

INTRODUCCIÓN

Para lograr producciones agrícolas importantes es necesario recordar que las plantas, además del suelo y el agua, requieren de determinados nutrientes que son fundamentales para su crecimiento, desarrollo y producción. Cuando hay falta de estos elementos existen consecuencias que pueden ir desde menor crecimiento y decoloración de las hojas hasta la pérdida de cosechas, afectando de manera directa al productor.

Generalmente, los suelos agrícolas poseen esos nutrientes, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones es necesario aplicar fertilizante para que los suministren a las plantas. No ocurre lo mismo con los sustratos utilizados en la agricultura urbana, donde es necesario utilizar materiales como el compost o el humus de lombriz que tienen altos contenidos de estos elementos y, además, fertilizantes químicos que aporten los nutrientes cuando no se utilizan los materiales mencionados anteriormente.

La necesidad de producir alimentos para una población que cada vez va en aumento ha hecho necesario incrementar el rendimiento de los cultivos por medio de la utilización de diferentes técnicas, muchas de las cuales han causado una importante degradación de los recursos naturales, especialmente del suelo y del agua.

Como una forma de corregir los daños al suelo y a los ecosistemas, surgen técnicas para la fertilización de cultivos como la producción de compost y humus de lombriz, entre muchas otras que, además de producir un abono altamente eficiente, reduce la contaminación ambiental por medio del reciclaje de desechos domésticos, industriales y vegetales entre otros.

Resulta fundamental conocer la importancia que tienen el compost y el humus de lombriz para la agricultura ecológica como uno de varios conceptos para su fertilización, además, la forma de realizar la mezcla de los diferentes materiales para la elaboración de sustratos.

1. COMPOST EN LA AGRICULTURA URBANA

1.1 Generalidades

La adición de compost al suelo cuando se habla de zonas blandas, como a los demás sustratos que se utilizan cuando se trabaja en zonas duras, es un importante recurso para la conservación y mejoramiento de las características de estos sustratos, y tiene una relación directa con el desarrollo y la sanidad de las plantas que se siembran.



Una característica muy importante del proceso de compostaje en los hogares es que permite el reciclaje de los residuos orgánicos domésticos, lo cual produce efectos muy importantes como la reducción de la contaminación y la producción de un fertilizante eficiente a muy bajo costo.

La opción de compostar surge como una solución para transformar en insumos agrícolas los desechos producidos en las explotaciones agrícolas tales como:

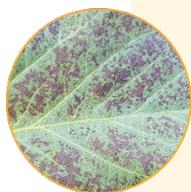


FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en su portal terminológico, FAOTERM, define como compostaje la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.

Por medio del compostaje se evitan otras prácticas equivocadas que generalmente se realizan con los residuos por desconocimiento, falta de espacio o tiempo, tales como la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta que se pudra completamente. Todas estas con graves consecuencias de contaminación y deterioro de los recursos naturales.

Es muy importante tener en cuenta que cuando se utilizan materiales que no han finalizado completamente el proceso de compostaje, pueden surgir determinados riesgos como los siguientes:



Fitotoxicidad

El nitrógeno se encuentra en forma de amonio y no de nitratos que es la forma aprovechable. Este amonio por humedad y calor se transforma en amoníaco que es altamente tóxico para el crecimiento de las plantas.



Bloqueo Biológico del Nitrógeno

O “hambre de nitrógeno”. Cuando se aplican al suelo materiales más ricos en carbono que en nitrógeno, los microorganismos consumen el carbono presente en el material e incrementan el consumo de nitrógeno agotando las reservas de este elemento en el suelo.



Reducción de Oxígeno Radicular

Cuando el material no está completamente descompuesto, los microorganismos utilizan todo el oxígeno presente en el suelo, produciendo su agotamiento y su indisposición para las plantas.



Exceso de Amonio y Nitratos

Los excesos de amonio se pierden por infiltración en el suelo contaminando las aguas superficiales y subterráneas. También pueden ser tomados por las plantas generando acumulación de nitratos que producen mala calidad de los productos.

FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

El compostaje es la transformación aeróbica de restos orgánicos que, bajo condiciones adecuadas de aire, humedad, temperatura y presencia de microorganismos, produce un material homogéneo que es perfectamente asimilable por los vegetales.

Desde tiempos remotos los agricultores han utilizado el compost como un fertilizante para sus cultivos que además les permite utilizar de manera higiénica los estiércoles de los animales de la finca, en la agricultura urbana también ha tenido gran efecto para mejorar las características de suelos y sustratos, además, de utilizar los residuos producidos a nivel doméstico.

Con el compost se logra conseguir suelos y sustratos con las siguientes características:



1.2 Fases en el proceso de compost

En el proceso de descomposición de la materia orgánica inicialmente ocurren variaciones de temperatura que permiten diferenciar cuatro etapas principales en el proceso de compostaje:



Fase mesófila.

Se denomina así porque en ella actúan microorganismos mesófilos, que son aquellos que tienen una temperatura óptima de crecimiento y desarrollo entre los 15 y los 35°C. En esta fase la masa vegetal con la que se inicia el proceso se encuentra a temperatura ambiente, pero por la actividad microbiana en poco tiempo llega hasta los 45°C y el pH baja hasta 4 - 4.5 por acción de los ácidos orgánicos. Generalmente tiene una duración entre dos y ocho días.

Fase termófila.

Se denomina así porque en ella actúan microorganismos termófilos, que son aquellos que tienen una temperatura óptima de crecimiento y desarrollo superior a 45°C. También llamada fase de **higienización** porque el calor producido destruye bacterias contaminantes como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*. Además, los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden estar presentes en el material de origen.

Cuando se alcanza una temperatura por encima a los 40°C, los microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A 60°C aparecen las bacterias que producen esporas (esporógena) y actinomicetos que son los microorganismos encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

La duración de esta fase va desde algunos días hasta meses, dependiendo de diferentes factores como: el material de origen, las condiciones climáticas y el lugar de producción entre otros.

Fase de enfriamiento.

Una vez que se agotan las fuentes de carbono y de nitrógeno en el material de compostaje, la temperatura vuelve a descender hasta los 40 - 45°C y reaparecen los microorganismos mesófilos para reiniciar su actividad y el pH desciende, aunque permanece ligeramente alcalino.

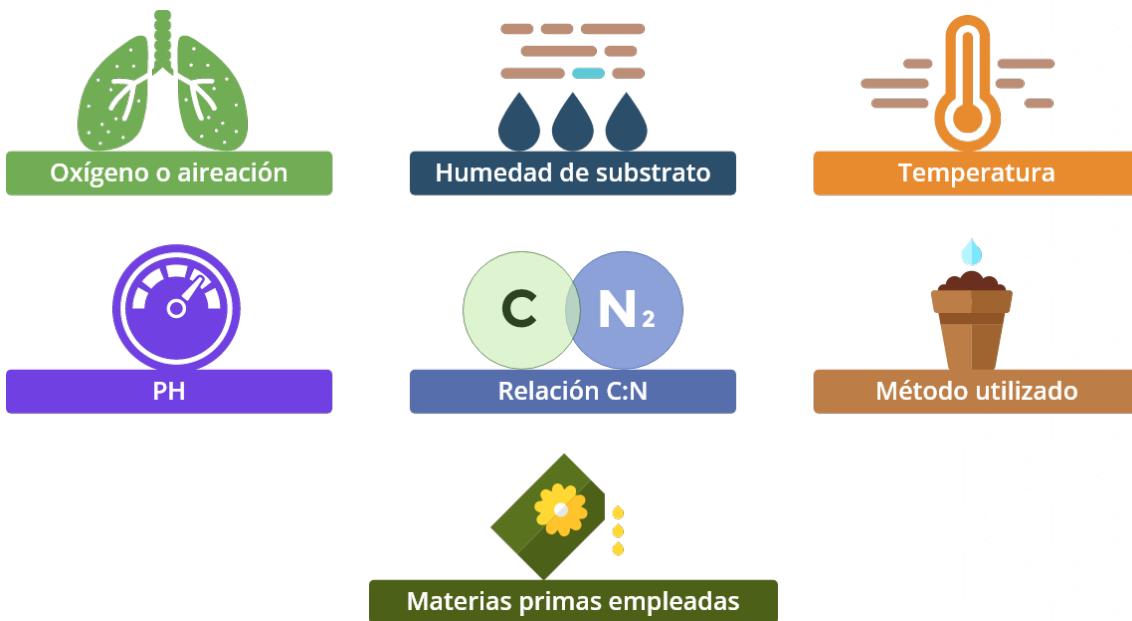
La fase de enfriamiento tarda varias semanas y suele confundirse con la siguiente fase de maduración.

Fase de maduración.

Esta fase requiere de varios meses a temperatura ambiente. Las reacciones que se producen en este periodo permiten la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. La importancia de esta fase radica es que evita problemas como el bloqueo del nitrógeno, un desequilibrio en nutrientes y presencia de elementos fitotóxicos, entre otros.

1.3 Elementos a tener en cuenta en el compostaje

El compostaje es un proceso realizado por microorganismos, por lo tanto, es importante tener en cuenta y monitorear durante todo su desarrollo diferentes factores que afectan su crecimiento y reproducción, buscando que se mantengan dentro de unos rangos óptimos para conseguir la producción de un compost con las características requeridas que cumpla con su función tanto en el suelo como en el desarrollo de los cultivos. Los principales son:



2. LOMBRICOMPUESTO

2.1 Definición

Lombriabono o humus de lombriz es el producto obtenido de la digestión de la lombriz. Es uno de los mejores abonos orgánicos porque está compuesto no solo por altos contenidos de macronutrientes, sino por pequeñas cantidades de micronutrientes, ofreciendo a los cultivos una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces. Por lo anterior, este material es tan utilizado en los programas de agricultura urbana como un componente de los sustratos.



2.2 Ventajas

El humus de lombriz tiene múltiples ventajas con respecto a otros materiales utilizados de agricultura urbana, como las siguientes:



Es más concentrado

No se pierde el nitrógeno por la descomposición

El fósforo es asimilable

Tiene mayor contenido de microorganismos y enzimas que ayudan a la desintegración de la materia orgánica

Mayor contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas

Un pH estable entre 7 y 7.5

La materia prima puede ser cualquier tipo de residuo o desecho orgánico

2.3 Características de la lombriz

Para la producción de este humus se utiliza específicamente la lombriz roja californiana de la especie *Eisenia foetida*, cuyas características más relevantes son:



FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

- Son muy longevas, pueden vivir hasta los 16 años.
- Su peso promedio es de 1 gramo y alcanza un tamaño entre seis a diez cm.
- Tiene cinco corazones, seis pares de riñones y 182 conductos excretores.
- Respira por la piel.
- Se alimenta de todo tipo de desechos orgánicos.
- Su aparato digestivo humifica en pocas horas lo que tarda años en la naturaleza.
- Expulsa el 60% de la materia orgánica después de su digestión.
- 100.000 lombrices ocupando 2 m² son capaces de producir 2 kg humos/día.
- Puede vivir en poblaciones de hasta 50.000 por m².
- Es hermafrodita.
- Madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida.
- Una lombriz adulta es capaz de tener 1.500 crías en un año.

2.4 Características del humus

El humus de lombriz posee características físicas, químicas y biológicas como las que se ven en el siguiente diagrama:



FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

2.5 Instalación de la lombricultura

En el siguiente diagrama se muestra la secuencia lógica para la instalación de la lombricultura y la producción de humus.



3. FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

Los elementos minerales involucrados en la nutrición vegetal se clasifican en macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio; y micronutrientes como boro, cloro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc. Los vegetales requieren un aporte equilibrado de estos nutrientes para lograr su crecimiento normal. Los macronutrientes son necesarios en mayores cantidades, mientras que los micronutrientes se requieren en cantidades muy pequeñas.



Los elementos minerales involucrados en la nutrición vegetal

Macronutrientes

7 N Nitrógeno	15 P Fósforo	19 K Potasio	16 S Azufre	20 Ca Calcio	12 Mg Magnesio
----------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------

Micronutrientes

5 B Boro	17 Cl Cloro	27 Co Cobalto	29 Cu Cobre	26 Fe Hierro	25 Mn Manganeso
42 Mo Molibdeno			30 Zn Zinc		

3.1 Fertilización orgánica

A través de la fertilización orgánica es posible aportar de forma segura, económica y eficaz los nutrientes necesarios al suelo para el normal desarrollo de las plantas. Caso contrario a lo que ocurre con el método convencional de fertilización donde se utilizan agroquímicos que no son seguros para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas.

Teniendo en cuenta que, entre los objetivos principales de la agricultura urbana y periurbana, está producir de forma limpia productos vegetales; la fertilización orgánica, por lo tanto, se convierte en un excelente método para nutrir las plantas.

En los procesos de agricultura urbana es muy importante la fertilización orgánica, ya que es una técnica de mejoramiento ecológico tanto del suelo en zonas blandas como de los sustratos en zonas duras, con el fin de brindar sustancias nutritivas en las cantidades y calidades necesarias para la adecuada nutrición vegetal.

La fertilización orgánica mantiene y aumenta la cantidad de microorganismos contenidos en el suelo para que estos se encarguen de mejorar las características de las zonas blandas utilizadas por el agricultor urbano.

3.1.1 Tipos de abonos orgánicos



Entre otros:

- Estiércoles Compostados
- Cenizas
- Abonos Verdes
- Abonos Orgánicos Fermentados
- Caldos Microbianos
- Caldos Minerales

3.2 Fertilización química

Como se dijo anteriormente, la agricultura urbana se basa en la producción limpia de vegetales, por eso, gran parte de su fertilización se realiza a partir de productos orgánicos; no obstante, también se utilizan soluciones nutritivas en algunos casos, realizadas a partir de productos minerales que son suministrados a las plantas con el fin de estimular su crecimiento y garantizar su producción.

En la agricultura urbana las fuentes de las cuales las plantas adquieren los minerales son:



Del aire

Carbono (C)

Oxígeno (O)



Del agua

Hidrógeno (H)



De sales minerales

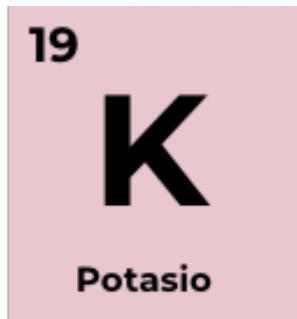
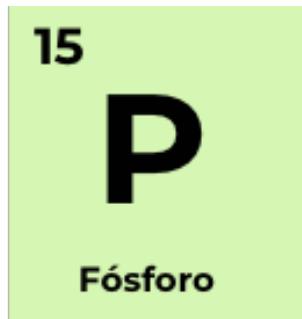
Nitrógeno (N)

Fósforo (P)

Potasio (K)

Micronutrientes

En agricultura urbana, especialmente cuando de cultivos hidropónicos se trata, a la raíz de las plantas les llega la solución nutritiva con los macronutrientes en altas cantidades y más pequeñas partes de micronutrientes. Todas las soluciones nutritivas deben tener estos nutrientes e informar en qué proporción se encuentran dentro de la mezcla los macronutrientes (N - P - K).



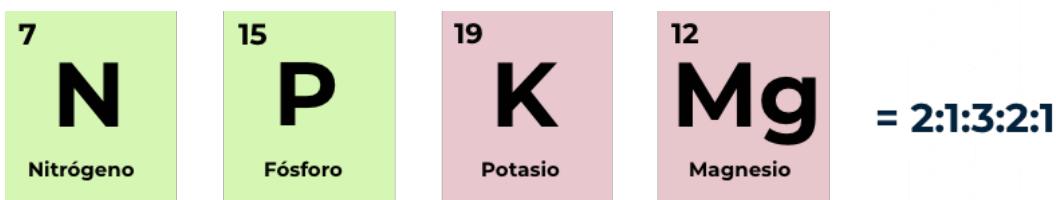
FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA



Es por ello que en las etiquetas de las soluciones nutritivas se encuentran tres números seguidos que indican el porcentaje que la solución posee de cada nutriente. Por ejemplo, una solución 5 - 5 - 5, quiere decir que tienen 5% de nitrógeno, 5% de fósforo y 5% de potasio, para un total 15% de minerales y el 85%, es decir, el resto es agua, micronutrientes u otras moléculas de relleno.

Con base en lo anterior, es muy importante determinar que el cultivo tenga la cantidad de nutrientes que necesita de acuerdo con la especie y el estado de desarrollo en el que se encuentre. Razón por la cual algunos proveedores optan por vender los nutrientes por separado para que los agricultores preparen la solución de acuerdo con sus necesidades.

En hortalizas la relación recomendable de los elementos principales es:



3.3 Concentración de los fertilizantes

La concentración de los fertilizantes se expresa en términos de partes por millón (ppm) del elemento puro en la solución:

1 ppm = 1 gramo del elemento puro en 1.000 litros de agua (1.000 L = 1 m³)

Por lo tanto, una concentración de 100 ppm = 100 g en 1 m³ de agua.

A modo de ejemplo se presenta a continuación la concentración deseada en ppm de macroelementos para un cultivo del tomate en sus diferentes etapas:

ETAPA	N	P	K	Ca	Mg
Transplante hasta inicio de floración	100-200	40-50	150-180	100-120	40-50
Floración hasta cuaje de tercer piso	150-180	40-50	250-350	100-120	40-50
Principal cuaja a desarrollo de frutos	200-220	40-50	300-400	100-120	50-60
En zonas o en épocas cálidas	150-180	35-40	250-300	100-120	40-50

3.4 Saturación de los sustratos

Algunos sustratos cuando se van a utilizar por primera vez, absorben una gran cantidad de los elementos minerales suministrados al cultivo, principalmente el fósforo. Este fenómeno afecta la absorción de nutrientes por parte de los vegetales, ya que los elementos dejan de estar disponibles.

Para solucionar este inconveniente, cuando se va a utilizar por primera vez un sustrato, especialmente de tipo mineral como la piedra pómez, es preciso saturarlos con una solución de fósforo. Para esto se realizan riegos de saturación utilizando una solución de ácido fosfórico en una dosis de 100 a 200 cc por metro³ de sustrato, lo cual se debe hacer unos días antes del trasplante de cultivo.

4. MEZCLAS

De acuerdo con los principales sustratos vistos anteriormente que se utilizan en los procesos de agricultura urbana, es poco probable que un solo material cubra todos los requerimientos de las especies vegetales para su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, es preciso realizar mezclas de materiales que tengan propiedades físicas y químicas diferentes, con lo cual se logra conseguir un sustrato con las condiciones propicias para el desarrollo de las diferentes especies vegetales.

Es importante tener en cuenta que los materiales inertes mezclados con materiales orgánicos producen excelentes resultados porque la materia orgánica es un componente activo y al ser incorporada a un sustrato inorgánico, mejoran características muy importantes como las que se indican a continuación:

- El espacio poroso
- Incrementa la retención de humedad
- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico.

Es por lo anterior que resulta recomendable realizar mezclas en diferentes proporciones de cada material para conseguir los sustratos con las características físicas, químicas y biológicas óptimas para el desarrollo de las especies vegetales que se vayan a producir.



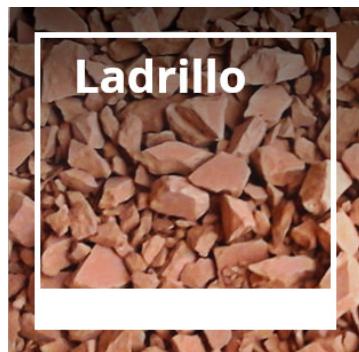
FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

Materiales como la arena, la escoria o la piedra pómex, entre otros, son excelentes como mezcladores para garantizar la distribución de la humedad, las proporciones de cada uno dependerán del análisis y las características requeridas para los sustratos.

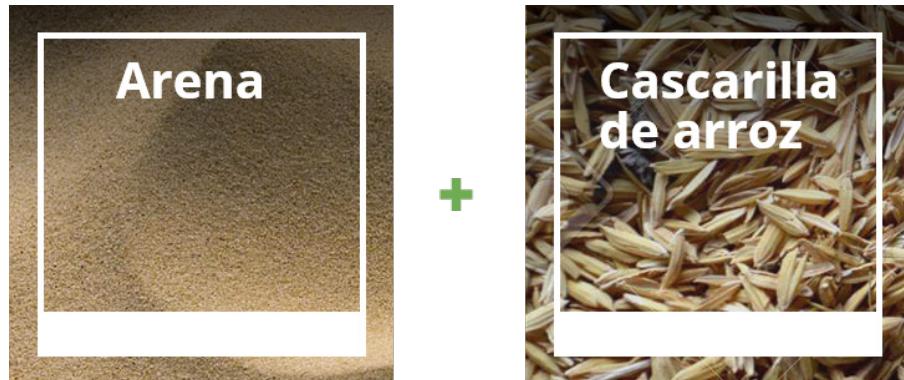
A continuación se presentan algunas de las mezclas más usadas para preparar sustratos en la agricultura urbana:

MATERIAL	PARTES	MATERIAL	PARTES
Cascarilla de arroz	1	Escoria	1
Cascarilla de arroz	1	Arena	1
Cascarilla de arroz	4	Tierra	1
Cascarilla de arroz	1	Arena	2
Aserrín	1	Escoria	1
Aserrín	1	Carbón	1
Piedra pómex	1	Aserrín	1
Cascarilla de arroz	1	Aserrín 1 + Escoria	1

Una mezcla que resulta muy común en algunas zonas urbanas marginadas, donde los materiales están disponibles es: gravilla, ladrillo picado y aserrín, mezclados en proporciones iguales.



Además, la mezcla de dos partes de cascarilla de arroz con una parte de arena fina, ha resultado muy efectiva para establecer cultivos verticales en bolsas plásticas.



Como una norma general de las mezclas, es importante tener en cuenta que las mezclas más sueltas se utilizan para los cultivos que se realizan bajo techo, mientras que las más pesadas son apropiadas para los cultivos a libre exposición.



Un estudio realizado en tres Instituciones Educativas de Bogotá, por la Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria CORPOICA, analizó el comportamiento del cultivo de lechuga en cinco diferentes sustratos los cuales fueron:

- Suelo tratado (cal, compost, cascarilla cruda)
- Escoria (residuo de carbón vegetal quemado)
- Cascarilla quemada
- Carbón vegetal (junto con arena en una proporción de 2:1)
- Humus sólido (mezcla de suelo, humus sólido y cascarilla cruda en una proporción de 2:1:1).

FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA



Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- 1** Los sustratos hechos de dos o más materiales mezclados entre sí, demostraron mejores propiedades que aquellos que contenían un único elemento.
- 2** Los sustratos de cascarilla cruda y quemada fueron los menos eficientes debido a su baja capacidad de retención de humedad y a la dificultad de conseguir una humedad homogénea.
- 3** La cáscara de arroz es un subproducto de la industria molinera, que no está disponible localmente, así que el principal costo es el transporte.
- 4** Las mezclas de humus sólido (combinado con suelo y cascarilla cruda) y compost (combinado con cal y cascarilla cruda) presentaron las mejores características en términos de tasa de germinación, capacidad de retención de la humedad, infiltración y drenaje, color de la cosecha, conservación ambiental, costo y disponibilidad a nivel local, y calidad. Con estas dos mezclas, los agricultores obtuvieron lechugas con un mayor número de hojas y un peso mayor. Los otros tipos de sustrato produjeron lechugas con deficiencias nutricionales siendo un producto de menor calidad.

4.1 Características

Es importante tener en cuenta que las proporciones de cada uno de los materiales mezclados que se utilizan para formar un sustrato, deben tener como fin primordial conseguir que el soporte para las plantas tenga las siguientes diez características:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Debe retener humedad | 6. Debe tener buen drenaje |
| 2. Debe permitir buena aireación | 7. Debe tener capilaridad |
| 3. Debe tener buena estabilidad física | 8. Debe ser liviano |
| 4. Debe ser inerte químicamente | 9. Debe ser de bajo costo |
| 5. Debe ser inerte biológicamente | 10. Debe estar disponible |

FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

4.2 Tipos

Al momento de realizar las mezclas para formar un sustrato que favorezca el desarrollo los cultivos, además de lo dicho anteriormente, es necesario tener en cuenta la disponibilidad de los materiales y el fin que se le va a dar al sustrato.



3 partes de
turba



1 Parte de
corteza fina



Parte de
perlita



= Substrato para
semillas

GLOSARIO

Aeróbica: Quiere decir que requiere del oxígeno para llevar a cabo sus procesos vitales.

Auxinas: Son hormonas vegetales cuya función principal está relacionada con el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Compostar: Es la acción por medio de la cual se logra obtener un abono a partir de desechos orgánicos.

Escherichia coli: Bacteria presente en el intestino de diferentes organismos, en algunos casos, por ejemplo, en los seres humanos es causante de enfermedades.

Fitotoxicidad: Es un efecto negativo que se produce en las plantas a causa de sustancias u organismos tóxicos.

Hermafrodita: Organismos vivos que poseen dentro de su estructura fisiológica órganos tanto de carácter masculino como femenino.

Lixiviación: Proceso por medio del cual a través del agua se obtienen sustancias presentes en el suelo o en los estratos.

Organismos Mesófilos: Son los organismos que tienen una temperatura óptima de desarrollo comprendida entre los 20 y los 45°C, el cual se considera un rango de temperatura moderada.

Organismos Termófilos: Son los organismos que se desarrollan a temperaturas superiores a los 45°C, la cual se considera una temperatura extrema alta.

Producción Limpia: Proceso por medio del cual se obtienen productos en los que no intervinieron en sustancias químicas de síntesis que puedan causar daño al consumidor o al medio ambiente.

Salmonella spp.: Son bacterias que tienen efectos contaminantes sobre muchos organismos vivos, entre ellos, el hombre.

Sustancias húmicas: Son componentes del humus que se encargan de la liberación lenta de elementos como el nitrógeno, fósforo, potasio y azufre importantes para nutrición de las plantas. Además, tienen efecto en la regulación del pH del suelo.



BIBLIOGRAFÍA

Borrero., C. A. (s.f.-b). Abonos orgánicos. https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp

Basterrechea, M. (2014, junio). conceptos básicos de hidroponía #1: Nutrientes para hidroponía. <https://www.hidroponicasera.net/guia-basica-de-nutrientes-para-hidroponia/>

Brechelt, A. (2004, agosto). Manejo Ecológico del Suelo [Manual]. http://bioinsumosagric.ucoz.com/_Id/0/90_Manaje_Ecologic.pdf

EstoEsAgricultura. (2017, marzo). Tipos de sustrato para plantas y cultivos [Publicación en un blog]. <https://estoesagricultura.com/tipos-de-sustrato-para-nuestros-cultivos>

FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Junta de Andalucía. (s.f.). Manual básico de agricultura ecológica [Manual]. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tecnica_para_nutricion.pdf

Salamanca Córdoba, N. L. (2016). Balance del programa de agricultura urbana liderado por el Jardín Botánico De Bogotá José Celestino Mutis [Trabajo de Pregrado]. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4921/1/SalamancaCordobaNestorLeonardo2016.pdf>

Valenzuela López T, M., Díaz Valdés, T., & Osuna Rodríguez, J. M. (2010). Manejo de sustratos en la Agricultura. http://www.portaldelagro.com/index.php?option=com_content&view=article&id=411:manejo-de-sustratos-en-la-agricultura&catid=39:noticias&Itemid=58



CRÉDITOS

Ecosistema de Recursos Educativos Digitales

» **Ingrid Dayanna Bonilla Monzon**

Líder del equipo

Dirección General

Equipo Contenido Instruccional

» **Gloria Matilde Lee Mejía**

Responsable Equipo

Centro de Comercio y Servicios -
Regional Tolima

» **Rafael Nelftali Lizcano Reyes**

Asesor pedagógico

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Carlos Eduardo Orozco Osorio**

Experto Temático

Centro para la Formación Cafetera
Regional Caldas

» **Eliana Milena Buitrago Umaña**

E-Pedagoga instruccional

Centro de Atención Sector
Agropecuario - Regional Risaralda

» **Andrés Felipe Velandia Espitia**

Evaluador de contenido

Centro Agroindustrial
Regional Quindío.

» **Erika Alejandra Beltrán Cuesta**

Evaluadora de calidad instruccional

Centro de Atención Sector
Agropecuario - Regional Risaralda

Equipo Diseño y Desarrollo

» **Francisco José Lizcano Reyes**

Responsable Equipo

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Carlos Julian Ramírez Benítez**

Diagramación web

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Edgar Mauricio Cortés**

Desarrollo front-end

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Luis Gabriel Urueta Álvarez**

Desarrollo actividades didácticas

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Carlos Julian Ramírez Benítez**

Construcción documentos digitales

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander

» **Leyson Fabián Castaño Pérez**

Integración de recursos y pruebas

Centro Industrial Del Diseño y La
Manufactura - Regional Santander



FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA URBANA

Equipo de Gestores de Repositorio

» Kely Alejandra Quiros Duarte

Administrador repositorio de
contenidos y gestores de repositorio.

Centro de comercio y servicios -
Regional Tolima

Recursos gráficos

Fotografías y vectores tomados de www.shutterstock.com y www.freepik.com



Este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de la licencia que el trabajo original.

