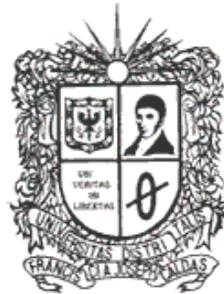


**DISEÑO DE UN LOMBRICULTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS - FACULTAD TECNOLÓGICA**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

Bogotá D.C., febrero de 2019

**DISEÑO DE UN LOMBRICULTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS - FACULTAD TECNOLÓGICA**

Realizado por:

**ANDRÉS ALVARADO LÓPEZ
ERIKA JOHANA DÍAZ GARCÍA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero de Producción**

**Director:
Ing. GUSTAVO PEDRAZA POVEDA**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C., 2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del director

Firma del jurado

Bogotá D.C., febrero de 2019

Dedicatoria

A nuestros padres

Por el ejemplo de perseverancia, los valores enseñados a lo largo de la vida, por ser un ejemplo a seguir y por su incondicional apoyo en nuestro proceso como estudiantes para obtener este logro.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a la Facultad Tecnológica por brindarnos la oportunidad de pertenecer a esta gran institución y formarnos académicamente en compañía de grandes docentes, entre ellos nuestro tutor Gustavo Pedraza Poveda a quien agradecemos por su acompañamiento y dirección para este proyecto.

Resumen ejecutivo

El manejo de los residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades, debido a que existen diferentes factores que dificultan la implementación de buenos sistemas de gestión de residuos, entre los cuales se destacan: el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, los cambios en los patrones de consumo, los avances tecnológicos, la saturación de los rellenos sanitarios y la falta de espacio para la creación de nuevos rellenos, entre otros; estos factores han incrementado la generación de residuos sólidos en las zonas rurales y urbanas a nivel mundial, por lo tanto es de vital importancia implementar alternativas de aprovechamiento con el fin de brindar la mejor disposición final de los mismos.

Un porcentaje de estos residuos son de origen orgánico, los cuales por sus propiedades químicas y biológicas son de alto aprovechamiento. Aunque pueden llegar a generar efectos negativos si no se brinda una buena disposición final de estos, además de incurrir en importantes costos económicos. Sin embargo, existen alternativas como el compostaje y la lombricultura que son soluciones aplicables para su manejo y aprovechamiento, asimismo es una práctica amigable con la naturaleza e incluso pueden llegar a generar fuentes de ingresos económicos.

Actualmente la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas cuenta con un programa de apoyo alimentario, el cual beneficia aproximadamente a 400 estudiantes de los diferentes proyectos curriculares. Este programa genera grandes cantidades de desechos orgánicos diariamente, los cuales son almacenados para su recolección por parte de la empresa prestadora del servicio de apoyo alimentario. Por otro lado también se generan desperdicios de comida por parte de las personas que llevan almuerzo preparado desde su casa y se encuentran en horas de almuerzo de 12:00 a 2:00 pm aproximadamente en la facultad.

No obstante, estos desechos podrían ser aprovechados en un gran porcentaje, generando beneficios ambientales, sociales y económicos a la comunidad universitaria, como también a la localidad de Ciudad Bolívar.

Para ello, en el este trabajo se presenta el diseño de un lombricultivo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por el programa de apoyo alimentario, como también los residuos provenientes de los estudiantes, administrativos y docentes de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas que llevan sus almuerzos desde casa, con el fin de dar la mejor disposición final de los mismos.

Tabla de contenido

1. Introducción e información general.....	1
1.1 Problema	1
1.1.1 Descripción.	1
1.1.2 Formulación.	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.	2
1.3 Delimitación o Alcance	3
2. Marco referencial.....	4
2.1 Marco teórico	4
2.1.1 Bases teóricas de los agrosistemas sostenibles.	4
2.2 Marco conceptual	8
2.2.1 Residuos Sólidos.....	8
2.2.2 Lombricultura.	10
2.2.3 Criterios para la instalación de las camas.	19
2.3 Marco legal	24
3. Manejo actual de los residuos orgánicos en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	27

3.1 Programa de apoyo alimentario.....	27
3.1.1 Parámetros de los alimentos del apoyo alimentario.....	29
3.2 Proveedor del servicio del apoyo alimentario.....	32
3.2.1 Generalidades de los proveedores.....	32
3.2.2 Alcances del proveedor.....	33
3.2.3 Obligaciones ambientales del proveedor.	34
3.3 Condiciones del área para disposición final de los residuos sólidos	35
3.4 Residuos generados por los almuerzos caseros	40
3.4.1 Cálculo de la muestra.....	42
4. Diseño del modelo de lombricultivo en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	48
4.1 Matriz de evaluación de tratamientos de residuos sólidos	48
4.1.1 Matriz DOFA.....	50
4.1.2 Propuestas de mejora en el proceso	52
4.1.3 Ventajas y desventajas del lombricultivo	56
4.2 Evaluación y selección de la localización del lombricultivo	57
4.3 Materiales de construcción para las camas.....	60
4.4 Dimensiones del lombricultivo	61
4.5 Mantenimiento del lombricultivo	64
4.5.1 Parámetros para el lombricultivo.....	66

4.6	Impactos ambientales del lombricultivo	70
4.6.1	Control de vectores.	71
5.	Plan de acción para el manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.....	74
5.1	Actividades de ejecución.....	74
5.1.1	Ciclo PHVA para la ejecución del proyecto.	75
5.2	Recursos y presupuesto.....	78
5.3	Responsables.....	79
5.4	Tiempos de ejecución	80
5.5	Indicadores.....	81
6.	Conclusiones.....	83
7.	Recomendaciones	84
	Bibliografía	85
	Anexos	89

Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación de los residuos.....	9
Tabla 2 Relación C/N de varios residuos orgánicos	15
Tabla 3 Parámetros para la alimentación de las lombrices	22
Tabla 4 Parámetros estándar de análisis de humus de lombriz.....	23
Tabla 5 Matriz de requisitos legales	24
Tabla 6 Composición de los almuerzos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	28
Tabla 7 Gramaje de los almuerzos del apoyo alimentario	31
Tabla 8 Empresas del consorcio Francard Distrital 2017	32
Tabla 9 Porcentaje de alimentos consumidos por los habitantes de Bogotá.....	41
Tabla 10 Matriz de valoración	49
Tabla 11 Ventajas y desventajas del lombricultivo	56
Tabla 12 Modelo de evaluación y selección de la localización del lombricultivo	60
Tabla 13 Costos de materiales para las camas de lombricultura	61
Tabla 14 Cantidad de desperdicios promedio por almuerzo en el apoyo alimentario	61
Tabla 15 Costos de mantenimiento.....	66
Tabla 16 Costos de control	69
Tabla 17 Impactos ambientales del proyecto.....	70
Tabla 18 Control periódico del lombricultivo	77
Tabla 19 Costos de materiales e insumos	78
Tabla 20 Costos de mano de obra.....	79
Tabla 21 Costo inicial total para el proyecto	79

Tabla 22 Responsables.....	80
Tabla 23 Cronograma de actividades.....	81
Tabla 24 Indicadores del proyecto	81

Lista de figuras

Figura 1. Esquema general de un biosistema de reciclaje haciendo uso de la lombricultura	10
Figura 2. Características externas de la Lombriz Roja Californiana	12
Figura 3. Características internas de la Lombriz Roja Californiana	13
Figura 4. Alimentos recomendados para la nutrición de las lombrices	15
Figura 5. Diagrama de procesos del apoyo alimentario de la Universidad Distrital Facultad Tecnológica.....	36
Figura 6. Esquema del proceso de producción de Residuos	38
Figura 7. Depósitos de almacenamientos para las diferentes clases de residuos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.....	39
Figura 8. Depósito provisional para los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	40
Figura 9. Gráfica de la respuesta a la pregunta uno	43
Figura 10. Gráfica de la respuesta a la pregunta dos	43
Figura 11. Gráfica de la respuesta a la pregunta tres	44
Figura 12. Gráfica de la respuesta a la pregunta cuatro	44
Figura 13. Gráfica de la respuesta a la pregunta cinco	45
Figura 14. Gráfica de la respuesta a la pregunta seis	46
Figura 15. Gráfica de la respuesta a la pregunta siete.....	47
Figura 16. Matriz DOFA aplicada al proyecto del lombricultivo.....	50
Figura 17. Estrategias planteadas a partir de la matriz DOFA	51
Figura 18 Enseres propuestos para el apoyo alimentario.....	52

Ilustración 19 Colores para las canecas de clasificación de residuos biodegradables	53
Figura 20. Propuesta de diagrama de procesos del apoyo alimentario de la Universidad Distrital Facultad Tecnológica	55
Figura 21. Zona de descanso bloque 1 sede Tecnológica Universidad Distrital	57
Figura 22. Zona verde lateral a los proyectos curriculares.	58
Figura 23. Zona verde frente al bloque 5 sede Tecnológica Universidad Distrital	59
Figura 24. Diseño de la cama de lombricultivo para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas	63
Figura 25. Ciclo PHVA del proyecto de lombricultura	74

1. Introducción e información general

1.1 Problema

1.1.1 Descripción.

Uno de los principales problemas en Bogotá es la saturación de los rellenos sanitarios y la falta de terrenos para abrir más basureros. Debido a esto es necesario buscar alternativas como el reciclaje, para aprovechar los residuos sólidos, donde más del 50% de estos son residuos orgánicos, teniendo en cuenta esto, se ha venido trabajando en varias alternativas para su tratamiento, entre las cuales, las más utilizadas son el Compostaje y la Lombricultura. (FIDEG, 2017).

En estos tratamientos los residuos orgánicos son biológicamente descompuestos bajo condiciones controladas, obteniéndose con esto un mejorador de suelos llamado humus, el cual provee de nutrientes al suelo, brindando extensión de vida útil para la fauna y flora.

Una de las ventajas de este compuesto es dejar de utilizar fertilizantes artificiales lo que lo convierte en un producto ambientalmente sostenible y contribuye en la disminución de la contaminación de las fuentes de agua y la emisión de gases de efecto invernadero.

En la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, diariamente se generan residuos orgánicos, de los cuales en su mayoría provienen del apoyo alimentario que reciben los estudiantes beneficiados de esta iniciativa, la cual dio inicio desde el 17 de febrero del 2014 (LAUD, 2014), además otras fuentes de generación de residuos orgánicos son los restos de comida que quedan de los almuerzos llevados desde casa por la comunidad académica.

Varios estudios han demostrado que con la adecuada formación a los ciudadanos respecto a la separación de los residuos sólidos en reciclables y desechos orgánicos, junto con la utilización

del Compostaje y la Lombricultura, disminuyen el porcentaje de la basura descargada en el relleno sanitario en un 35 a 40% (FIDEG, 2017).

1.1.2 Formulación.

¿Cómo aprovechar los residuos orgánicos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, generados por la comunidad académica, con el fin de concientizar y contribuir con el manejo adecuado de estos residuos?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Diseñar una alternativa de aprovechamiento para los residuos orgánicos generados por la comunidad académica en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a través de un lombricultivo, que contribuya a su adecuado aprovechamiento.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el manejo actual de los residuos orgánicos producidos por la comunidad académica en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Plantear un modelo de tratamiento de residuos orgánicos por medio de un lombricultivo en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Generar un plan de acción que garantice el manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

1.3 Delimitación o Alcance

Con el presente trabajo se pretende diseñar un lombricultivo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que brinde una alternativa sostenible en la disposición final de dichos residuos, y a su vez genere un espacio de interacción entre la comunidad universitaria y los residentes de las zonas aledañas de la facultad.

Tiempo: Año 2018

Espacio: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica

Temática: Diseño de un cultivo de lombrices

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

A través de la lombricultura, se pretenden rescatar todos los recursos que se pierden. “La palabra desecho o basura es nada más que sinónimo de desconocimiento, ya que existen tecnologías para aprovecharlos y la lombricultura es una de ellas” (Acosta, L. y Brand, H. 1992).

Dentro del campo ambiental se pueden encontrar una serie de trabajos e investigaciones que se han realizado para estudiar la importancia que tienen los biofertilizantes, con el objetivo de disminuir la degradación ambiental y proporcionar la sostenibilidad del suelo.

2.1.1 Bases teóricas de los agrosistemas sostenibles.

La Agroecología es un enfoque distinto al desarrollo agrícola convencional, debido a que abarca tanto el enfoque ambiental como el enfoque social, según esta teoría, las ciencias naturales y las ciencias sociales no son excluyentes entre sí, por el contrario, han coevolucionado juntas.

Según Monteverde, S. (2013) “La Agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción”. La idea del autor es mostrar que existe una correlación entre el uso o aprovechamiento del suelo y la compensación que le brindamos al final del ciclo productivo.

El enfoque agroecológico según Monteverde, S. Está basado en los siguientes aspectos:

- Finalidad: El propósito por el cual se establece el sistema.
- Límites: Donde comienza y termina el sistema.
- Contexto: Medio ambiente externo en el que opera el sistema.

- Componentes: Los principales constituyentes del sistema.
- Interacciones: Relaciones entre los componentes.
- Insumos: Empleados por el sistema y que vienen de afuera.
- Recursos: Los componentes que se encuentran dentro del sistema y son empleados en su funcionamiento.
- Productos: Productos o resultados esperados.
- Subproductos: Productos útiles, pero no esenciales.

El uso de grandes dosis de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas viene causando contaminación química de la tierra y el agua, además de afectar el medio ambiente, también genera un impacto social para los agricultores debido al alto costo de estos insumos, por ende, es importante proponer nuevos métodos de agricultura sostenible, con el fin de minimizar estos factores.

La implementación de técnicas como el compost o la lombricultura, siguen los principios de la agroecología, debido a que se basa en el principio de compensación del suelo, lo que se extrae de él, le es regresado.

- Principios de la ecología de poblaciones.

La ecología de poblaciones se basa en el estudio de la dinámica que existe entre los diversos niveles de organización de un ecosistema y las poblaciones que interactúan con él. En términos del agroecosistema, se trata de la modificación de un ecosistema con el fin de producir bienes o servicios de interés económico. En palabras de Paleólogos, M.F., y Sarandón, S.J. (2008). “Un agroecosistema puede ser visto como un conjunto de poblaciones (especies) domesticadas que interactúan con poblaciones silvestres. Un manejo sustentable consiste en minimizar las

interacciones negativas y favorecer las positivas, de manera de optimizar los flujos positivos y eliminar o disminuir los flujos negativos”.

Paleólogos, M.F., y Sarandón, S.J. indican que entre los diferentes niveles de organización de un ecosistema podemos encontrar los siguientes actores:

- Organismo: Ser único e indivisible con vida propia. Es decir, un organismo (unicelular o pluricelular) capaz de sobrevivir por sí mismo en un ambiente determinado. Por ejemplo, en un agroecosistema, un organismo, un individuo, es una planta de trigo, una planta de tomate, una oveja, una vaca, una araña.
- Especie: conjunto de individuos con características similares, capaces de reproducirse entre sí, dejando descendencia fértil.
- Población: Conjunto de individuos de la misma especie que viven en un mismo hábitat y tiempo, y que comparten ciertas propiedades biológicas, las que resultan en una afinidad reproductiva y ecológica del grupo.
- Comunidad: Conjunto de poblaciones que conviven en un mismo hábitat y en un tiempo dado
- Ecosistema: Conjunto de comunidades que conviven en un mismo hábitat y tiempo dado. Un sistema agropecuario, es un ecosistema.
- Bioma: Es un conjunto de ecosistemas con algunas características similares referentes al clima y a la vegetación uniforme.
- Biosfera: Conjunto de biomas en un tiempo dado.

Cada nivel de organización descrito anteriormente posee unas propiedades específicas que no comparte con otros niveles, sin embargo, cada nivel pertenece de forma directa al nivel subsiguiente.

Las propiedades biológicas (preferencias de hábitat, modo de reproducción, aprovechamiento de los recursos, etc.) en correlación con las particularidades del medio donde la población reside (factores extrínsecos) son en gran medida las responsables de las características de una población, es decir, representan las causas más importantes de sus variaciones en el espacio y en el tiempo. (Paleólogos, M.F., y Sarandón, S.J. 2008).

- El uso de Biofertilizantes en la agricultura.

La interpretación del término biofertilizantes es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección (Vessey, J. K. 2003).

Según lo anterior, los biofertilizantes son insumos que contienen uno o varios microorganismos, los cuales proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos y actúan de forma natural dependiendo las características biológicas que poseen.

La producción de biofertilizantes se centra en países desarrollados donde es una práctica adoptada. Se fabrican por empresas gubernamentales o privadas e incluyen micorrizas, Rhizobium, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Pseudomonas y agentes de biocontrol como Trichoderma. Los inoculantes son inocuos y se requiere de un cuidadoso manejo para no menguar su efectividad. En muchos países en desarrollo no hay industrias de inoculantes, lo cual hace aún más difícil su popularización. Además, en muchas áreas rurales hay una renuencia básica a usar bacterias y hongos como microorganismos benéficos, en estas culturas los

microbios están asociados con enfermedades humanas y de animales (Díaz, A.F. y Mayek, N.P. 2008)

“En los diferentes países latinoamericanos, existe una amplia gama de factores tanto favorables como desfavorables que influyen en la calidad, producción y distribución de los biofertilizantes. En ocasiones, las empresas no cuentan con almacenes apropiados a gran escala o la estructura necesaria para su transportación. En otros, la tecnología e infraestructura para su producción no está desarrollada” (Elliott, F., y Lynch, J. 1995)

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos son desechos que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo, los cuales se abandonan después de ser utilizados. Es decir, la basura generada diariamente: papel (libretas, documentos o periódicos); hojas sueltas (flyers); vasos, platos y cubiertos sanitarios; bolsas plásticas; latas o botellas de refrescos; cartones de jugo; desechos de comida y equipos electrónicos. (Pulido, P. 2012)

La Universidad Pontificia Bolivariana (2016) afirma que la elevada generación de residuos sólidos y su manejo inadecuado son uno de los grandes problemas ambientales y de salud actualmente, los cuales se han acentuado en los últimos años debido al aumento de la población y a los patrones de producción y consumo. Estos residuos no solo generan una afectación al paisaje en los campos y las ciudades, sino que contamina los recursos naturales (el suelo, el agua, el aire) y para su confinamiento ocupa grandes espacios por lo que se ha convertido en un problema social y de salud pública.

- Residuos Sólidos inorgánicos.

Son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo, los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas, etc. (Pauleth, L. 2013).

- Residuos Sólidos orgánicos.

Son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos, etc. (Pulido, P. 2012). En la tabla 1 Emgrisa (2014) muestra la clasificación de los tipos de residuos según su fuente de origen.

Tabla 1

Clasificación de los residuos

CLASIFICACIÓN	ORIGEN
DOMÉSTICO	Viviendas
COMERCIAL	Tiendas, supermercados, estaciones de servicio, sala de belleza, cines, hoteles, clubes sociales, floristerías.
INSTITUCIONAL	Colegios, Escuelas, batallones, gobernaciones, alcaldías, cárceles.
INDUSTRIAL	Industrias clasificadas de acuerdo con el código.

lombrices, estableciendo la calidad de los suelos de cultivo sobre la base de la densidad de lombrices que encontraban al excavar hoyos en la tierra.

En el antiguo Egipto se consideraba a la lombriz como el animal más valioso, al grado de castigar con la pena de muerte a la persona que exportará lombrices a otras tierras.

En la antigua Grecia entre los años 384 - 322 A. C. Aristóteles en su obra "Historia Animalium", no solo trató la primera clasificación de estos seres vivos, sino que enunció a través del método inductivo que estos seres eran los intestinos de la tierra y que contribuyen a su productividad. A Charles Darwin se lo conoce comúnmente por la teoría de las especies y su evolución, desconociéndose el hecho que escribió el libro "La Producción de Tierra Vegetal por Medio de las Lombrices", donde plasmó sus estudios e investigaciones, después de más de cien años de su muerte sigue teniendo vigencia y es considerado la Biblia de los lombricultores.

Pocos años después, en 1900 el Dr. George Sheffield continúa los estudios de Darwin en su libro " Nuestra Amiga La Lombriz", donde demuestra la mayor productividad del huerto gracias a la presencia de lombrices en el suelo. Todo esto llevó a Thomas Barret en 1930 a iniciar un proceso de domesticación que luego de 16 años de trabajo le permitió criarla en cautiverio y en densidades aceptables (Agroflor Lombricultura. s.f)

- Características de la lombriz Roja Californiana.

De todas las especies de lombrices, la más utilizada es la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Agroflor lombricultura (s.f) indica que la lombriz consume diariamente una cantidad de residuos equivalente a su propio peso. Esta clasificada en el reino animal como anélido terrestre de la clase de los Oligoquetos, su hábitat debe ser húmedo, son muy sensibles a la luz, es hermafrodita insuficiente, necesita aparearse para reproducirse, contiene 5 corazones y 6 riñones,

es una lombriz muy vivaz, trabajadora, resistente al estrés, vive en cautiverio sin tener que moverse de su hogar, madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida, deposita cada 7 a 10 días un promedio de 10 huevos. Al nacer las lombrices son blancas, transcurrido 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días se ponen de color rojizo siendo adultas. En la figura 2 y en la figura 3 Agroflore Lombricultura. (s.f) muestra las principales características externas e internas que posee esta especie respectivamente.



Figura 2. Características externas de la Lombriz Roja Californiana

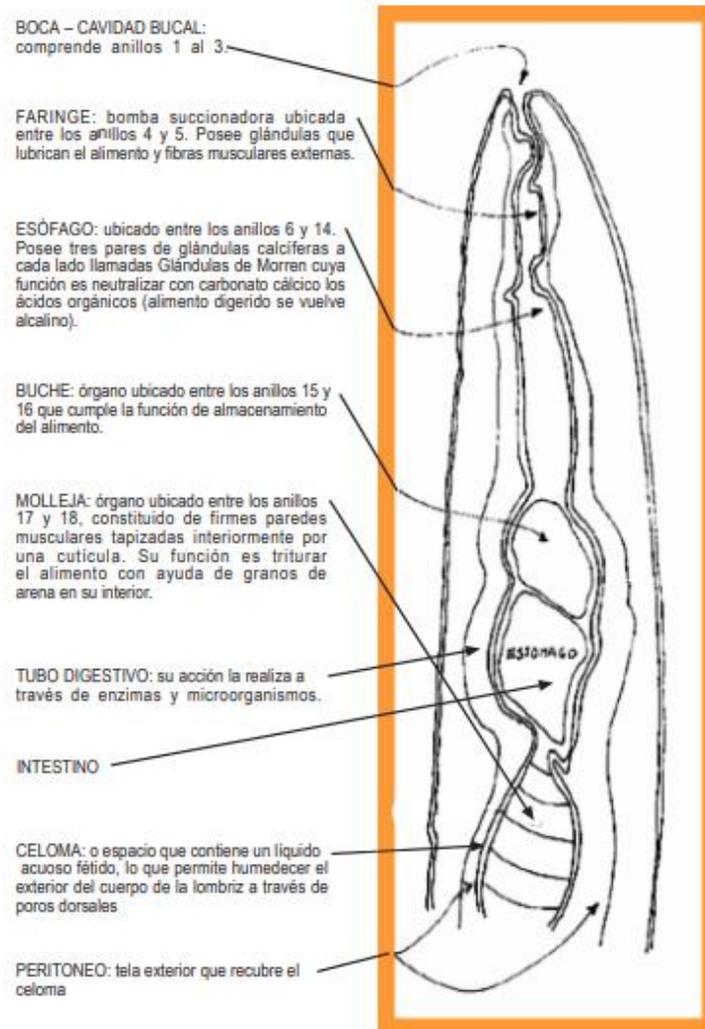


Figura 3. Características internas de la Lombriz Roja Californiana

- Parámetros técnicos para la lombricultura.

Para poder mantener un lombricompost es necesario tener en cuenta varios parámetros que se tienen que estar evaluando y midiendo constantemente, para que las lombrices tengan un hábitat óptimo y así mismo puedan realizar su labor de convertir los residuos orgánicos en abono llamado humus.

- *Alimentación.*

La alimentación de las lombrices es de materia orgánica en descomposición. Las lombrices requieren que el sustrato se encuentre en forma pastosa, que les permita succionar las porciones a digerir. Además ellas se alimentan de materiales en descomposición y no de materiales frescos. Por esto es necesario dejar que el desecho orgánico se descomponga 3 a 4 días antes de que pueda ser ingerido por la lombriz (Soto, G. 2003).

- ✓ *Relación Carbono / Nitrógeno*

La relación C/N es muy importante para el proceso de degradación de los residuos orgánicos, por lo que se recomienda que sea 30 Carbonos por cada Nitrógeno, al realizar la mezcla de los diferentes residuos orgánicos puede que la relación no de exactamente este valor, pero este debe estar en rangos cercanos al indicado. Esta relación es importante para evitar la generación de malos olores y poder obtener un humus de calidad.

El Carbono es la fuente de energía de los microorganismos, este se puede encontrar en residuos de altos contenidos de carbohidratos como: el aserrín, la hojarasca, la cascarilla de arroz, la paja, el papel, etc.

El Nitrógeno es la proteína, siendo el encargado de la reproducción de los microorganismos.

En la tabla 2 la Universidad Nacional de Colombia (s.f.) muestra la relación C/N de diferentes materiales utilizados para la producción de abonos orgánicos.

Tabla 2

Relación C/N de varios residuos orgánicos

Materiales con alta relación C/N > 40		Materiales con baja relación C/N < 25		Materiales con relación C/N optima entre 25 – 40	
Hojarasca	88-250:1	Restos vegetales	15-20:1	Hojas de frijol	27:1.
Hierva recién cortada	43:1.	Cereza de café	20:1.	Estiércol ovino y caprino	32:1.
Paja	40-100:1	Hierva	15-25:1	Hojas de plátano	5-25:1
Aserrín	100:500:1	Estiércoles	5-25:1	Hojas de café	15:1.
Corteza	100-130:1	Residuos de cocina	15:1.	Restos de poda	19:1.
Papel mezclado	150-200:1	Estiércol de vaca	19:1.	Restos de hortalizas	37:1.
Cartón	560:1.	Gallinaza	7:1.	Acículas de epino	32:1.
Cascarilla de arroz	66:1.	Camas de gallinaza	18:1.	Cuncho de café	30:1.
Bagazo de caña	104:1.	Porquinaza	10:1.		
Mazorca de maíz	117:1.	Equinaza	11:1.		
Hiervas secas	80:1.	Lavaza	16:1.		

A continuación Vermicasa (s.f.) presenta la tabla de alimentos recomendados para la nutrición de las lombrices.

<p>SIN PROBLEMAS</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Fruta y verduras sin cocinar (con moderación cítricos y alimentos ácidos como tomate, piel de cebolla...) - Verdura, patatas y legumbres hervidas (serán más difíciles alcachofas o zanahorias, más fibrosas) - Galletas, pan, pastel, cereales, masa de pizza... Pequeñas cantidades y bien enterradas. - Sobras del plato. Pequeños restos de pasta, verduras, salsas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poso del café, hojas de té o infusión. Es beneficioso para mejorar la estructura y textura del sustrato. Recordar de sacar la grapa de las bolsas de infusión. - Cáscaras de huevo. Se aplican trituradas y liberan calcio que corrige el acidez del sustrato. - Polvo del aspirador, pelos y cabellos, siempre que no estén tratados con productos químicos. - Papel y cartón. Conviene que una parte de lo que les demos sea seco, en pequeñas cantidades y a trocitos (papel de periódico, hueveras de cartón, corcho...) 	<p>CON MUCHO CUIDADO</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Restos del jardín. Los restos duros y la madera les costarán de digerir. Si hay mucha fracción de jardín, mejor pensar en un compostador térmico para exterior. - Carne y pescado. Podrían generar putrefacción, malos olores y atraer moscas, hormigas y hasta roedores. Se recomienda no introducir estos restos, sólo se puede probar en sistemas muy óptimos y en pequeñas cantidades, bien enterrado y sin remover durante unas semanas. Descartar huesos y espinas.
<p>CON PRUDENCIA</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Huevos y lácteos. Restos de huevos duros, o queso, en pequeñas cantidades. - Cereales y comidas cocidas. Pequeños restos que quedan en el plato. - Aceites y grasas. Un poco de mantequilla o aceite en restos de pan no son un problema, pero hay que vigilar porque un exceso de aceite puede taponar los huecos de aire del sustrato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comida de la nevera estropeada. En pequeñas cantidades. - Hojas de plantas de interior. Hojas blandas y troceadas, siempre que no lleven productos insecticidas. - Serrín. Si sabemos que no procede de aglomerados con formaldehído o similar. 	<p>NUNCA</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Elementos no biodegradables. No se descompondrán y estropearán el resultado del compost. - Excrementos de mascotas o abono. Las defecaciones de animales pueden contener sustancias vermícidas que perjudiquen a las lombrices. - Huesos y conchas de moluscos. No se descompondrán. - Semillas. Son duras y tardarían en ser digeridas. - Conservas o productos confitados en vinagre, comidas muy saladas. Pueden irritar las mucosas de los gusanos.

Figura 4. Alimentos recomendados para la nutrición de las lombrices

- *Acidez, Alcalinidad, pH.*

Las lombrices requieren de poca cantidad de ácido para la predigestión de su alimento, así la cama de las lombrices se mantiene entre 6.8 y 7.2 de la escala de pH, ésta es la medida concedida. La escala de la acidez alcalinidad va de 0 a 14. El extremo izquierdo de la escala indica la acidez y el extremo derecho la alcalinidad. El 7 exactamente es neutro, una medida pH 6.8 y 7.2 es una óptima para la cama de lombriz. (Bueno M., 2002)

- *Humedad.*

La humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción. Debe estar entre el 70 y 80%. Una humedad superior al 85% hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción de vermicompost y la reproducción. Debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55 % son mortales para las lombrices (Geler, A., s.f.)

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza normal, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente. En cualquier caso es mejor utilizar un medidor de humedad (Geler, A., s.f.)

- *Temperatura.*

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción (vermicompost) y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 18 a 25 grados centígrados es considerada óptima, que conlleva el máximo rendimiento de las lombrices (Castillo J. 2010)

- *Riego.*

Las camas de lombricultura siempre se deben de mantener húmedas, debido a la composición de la lombriz y su delicada piel, el proceso de riego varía según el clima de la región en que se encuentre el cultivo de lombrices, en climas cálidos se debe de agregar más agua de la normal, para que las funciones del cuerpo de la lombriz operen correctamente. Este riego se debe de hacer con agua de acequia, de pozo o agua potable sin cloro.

- *Luz.*

Las camas de lombricultura deben de estar cubiertas siempre con algún tipo de material natural preferiblemente que no altere su temperatura, como ejemplo: una capa de pasto, hojas, etc. ya que las lombrices no poseen ojos, sus sensores receptores son sensibles a la luz particularmente a la luz del sol.

- *Aireación.*

Este parámetro también es de gran importancia según Agroflor lombricultura (s.f) ya que se debe evitar que los alimentos se compacten y se dificulte la buena oxigenación, por lo que se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Si se ve el alimento muy compacto, se deberá esponjar un poco con una horqueta. Para soltarlo no es necesario remover hasta el fondo el alimento, bastará con hacerlo en los 10 o 15 centímetros superiores.

- ✓ Una cierta dosis de paja en el alimento, además de ser muy útil para la alimentación de las lombrices, sirve para mantenerlo esponjoso y en una capa sobre los lechos sirve de protección

✓ Cuando la crianza sea instalada en lugares cerrados, se deberá cuidar que el ambiente tenga una buena aireación. Es preferible sacrificar una temperatura ideal en beneficio de una buena aireación.

✓ Cuando se teche o se cubran los lechos, es importante tener presente no usar materiales que impidan una buena circulación del aire. Ejemplo: no cubrir los lechos con plásticos en contacto directo con los lechos, pues impedirían su respiración

- *Salinidad*

Es importante conocer el origen de los residuos orgánicos a utilizar en el lombricultivo ya que estos pueden contener altos niveles de sal, las cuales pueden afectar el desarrollo de las lombrices. Por lo que esta debe de estar por debajo de 0,5 % (Universidad Nacional de Colombia, s.f.).

- *Contenido de amonio*

Se recomienda que el contenido de amonio se mantenga por debajo de 0,5 mg/g (García y Solano, 2005). Una dieta rica en nitrógeno puede causar gozzo ácido o síndrome proteico, enfermedad que puede matar a las lombrices (Universidad Nacional de Colombia, s.f.).

2.2.3 Criterios para la instalación de las camas.

Para la instalación correcta de las camas de lombricultura, se debe tener en cuenta algunos criterios, las camas para las lombrices se pueden hacer en cualquier material para la construcción, ya sea cemento o madera, cualquier tipo de terreno se adapta para un criadero de lombrices ya sea este agrícola, plano, arcilloso, arenoso o en colina, lo importante es que el terreno que se escoja para este proyecto no se encharque.

- Ubicación.

Todo tipo de terreno y todo lugar, al aire libre o cerrado, sirve para la crianza de lombrices. Naturalmente los resultados no serán los mismos si la ubicación no es la más adecuada. Según Agroflor Lombricultura (s.f) hay que analizar los siguientes aspectos para obtener las condiciones óptimas:

- ✓ Que el lugar sea de fácil acceso
- ✓ Que tenga fuentes de agua para riego a distancias razonable. La Lombricultura requiere de bastante agua
- ✓ Que tenga las dimensiones adecuadas a las proyecciones que se quiere dar al criadero
- ✓ Preferentemente debajo o cerca de una arboleda, o de un lugar Sombreado, (entre dos invernaderos) es lo recomendable
- ✓ Que haya un espacio suficiente para acumular estiércol u otras materias orgánicas para la alimentación del criadero

✓ Aunque la crianza se puede hacer bajo techo, nuestra recomendación es realizarla al aire libre. Al aire libre la lombriz será más vigorosa, más grande, más vivaz

- Preparación de los lechos.

Para la confección de los lechos o camas se puede con materiales como: madera, ladrillos, pizarreño, cemento, etc. Agroflor Lombricultura (s.f) indica que lo indispensable es que el material escogido para las camas sea resistente al agua y que se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para la correcta construcción de los lechos.

- ✓ La medida ideal del lecho es de 1 metro de ancho por 20 de largo.
- ✓ Entre lecho y lecho hay que dejar un espacio libre de un metro de ancho, para facilitar la circulación y para los trabajos a realizar
- ✓ El alto del muro de contención de los lechos no debe ser inferior a los 12 cm. Ni superior a los 40 cm. Lo ideal recomendado es de 15cm
- ✓ La mejor dirección de los lechos es a favor del viento
- ✓ Es recomendable, antes de armar nuestros lechos, raspar bien el piso y cuando la tierra esté muy dura o compacta, es conveniente soltar una capa de 10cms. de suelo, colocando aserrín blanco, y/o paja. Hay que tratar que la tierra absorba el agua de las lluvias y que no se formen charcos
- ✓ Para proteger los lechos de las continuas lluvias se deberá colocar algún tipo de techo sobre estos. Este techo puede ser de cualquier material que resista las lluvias, y conviene colocarlo a 1,50 metros del suelo

- Preparación de los alimentos.

La lombriz se puede alimentar de toda materia orgánica siempre que su pH cumpla con el rango establecido, este es el punto más delicado en la crianza de las lombrices, ya que el alimento es prácticamente el hábitat de la lombriz.

Cada lombricultor deberá usar el tipo de alimento que le resulte más conveniente de acuerdo con la disponibilidad en la zona, la distancia (y en consecuencia costo del transporte), orientación del criadero y dimensiones de este (Agroflor Lombricultura. S.F)

Por lo general es recomendable que el suministro de alimento para las lombrices quede cerca de la cama porque de esta manera se pueda ahorrar tiempo y trabajo.

La velocidad de la degradación de la materia orgánica depende entre otros factores de la composición química del substrato, de la relación C/N, el contenido de minerales como N, S, P, Ca, Mg y K del material, la presencia de microorganismos, de las condiciones de temperatura, humedad, aireación y pH del suelo. (Agroflor Lombricultura. S.F)

Es recomendable excluir de la alimentación de las lombrices el Guano de aves por su alto pH.

Los Guanos más recomendados a utilizar para la alimentación de las lombrices son: Vacuno, Caballo, Conejo, Cabra, Oveja, Ciervos y Camélidos.

Es necesario cuidar que la fermentación de los guanos sea aeróbica; es decir muy oxigenada. Para esto es necesario que además de mojar en forma abundante el guano, se dé vuelta una vez cada 15 días; así se acelera su fermentación y descomposición y se obtiene un alimento mejor. (Agroflor Lombricultura. s.f)

El tiempo estimado para descomponer materia orgánica vegetal es de 30 a 60 días y el de materia orgánica animal es de 15 a 30 días. En la tabla 3 Agroflor lombricultura. (s.f), nos indica los niveles de los parámetros a tener en cuenta para la alimentación de las lombrices.

Tabla 3

Parámetros para la alimentación de las lombrices

Parámetro	Nivel óptimo	Nivel adecuado	Peligro de muerte
Temperatura	20° C	15° - 24° C	- 5 C + 37° C
Humedad	75%	70 - 80 %	- 70 % + 80 %
pH	6.5 - 7.5	6.0 - 8.0	- 4.5 + 8.5
Conductividad eléctrica	2.5 mmhos/cm	3.0 mmhos/cm	+ 8.0 mmhos/cm
Proteínas	13%	7.5 - 13 %	- 7.5 % + 18 %

- Humus.

La palabra "HUMUS" es muy antigua, data de 2.000 años A.C. y se la designa su uso a la civilización griega, su significado etimológico en griego antiguo es "Cimiento". Para ellos el Humus era aquel material orgánico de color marrón oscuro, de consistencia pastosa que resulta de la descomposición de los restos vegetales y animales que se encuentran en el suelo y que su contenido y aplicación en el terreno produce mejores cosechas y por esto le atribuían gran importancia desde el punto de vista de la fertilidad (Theophrastus 372 - 287 A.C.). El Humus está compuesto por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, las huminas y ulminas.

- ✓ *Ácidos húmicos.*

En el término ácidos húmicos se incluye aquellas sustancias extraídas normalmente del Humus con un agente alcalino o neutro y que forma un precipitado amorfo con los ácidos, tiene más carbono que fúlvico, alrededor del 50 - 62%. (Agroflor Lombricultura. S.F)

- ✓ *Ácidos fúlvicos*

Quizás de todas las fracciones del Humus sea el grupo de los ácidos fúlvicos el que más controversias han suscitado. Existen en la fracción soluble que queda al tratar el extracto alcalino con ácido. Al tratar esta solución con acetato de cobre en condiciones ácidas, precipitan los ácidos apocrémicos y en la neutralización del filtrado con carbonato amónico precipitan los ácidos crémicos, los ácidos apocrémicos son de color pardo y los ácidos crémicos son amarillos, tienen un nivel de carbón entre 43 - 52%. (Agroflor Lombricultura. S.F)

✓ *Huminas y ulminas*

las huminas y las ulminas constituyen la parte insoluble y por lo tanto no extraíble de las sustancias húmicas. Para Williams son formas desnaturalizadas de los ácidos húmicos y úlmicos producidos por desecación o congelación que se han deshidratado, condensado, polimerizado o disminuido el número de sus grupos funcionales. (Agroflor Lombricultura. S.F)

El contenido de nutrientes en forma asimilable por las plantas, que contiene el humus de lombriz, varía dependiendo de la composición química de los residuos utilizados en su alimentación, por lo cual, para la obtención de un máximo beneficio, en el ámbito de criadero, se formulan raciones basadas en la composición química de cada componente dentro de la mezcla de desechos orgánicos. En la tabla 4 Agroflor Lombricultura. (s.f.) indica el rango de los parámetros estándar a tener en cuenta para el análisis del humus de lombriz.

Tabla 4

Parámetros estándar de análisis de humus de lombriz

Elemento	Unidad	Rango	
Ph	-	6,8	7,2
Materia orgánica	%	30	50
CaCO ³	%	8	14
Cenizas	%	27	67
Carbono orgánico	%	8,7	38,8

Nitrógeno total	%	1,5	3,35
Amonio NH4/N	%	20,4	6,1
Nitratos NO3/N	%	79,6	97
N-NO3	Ppm	2,18	1693
Capacidad de intercambio catiónico CIC	meq/100 gr.	150	300
Relación ácidos húmicos/fúlvicos	-	1,43	2,06
P total	Ppm	700	2500
K total	Ppm	4400	7700
Ca total	%	2,8	8,07
Mg total	%	0,02	0,5
Mn total	Ppm	260	576
Cu total	Ppm	85	460
Zn total	Ppm	87	404
Capacidad de retención de agua	c.c./kilo seco	1300	1500
Actividad fitohormonal	1 mgr. /1 de CHS	0,01	-
Actividad específica	M ² /gr.	700	800
Relación C/N	-	9	13
Flora microbiana	Millones/gr.s.s.	20000	50000

2.3 Marco legal

En la tabla 5 los autores relacionan los requisitos legales aplicables al proyecto de lombricultura para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Tabla 5

Matriz de requisitos legales

AUTORIDAD COMPETENTE	TIPO DE NORMA	NUMERO	AÑO	ARTÍCULOS APLICABLES	TEMA	APLICACIÓN
Corte constitucional	Constitución	Título II - Capítulo 2	1991	Artículo 49	La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud	Mantenimiento de los elementos del medio ambiente en condiciones aptas para el desarrollo de la comunidad estudiantil y la localidad

Corte constitucional	Constitución	Título II - Capítulo 3	1991	Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo	Participación activa de la comunidad universitaria en la clasificación de los residuos generados por el programa del apoyo alimentario
Corte constitucional	Constitución	Título II - Capítulo 3	1991	Artículo 80	El estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados	Implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos amigable con el medio ambiente, con el fin de prevenir los factores de deterioro ambiental
Congreso de Colombia	Ley	99	1993	Los artículos que aplican son: 5, 31, 65	Reglamenta las funciones del ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible y de las corporaciones autónomas regionales (CAR), respecto a la evaluación, control y seguimiento del manejo y disposición final de residuos sólidos	Información documentada del control y seguimiento periódico del proyecto, con el de responder ante una auditoria de la entidad competente
Congreso de Colombia	Ley	9	1979	Artículo 28	El almacenamiento de basuras deberá hacerse en recipientes o por períodos que impidan la proliferación de insectos o roedores y se eviten la aparición de condiciones que afecten la estética del lugar	Implementación de recipientes de diferentes colores para la adecuada separación de los desechos generados por el apoyo alimentario
Congreso de Colombia	Ley	9	1979	Artículo 198	Toda edificación estará dotada de un sistema de almacenamiento de basuras que impida el acceso y la proliferación de insectos, roedores y otras plagas.	Se dispone de un sitio que cumple con las características específicas para el almacenamiento de los residuos orgánicos, evitando la proliferación de vectores
Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible	Decreto	1076	2015	Artículo 2.2.6.1. 1.3.	El depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento o y/o disposición final	En el lombricultivo los lixiviados son manejados como humus líquido, el cual se utilizara para el mantenimiento de las zonas verdes de la facultad

Congreso de Colombia	Decreto ley	2811	1974	Artículos 35, 36, 38	Para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán preferiblemente, los medios que permitan evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana, reutilizar sus componentes, producir nuevos bienes, restaurar o mejorar los suelos. Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios se podrá imponer a quien los produce, la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.	Generación de humus para el mejoramiento de las zonas verdes de la facultad, por medio de un lombricultivo
----------------------	-------------	------	------	----------------------	--	--

3. Manejo actual de los residuos orgánicos en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

La fuente de generación de residuos orgánicos en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas sede Tecnológica, se divide en dos fuentes; el principal es el programa de apoyo alimentario, el cual beneficia aproximadamente a 400 estudiantes de diferentes proyectos los cuales generan la mayor cantidad de residuos; seguido de los generados por los estudiantes que llevan almuerzo empacado desde su casa, y en menor cantidad los desechos del servicio de mantenimiento de las zonas verdes.

3.1 Programa de apoyo alimentario

La creación del programa de apoyo alimentario fue en el año 2004, cobijada por la resolución 206 de 2005 y la resolución 450 de 2015, emanada por el ex rector Carlos Javier Mosquera Suarez. Este programa surgió ante la urgencia de disminuir los factores de riesgo por deserción de la comunidad estudiantil, como un espacio de servicio asistencial que promueve un mejor desarrollo alimenticio, fisiológico y académico. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017)

El programa de apoyo alimentario debe adquirir alimentos orientados principalmente a los programas nutricionales, respetando hábitos y costumbres alimenticias de los estudiantes. Por lo anterior el menú debe de tener una alimentación completa, equilibrada, variada y segura para los estudiantes beneficiados del servicio.

Este programa debe ser capaz de cumplir, al menos, tres funciones: la alimentación, la socialización y la educación de los estudiantes, a través de ellas se persigue una correcta

nutrición y la adquisición de hábitos relacionados con la alimentación, que influyan positivamente en la salud.

Para esto se establece un menú, que satisfaga estos requerimientos favoreciendo la correcta nutrición de los estudiantes beneficiados de estos servicios. En la tabla 6 la Universidad Distrital Francisco José de caldas (2017) muestra los diferentes tipos de alimentos según su clasificación por grupos, que se sirven en el programa de apoyo alimentario.

Tabla 6

Composición de los almuerzos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Grupo	Alimento
Sopa	Sopas y cremas
	Cazuela de frijoles
	Ajiaco
Proteína	Carne pulpa de res
	Pollo pierna pernil
	Carne pulpa de cerdo
Leguminosas	Arveja
	Lenteja
	Frijol
	Garbanzo
Cereal	Arroz
Ensalada	Verdura fría
	Verdura caliente
Energético	Papa
	Yuca
	Plátano
	Pasta
Jugo	Jugo natural de fruta
Postre	Postre

3.1.1 Parámetros de los alimentos del apoyo alimentario.

➤ Preparación de alimentos con proceso térmico.

- La temperatura de cocción debe ser igual o superior a 65°C
- Se debe asegurar que el alimento a cocinar presente una temperatura interna no menor a 65°C, para poder obtener una cocción uniforme y un producto inocuo.
- para ensaladas que requieran proceso térmico, pero su consumo sea en frío, deben ser enfriadas de forma rápida para garantizar que el alimento llegue a la temperatura de seguridad en el menor tiempo posible. El tiempo de exposición del alimento a temperatura de peligro no debe ser superior a una hora.
- Cuando se requiera la adición de salsas o aderezos, se debe hacer cuando el alimento se encuentre frío y minutos antes del servido.
- Para la carne cruda se manejan 120 gramos (carnes rojas: cerdo y res), de estas solo se permite el suministro de carnes magras de cortes en chata, centro de cadera, centro de pierna. Se manejan 180 gramos (carnes blancas con hueso), estas se encontrarán bajo temperaturas de congelación -4°C, refrigeración 4°C y temperaturas calientes de 65°C, las porciones a usar deben ser pierna pernil o pechuga, este se debe servir sin piel y grasa visible.
- Las carnes y derivados deben ser de textura y consistencia blanda y su preparación permitir un consumo fácil y oportuno en los diferentes procesos como son masticación y deglución.
- las hortalizas y verduras deben ser frescas y tiernas, agradables a la vista y a la hora de degustación.

- Para dar sabor a las preparaciones se podrá utilizar sal, vinagre, limón, pimentón y hierbas aromáticas.
- los condimentos para utilizar deben ser naturales como: tomillo, laurel, perejil, cilantro, cebolla, tomate, pimentón, orégano, etc.
- Todas las preparaciones que incluyan salsas deben tener una relación de 90% solido, 10% liquido.
- Las leguminosas deben ir acompañadas de proteína animal, puesto que estas por sí solas no reemplazan el valor nutricional requerido.

En esta etapa la generación de residuos orgánicos según lo observado corresponde a un 8 por ciento del peso utilizado que corresponde aproximadamente a 24000 gramos

➤ Preparación de alimentos sin proceso térmico.

- Todas las frutas y verduras para utilizar en las preparaciones de los ciclos de menús que no requieren cocción como los jugos y ensaladas crudas deben ser sometidas a un estricto proceso de limpieza y desinfección. para la preparación de los jugos es permitido el uso de pulpas de fruta, en donde el 25% del jugo debe corresponder a la fruta neta, para sorbete el 30% y no contener saborizantes, colorantes ni estabilizantes artificiales.
- En la preparación de los jugos no se debe adicionar el azúcar en el momento del licuado, para evitar que se aumente la carga de levaduras y crea las condiciones óptimas de fermentación cuando el azúcar hace contacto con el agua.
- Las superficies, equipos y utensilios que entren en contacto directo con las frutas y verduras, deben estar en óptimas condiciones de higiene (lavadas y desinfectadas).

- Las frutas y verduras deberán cumplir con las estipulaciones de la resolución 2674 de 2013.
- Las ensaladas deben tener una apariencia fresca y variada en colores, con preparaciones atractivas incluyendo variedad de vegetales y frutas.
- Los jugos deben ser preparados con agua potable 100% fruta natural, con un volumen de 270 centímetros cúbicos
- La leche para suministrar debe ser pasteurizada entera. No se permite el uso de mezclas de leche.

En la tabla 7 la Universidad Distrital Francisco José de caldas (2017) presenta la cantidad de gramos por grupo de alimento, comparando el menú de carne con el de pollo.

Tabla 7

Gramaje de los almuerzos del apoyo alimentario

Grupo	Menú con carne (gr)	Menú con pollo (gr)
Sopa	300	300
Proteína	100	120
Leguminosa	80	80
Cereal	130	130
Ensalada	80	80
Energéticos	120	120
Jugo	270	270
Postre	30	30
Total	1110	1130

Como parte de la evaluación para conocer la producción de residuos sólidos se deben identificar las características principales de los proveedores que serán los generadores primarios

de los residuos y con los que se adquiere el suministro de insumos para el alimento de las camas de lombricompost, a continuación se describe cuál fue el proceso para la selección del proveedor adecuado.

3.2 Proveedor del servicio del apoyo alimentario

Para la selección del proveedor, se realiza una convocatoria pública en el cual se evalúa diferentes aspectos técnicos, legales, financieros, locativos y también la experiencia en la prestación de este tipo de servicios, además debe tener la capacidad de cumplir con los requisitos establecidos en el contrato con la Universidad.

En el periodo comprendido entre julio y agosto del año 2017, le fue adjudicado el contrato al consorcio Francard Distrital 2017 para proveer el servicio del apoyo alimentario en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En la tabla 8 los autores dan a conocer las empresas que componen el consorcio Francard Distrital.

Tabla 8

Empresas del consorcio Francard Distrital 2017

Consorcio Francard Distrital 2017 (901.104.175-6)

830.053.360-5

ARDIKO A&S Construcciones Suministros y Servicios S.A.S

5.913.405-6

Francisco Javier Sandoval Buitrago

3.2.1 Generalidades de los proveedores.

- *ARDIKO A&S Construcciones Suministros y Servicios S.A.S*

ARDIKO A&S es una empresa con una antigüedad de 20 años en el suministro de alimentación, catering, alojamiento y logística; prestan servicio a entidades públicas y privadas a lo largo del territorio nacional y en una gran diversidad de sectores, tales como: Hidroeléctricas, Centros Educativos (SENA), Colegios, Universidades, Hospitales, Batallones, Establecimientos Carcelario y Pozos Petroleros. ARDIKO A&S (2014)

Por otra parte la empresa Francisco Javier Sandoval Buitrago además de prestar servicios de alimentación, es la encargada de la logística del transporte, tanto de los alimentos preparados como los residuos generados al final del servicio.

3.2.2 Alcances del proveedor.

Según la Universidad Distrital (2017) para el cumplimiento del objeto del contrato el oferente ganador del proceso de selección deberá:

- Preparar, empaçar, distribuir y entrega los almuerzos según los requerimientos y condiciones técnicas que se establezcan.
- Preparar, empaçar, distribuir y entrega los refrigerios según los requerimientos y condiciones técnicas que se establezcan.
- Cumplir con el contrato en las condiciones que fije el Pliego de Condiciones del proceso de selección.
- Mantener la permanente comunicación con el Supervisor del Contrato designado por la Universidad, para el efectivo cumplimiento del objeto contratado.
- Suministrar y distribuir en las seis (6) sedes hasta tres mil setecientos sesenta (3.760) almuerzos diarios y seiscientos (600) refrigerios nocturnos tipo cena a los/las

estudiantes de pregrado de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, garantizándoles la alimentación en las cantidades contratadas, adecuadas e inocuas.

3.2.3 Obligaciones ambientales del proveedor.

Entre las obligaciones del proveedor para este contrato se fijan los siguientes criterios ambientales orientados desde el sistema de gestión ambiental (SGA) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas:

- El contratista debe suministrar los recipientes y bolsas para el almacenamiento temporal de los residuos, teniendo en cuenta el código de colores establecido por la Universidad Distrital según plan de gestión integral de residuos del SGA.
- El contratista debe garantizar la limpieza y desinfección de los recipientes, con el fin de evitar la proliferación de vectores y olores desagradables entre la comunidad universitaria.
- El contratista debe responder por la recolección, segregación, clasificación y disposición final de los residuos (sólidos y líquidos), se debe realizar evacuación diaria; esto con el fin de evitar que los residuos (sólidos y líquidos) por sus características generan malos olores y proliferación de vectores además de malestar en la población universitaria.
- Está prohibido el almacenamiento temporal de los residuos en los espacios de la Universidad como escaleras, pasillos, centro de acopio temporal y espacio público; dado que esto conlleva a la afectación en la movilización interna; el centro de acopio de la Universidad se encuentra diseñado exclusivamente para residuos secos, que provengan de espacios administrativos y académicos; y no se debe ubicar los residuos (sólidos y

líquidos) en espacio público dado que se incurre en aplicación del comparendo ambiental, instaurado mediante la aprobación de Decreto 349 de 2014.

- El contratista debe señalar el área almacenamiento temporal de residuos (sólidos y líquidos).
- El contratista debe suministrar un plan de saneamiento básico, en el cual especifique el manejo de residuos sólidos, control de plagas, limpieza y desinfección de áreas, superficies y elementos; cumpliendo con la normatividad ambiental y sanitaria vigente.

3.3 Condiciones del área para disposición final de los residuos sólidos

Conforme a lo establecido por la norma y los requerimientos técnicos para la disposición final de los residuos sólidos la sede cuenta con los requerimientos técnicos necesarios para ellos que son:

- El lugar debe estar protegido del sol y la lluvia, hermético, con recubrimiento liso y no absorbente para su higienización.
- Los residuos se depositan siempre en canecas con bolsa de plástico y tapa o en contenedores.
- El lugar para el almacenamiento de basuras no debe estar ubicado en el área de cocina, salón comedor o almacén de alimentos, cerca de estas áreas hay contenedores de depósito transitorios para los desechos generados en los procesos, pero son transitorios
- Diariamente el proveedor del servicio retira los residuos del sitio donde se preparan los alimentos y del comedor universitario, no se debe dejar en ninguno de los lugares que tiene la universidad destinados para la recolección de basuras.

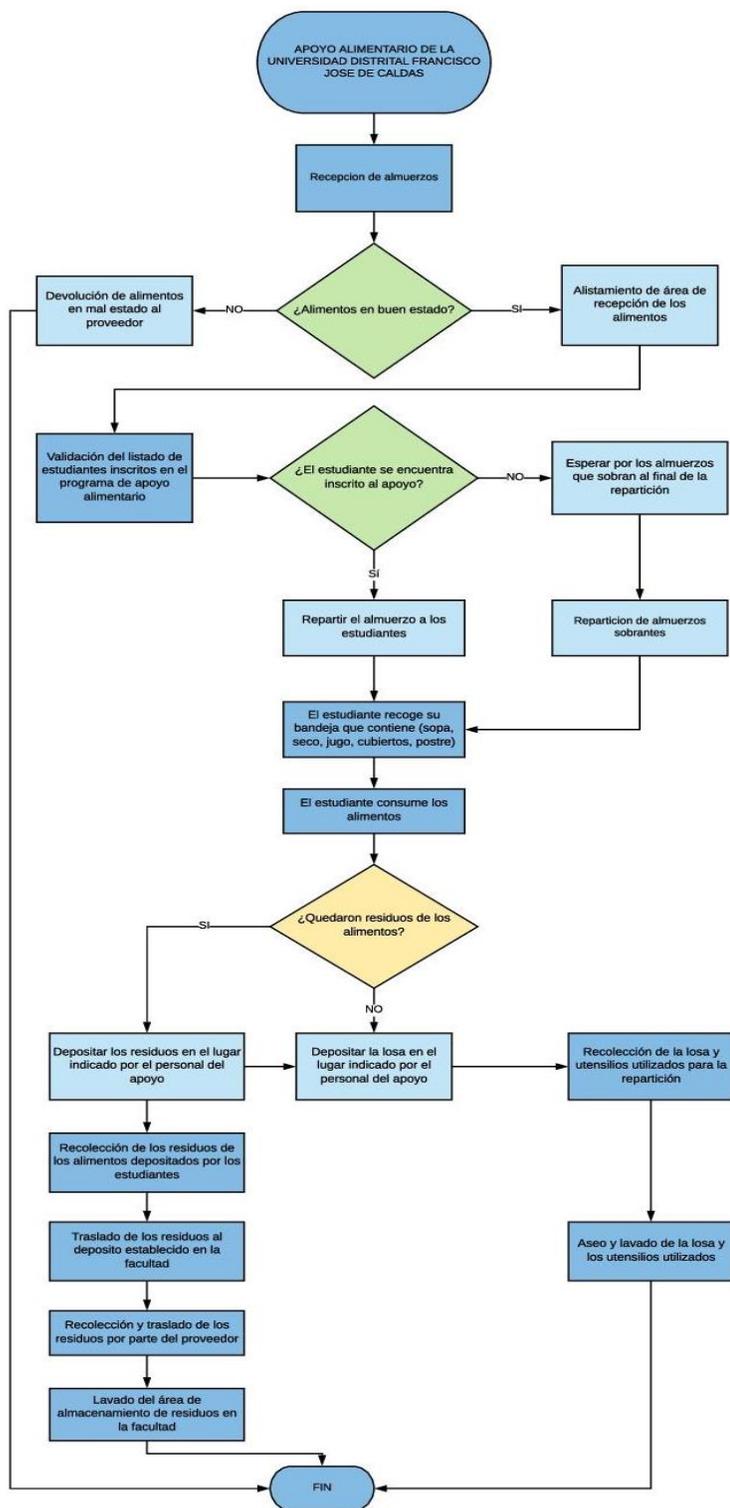


Figura 5. Diagrama de procesos del apoyo alimentario de la Universidad Distrital Facultad Tecnológica

En la figura 5 los autores muestran el diagrama de procesos del apoyo alimentario de Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Respecto al proceso de ingreso y repartición de alimentos del apoyo alimentario, hasta la salida de los residuos orgánicos generados, se pudieron evidenciar los siguientes factores:

- La ruta de ingreso del vehículo transportador de alimentos no es la idónea, dado que las condiciones físicas y de infraestructura no están adecuadas para el uso vehicular sino para el uso peatonal.
- El área de repartición cuenta con la infraestructura e instalaciones sanitarias adecuadas para la manipulación de los alimentos, ya que cuenta con la limpieza y desinfección requerida por la Universidad para los equipos, utensilios, elementos y superficies en general. Como lo son las escobas, traperos, recogedores, canecas, bolsas de basuras, jabón, guantes, baldes, entre otros. Clasificándolos según el código de colores establecido por la Facultad.
- El personal encargado de la manipulación tanto de los alimentos como de los residuos generados hace uso eficiente de sus elementos de protección personal y elementos sanitarios.
- Los recipientes utilizados para la recolección de los residuos no son los adecuados, debido a que en un mismo recipiente se depositan sobras en estado sólido y líquido, haciendo complicada la clasificación y el manejo de este tipo de residuos.
- Los residuos del apoyo alimentario son trasladados al centro de acopio de la Facultad en los recipientes dispuestos por el proveedor para su recolección final.
- El centro de acopio de la facultad cumple con las siguientes condiciones técnicas para el almacenamiento de los residuos del apoyo alimentario

- ✓ Está Protegido por el sol y la lluvia
- ✓ Los residuos se depositan en canecas plásticas
- ✓ Los residuos son depositados en contenedores
- ✓ Se encuentra alejada del área de repartición.

En la figura 6 los autores muestran el plano de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas tomado de la oficina de asesoría de planeación y control (2013) y modificado por los autores para indicar los puntos de interés en el proceso de ingreso de los alimentos del apoyo alimentario, manejo, almacenamiento y salida de los residuos generados en el mismo.

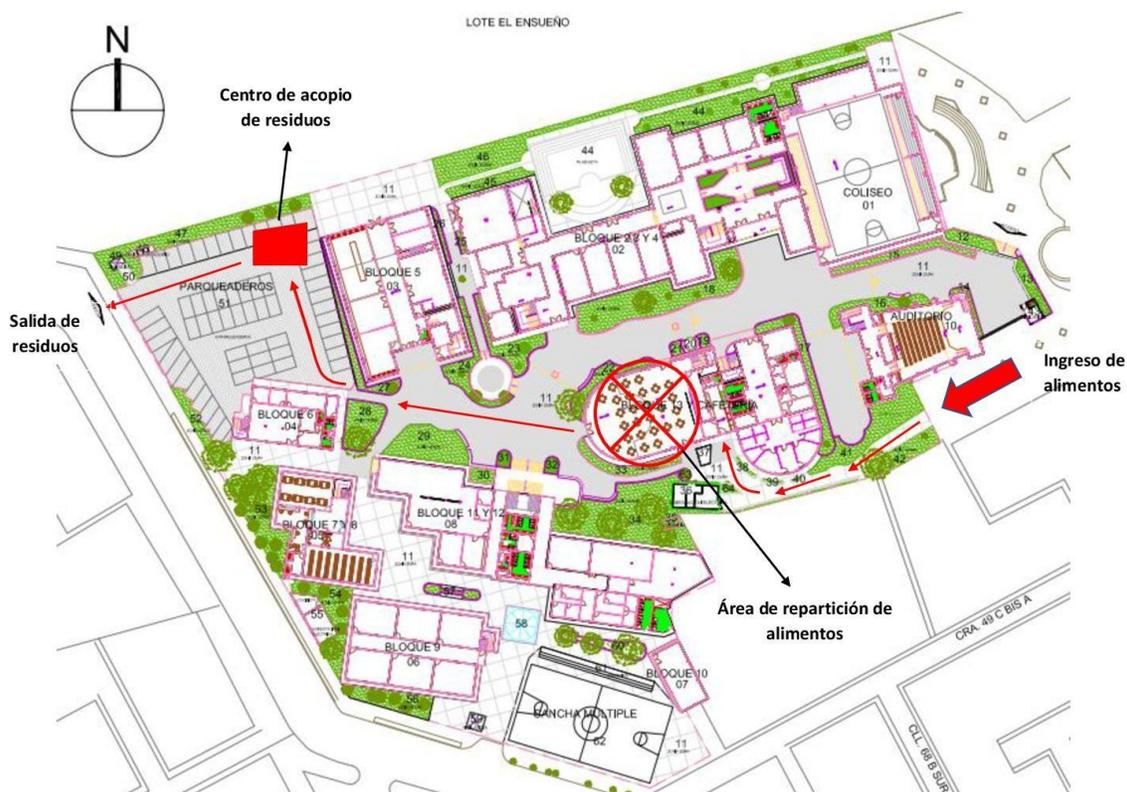


Figura 6. Esquema del proceso de producción de Residuos

En la figura 7 y figura 8 los autores dan a conocer los depósitos en los cuales son almacenados los diferentes tipos de residuos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en donde ocasionalmente son guardados los residuos orgánicos antes de ser recolectados por parte del proveedor del servicio para su posterior traslado.



Figura 7. Depósitos de almacenamientos para las diferentes clases de residuos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas



Figura 8. Depósito provisional para los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Adicionalmente a la generación de residuos de los proveedores del programa de apoyo alimentario, se encuentra una fuente de generación importante de residuos orgánicos que se describe a continuación.

3.4 Residuos generados por los almuerzos caseros

Los hábitos de alimentación de los estudiantes universitarios, están relacionados con diferentes factores, entre los cuales se destacan: el estrato socioeconómico, la cultura y la fuente de ingresos, de esta última se puede decir que, algunos de estos estudiantes no obtienen su ingresos de relaciones laborales, sino por transferencias monetarias de personas allegadas, por ejemplo sus padres; por lo tanto la mayoría de estos estudiantes llevan alimentos empacados desde casa, con el fin de disminuir los gastos de alimentación que bien pueden destinar para otros fines.

En la tabla 9 se muestra el resultado del estudio de alimentación realizado a los habitantes de Bogotá por la federación nacional de comerciantes (FENALCO) en el año 2016, en donde se llegó a la conclusión de que los lácteos y las verduras son los alimentos que más consumen a diario los ciudadanos (61% cada uno), seguido de productos como la papa, yuca y plátano (59%), en tercer lugar los huevos (56%) y frutas con un 55%. En contraste el 42% de los sondeados manifestó que nunca consume bebidas energizantes.

El 87% de las personas encuestadas desayuna en su casa antes de salir a realizar sus labores diarias, el almuerzo es tomado en otros sitios como las oficinas (45%), ya que las personas llevan

su almuerzo preparado desde casa con el fin de generar un ahorro en tiempo y dinero, mientras que un 30% almuerza en restaurantes, por último el 93% cena en su casa.

Tabla 9

Porcentaje de alimentos consumidos por los habitantes de Bogotá

Alimentos	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual	Nunca	Total
Lacteos	61%	28%	4%	1%	0%	0%	0%	2%	4%	100%
Verduras	61%	26%	3%	2%	0%	0%	0%	2%	6%	100%
Papa, yuca, platanó	59%	25%	7%	6%	0%	0%	0%	0%	3%	100%
Huevo	56%	36%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Frutas	55%	40%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	100%
Pollo	50%	44%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Jugos naturales	50%	33%	10%	5%	0%	0%	1%	1%	0%	100%
Carne	45%	48%	5%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	100%
Dulcería	38%	37%	8%	6%	1%	0%	1%	7%	2%	100%
Cereales	29%	43%	15%	5%	0%	1%	0%	0%	7%	100%
Pastelería	23%	33%	24%	9%	0%	0%	1%	9%	1%	100%
Pescado	22%	43%	11%	20%	0%	0%	0%	1%	3%	100%
Bebidas gaseosas	22%	31%	14%	8%	2%	1%	1%	9%	12%	100%
Embutidos	15%	26%	26%	19%	2%	1%	1%	3%	7%	100%
Pasabocas fritos (snacks)	8%	36%	28%	15%	1%	1%	1%	6%	4%	100%
Comidas rápidas	3%	34%	28%	26%	2%	1%	0%	1%	5%	100%
Bebidas energizantes	2%	14%	7%	18%	4%	2%	2%	9%	42%	100%
Bebidas alcohólicas	0%	12%	21%	14%	2%	0%	7%	31%	13%	100%

Los Alimentos empacados desde casa, representan una fuente significativa de residuos orgánicos. Con el fin de evaluar la disposición final que los estudiantes les dan a estos residuos, se optó por realizar una encuesta que permitiera obtener información aplicable para el proyecto. Para lo cual se desarrolló el cálculo de la muestra a la que se realizó la encuesta obteniendo los resultados que a continuación se observan.

3.4.1 Cálculo de la muestra.

Cálculo del tamaño de la muestra para datos globales

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2(N-1)) + (k^2(p \times q))}$$

Los datos que se tomaron fueron los siguientes:

- N: Tamaño total de la población (400)
- k: Nivel de confianza (1.65)
- e: Error muestral deseado (10%)
- p: Proporción de individuos que posee en la población la característica del estudio

(0.5)

- q: 1 – p (0.5)

$$n = \frac{1.65^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 400}{(10^2(400-1)) + (1.65^2(0.5 \times 0.5))} = 58$$

Según los cálculos realizados se obtuvo una muestra de 58 encuestas con un tamaño poblacional de 400 estudiantes, administrativos y docentes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica.

Para esta actividad se utilizó la herramienta de formularios de Google, la cual fue compartida por medio digital, en el anexo A se muestra la ficha técnica de la encuesta realizada.

Teniendo en cuenta los datos recopilados se llegó a los siguientes resultados del total de las encuestas realizadas.

Ocupación de las personas encuestadas

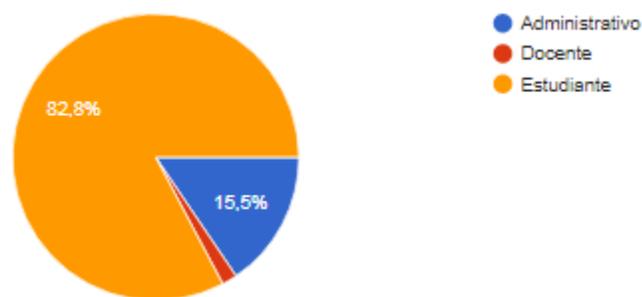


Figura 9. Gráfica de la respuesta a la pregunta uno

Como se puede observar en el gráfico anterior del 100% de los encuestados, 48 encuestados son estudiantes, equivalente a un 82,8% de peso muestral, seguido de 9 personas con cargo administrativo, equivalente al 12,5%, y un docente de hora cátedra con un porcentaje del 1,7%.

¿Trae almuerzo de casa o almuerza en un restaurante cerca de la Universidad?

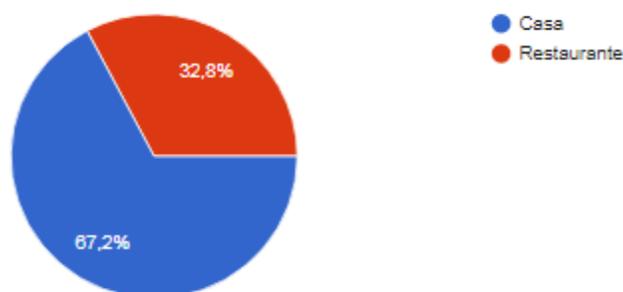


Figura 10. Gráfica de la respuesta a la pregunta dos

Al preguntarle a la población objeto de estudio si lleva almuerzo desde casa o almuerza en un restaurante cerca de la universidad las respuestas son las representadas en la gráfica anterior donde se puede observar que un 67,2% de encuestados entre estudiantes y administrativos opta generalmente por traer almuerzo desde su casa, mientras el otro 32,8% comprendido igualmente por estudiantes, administrativos y docentes, prefieren salir a almorzar en restaurante.

¿Qué disposición final les da a los residuos orgánicos que quedan después del almuerzo?

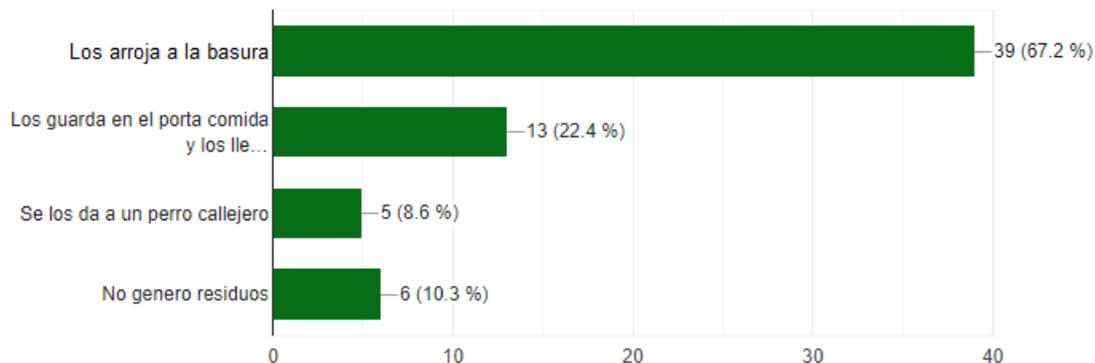


Figura 11. Gráfica de la respuesta a la pregunta tres

La gráfica anterior muestra la distribución de respuestas dada a la pregunta de la disposición final que le da cada uno de los encuestados a los residuos que quedan después del almuerzo, Como se observa en el diagrama de barras, encontramos que 39 encuestados arrojan los desperdicios de comida a la basura, lo cual equivale a un 67.2%, de los 58 encuestados 13 se llevan los desperdicios en sus portacomida, que equivale al 22,4%, un 8.6%, es decir 5 encuestados le dan los desperdicios a perros callejeros y de 58 encuestados 6 no generan residuos ya que almuerzan en restaurantes y demás sitios por fuera de la universidad, que equivale a un 10.3%.

Si arroja los residuos a la cesta de basura, ¿los clasifica de forma adecuada?



Figura 12. Gráfica de la respuesta a la pregunta cuatro

Cuando se quiso indagar sobre la clasificación adecuada de los residuos arrojados a la cestas de basura los encuestados respondieron de la siguiente manera, teniendo en cuenta la gráfica anterior de las 58 personas encuestadas 17 personas clasifican los desperdicios de la comida de forma adecuada, que es un 29.3%, 11 personas no los clasifican de forma adecuada, es decir un 19%, de las 58 personas encuestadas 18 indican que no hay canecas para este tipo de residuos, que es un 31%, una persona indica que no sabe en qué caneca se deben de arrojar estos residuos, es decir 1.7% y 11 personas indican que no tienen conocimiento de la adecuada disposición de estos residuos, lo que equivale a un 19%.

Según este análisis se puede observar que se necesita realizar jornadas de concientización a la comunidad universitaria para que estos sepan la adecuada disposición final que se les deben dar a estos residuos.

¿Conoce usted que disposición final se puede dar a los residuos orgánicos o como se debe manejar?

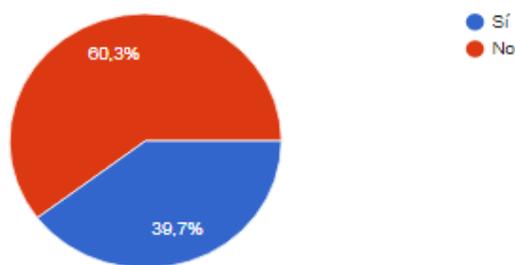


Figura 13. Gráfica de la respuesta a la pregunta cinco

En la anterior gráfica se puede observar que un 60.3% de encuestados entre estudiantes, administrativos y docente Indica no conocer qué disposición final se le puede dar a los residuos orgánicos, lo que se relaciona directamente con la gráfica de la pregunta anterior, dado que

arrojan estos residuos en canecas inadecuadas por el desconocimiento o la falta de orientación respecto al tema de clasificación de residuos, por otro lado el 39,7% de los encuestados afirma conocer cuál es la disposición final para estos residuos, lo cual se describe en el siguiente punto.

¿Qué disposición final conoce usted para este tipo de residuos?

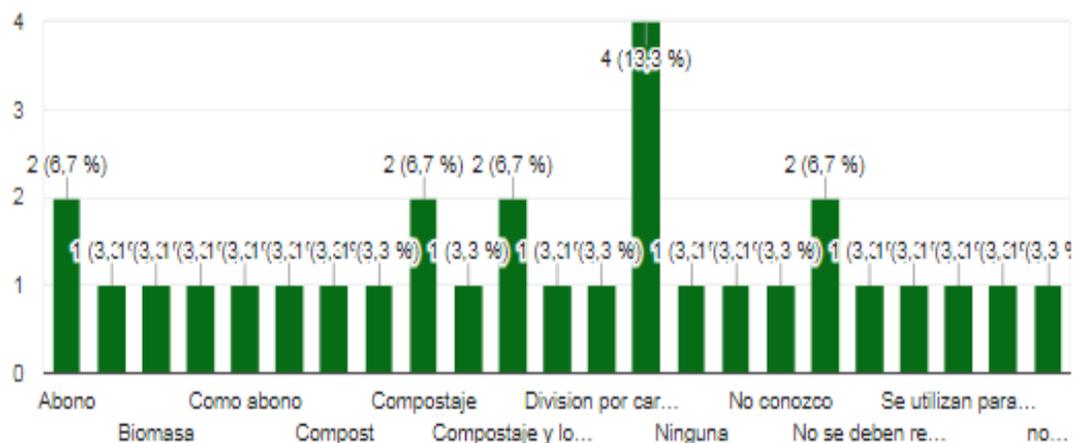


Figura 14. Gráfica de la respuesta a la pregunta seis

Entre, las alternativas nombradas por los encuestados que respondieron “si” en la pregunta anterior, se destacan principalmente tres: abono, compostaje y lombricultura, estas ocupan un porcentaje muestral de aproximadamente un 32%.

¿Ha escuchado acerca de la lombricultura?

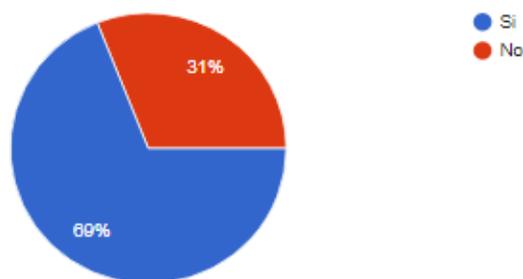


Figura 15. Gráfica de la respuesta a la pregunta siete

Según los datos obtenidos de esta pregunta, podemos observar que de 58 encuestados 40 contestaron que sí conocen sobre la lombricultura y 18 contestaron que no tienen conocimiento acerca de la esta es decir un 69% y 31% respectivamente.

Para finalizar la encuesta, se realizó la siguiente pregunta abierta a las personas que participaron de la actividad, “La lombricultura es un método ambientalmente sostenible, en el cual se utiliza la lombriz roja californiana para la transformación de los desechos orgánicos en abono natural llamado humus. Si se implementara un cultivo de lombricultura en la facultad, ¿estaría dispuesto a contribuir con este método para disminuir el impacto que generan estos residuos?”

Según las respuestas obtenidas, el 90% de los encuestados afirmo que si están dispuestos a participar de esta iniciativa, por el contrario un 6% de la muestra se encuentro en desacuerdo debido a diferentes factores entre los cuales según ellos se generarían malos olores, generación de roedores y afectación paisajística, por último un 2% de la muestra indico que apoyaría esta alternativa dependiendo los factores económicos de rentabilidad y el proceso utilizado.

4. Diseño del modelo de lombricultivo en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Según los resultados obtenidos en la encuesta y las observaciones realizadas en las diferentes áreas de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, se planteó el siguiente modelo de tratamiento de residuos orgánicos.

4.1 Matriz de evaluación de tratamientos de residuos sólidos

A partir de las técnicas existentes para el aprovechamiento de residuos orgánicos, se diseñó una matriz que permitió analizar las ventajas y desventajas de cada una de los diferentes procesos o tratamientos para residuos sólidos, determinando la mejor opción acorde a las necesidades específicas de la facultad y atribuyendo una calificación numérica.

Por lo anterior, se consideraron aspectos como: inversión, tiempo de proceso, producto, rentabilidad y los tipos de residuos a tratar, dando una breve descripción sobre la técnica según el aspecto asignando una escala de colores según su importancia.

-  Se ajusta perfectamente a las necesidades, trayendo consigo muchos beneficios.
-  Puede traer beneficios con su implementación, aunque puede haber mejores opciones.
-  Tiene los mismos aspectos a favor que en contra.
-  La alternativa presenta considerables desventajas en comparación con los beneficios.
-  No se ajusta a los requerimientos de la plaza.

Con la clasificación se obtuvo un resultado final cuantitativo que se midió a través de la siguiente escala: 0 - 5 No es viable, 6 - 10 Muy poco viable, 11 - 15 Viable, 16 - 20 Muy viable.

En la tabla 10 los autores muestran que el lombricultivo es una alternativa óptima para el manejo de los residuos orgánicos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital.

Tabla 10

Matriz de valoración

TÉCNICA	PRODUCTO OBTENIDO	TIEMPO DE PROCESO	INVERSIÓN	RENTABILIDAD	RESIDUOS A TRATAR	TOTAL
Alimentación animal con procesamiento	Buena fuente de alimento para cerdos u otros animales	Con tratamiento de 8 – 10 horas.	Muy alta	No es muy rentable pues se necesita una gran inversión la cual se recuperaría a largo	Cualquier tipo de residuo orgánico	10: Muy poco viable
Lombricultura	Humus sólido y líquido, carne y harina de lombriz	3 meses aproximadamente	Moderada	Es rentable si se lleva a cabo la comercialización de los productos obtenidos	Cualquier tipo de residuo orgánico	18: Muy Viable
Compostaje	Compost o abono orgánico	50 a 180 días.	Moderada	Es rentable si se lleva a cabo la comercialización del producto obtenido	Desechos vegetales	15: Viable
Digestión anaerobia	Biogás y abono orgánico	De 1 a 4 meses	Moderada	No es muy rentable, pues el biogás sirve de autoconsumo	Mayoría de residuos orgánicos	11: Viable
Fermentación	Bioalcohol o bioetanol	18 horas	Muy alta	No se puede comercializar bioalcohol, complicando recuperación de inversión.	Cereales y residuos vegetales con altos contenidos de azúcares	7: Muy poco Viable
Aprovechamiento de aceites	Biodiesel	Aproximadamente 1 hora	Muy alta	Alta inversión a comparación de la materia prima a tratar	Aceites de residuos vegetales, animales y usados	8: Muy poco Viable
Combustión	Vapor de agua para generación de energía	De 2 segundos a 2 horas (dependiendo de los materiales)	Muy alta	No es muy rentable pues el vapor de agua sería para autoconsumo	Todo tipo de residuos orgánicos	10: Muy poco Viable
Gasificación	Biogás	Aproximadamente 3 horas y media	Muy alta	Alta inversión en comparación al volumen a tratar de residuos orgánicos	Todo tipo de residuos orgánicos	10: Muy poco Viable
Licuefacción	Combustible líquido	De 5 a 120 minutos	Muy alta	Dificultad de comercialización de producto, demorando recuperación de inversión	Todo tipo de residuos orgánicos	10: Muy poco viable
Pirólisis	Combustible líquido, sólido o gaseoso.	10 toneladas por hora	Muy alta	Podría haber comercialización, pero la rentabilidad es dudable	Cualquier tipo de residuos orgánicos	12: Viable

4.1.1 Matriz DOFA

La matriz DOFA es una herramienta de análisis que se puede aplicar en diferentes situaciones, por ejemplo, en la creación de un producto, una empresa o un proyecto, etc. En la figura 16 los autores muestran los factores internos (fortalezas y debilidades) y los factores externos (oportunidades y amenazas) para el proyecto del diseño del lombricultivo en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

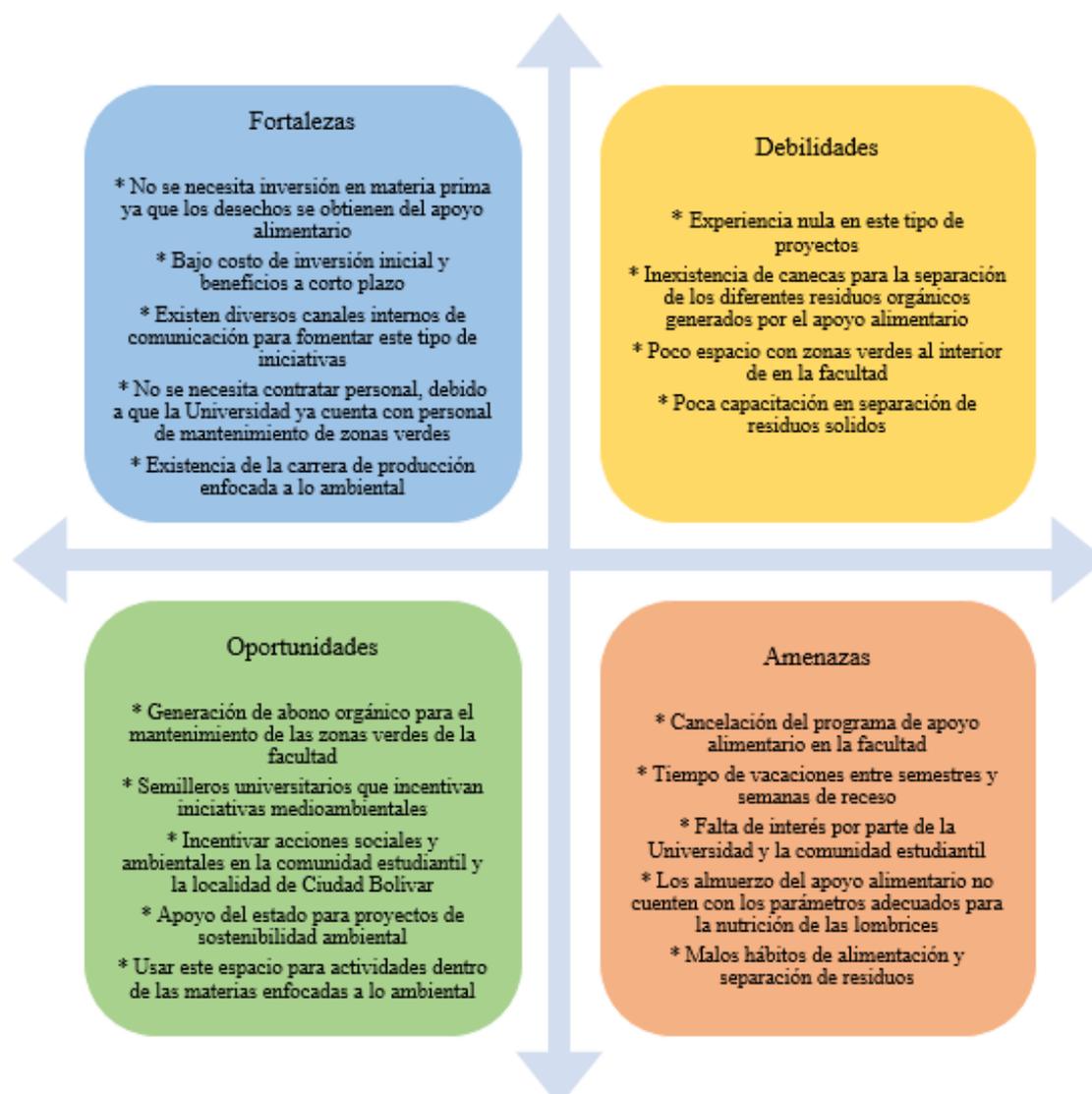


Figura 16. Matriz DOFA aplicada al proyecto del lombricultivo

En la figura 17 los autores describen las estrategias FO (usar las fortalezas para tomar ventaja de las oportunidades), las estrategias FA (usar las fortalezas para evitar amenazas), las estrategias DO (superar las debilidades tomando ventaja de las oportunidades) y las estrategias DA (minimizar las debilidades y evitar las amenazas), aplicas al proyecto.

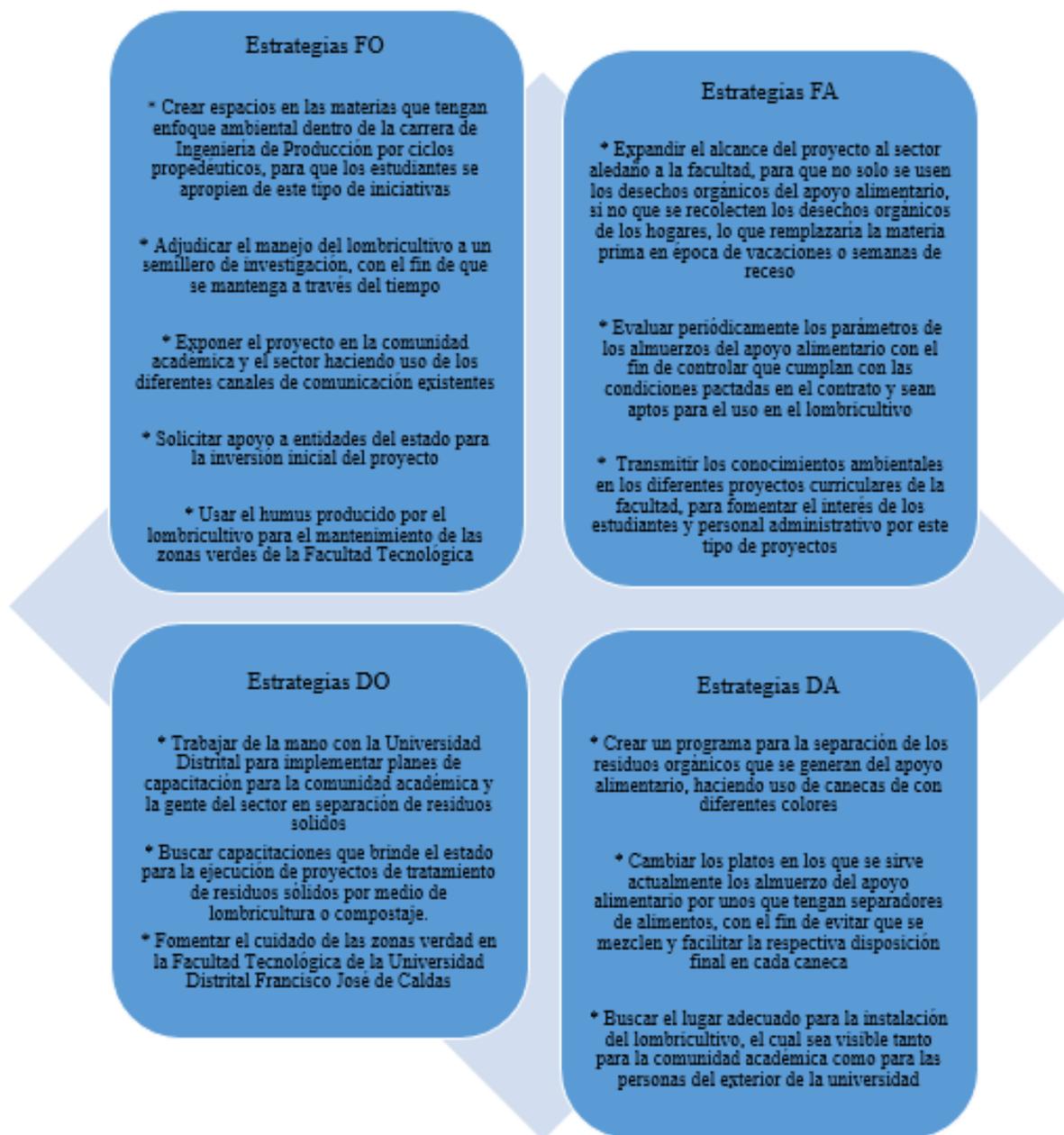


Figura 17. Estrategias planteadas a partir de la matriz DOFA

4.1.2 Propuestas de mejora en el proceso

Según las estrategias DA relacionadas en la figura 17 los autores plantean las siguientes propuestas de mejora en el proceso del apoyo alimentario, para facilitar la ejecución del proyecto propuesto.

➤ *Platos con separación de alimentos.*

Estipular en el contrato del apoyo alimentario el cambio de los platos que se usan actualmente, los cuales son completamente planos y se prestan para que el estudiante mezcle los alimentos a la hora de almorzar. Se propone el cambio de los platos por unos con separadores de alimentos, en los cuales se puedan servir las porciones de leguminosa, ensalada, arroz y proteína cada una por aparte, con el objetivo de evitar que las personas que consumen el almuerzo mezclen los diversos componentes, en especial la ensalada, la cual posee cítricos, vinagre y cebolla que las lombrices no digieren con facilidad.

En la figura 18 los autores muestra un ejemplo de los enseres propuestos para servir el almuerzo del apoyo alimentario.



Figura 18 Enseres propuestos para el apoyo alimentario

➤ Canecas para la clasificación de los residuos orgánicos

Se plantea el uso de tres canecas de diferentes colores, que se encuentren en la gama del Beige, debido a que es el color que estipula la Guía Técnica Colombia GTC-24 para la disposición de los residuos biodegradables.

En la figura 19 los autores relacionan los colores seleccionados y los tipos de alimentos que se depositarían en cada recipiente.



Ilustración 19 Colores para las canecas de clasificación de residuos biodegradables

Se plantea ubicar 2 grupos de tres canecas cada uno al interior de la cafetería debido a que es el lugar principal en el cual se consumen los alimentos del apoyo alimentario y también en donde se deben dejar los enseres al finalizar el almuerzo.

➤ Propuesta de mejora en el proceso del apoyo alimentario de la Universidad Distrital
Facultad Tecnológica

En figura 20 los autores muestran con ayuda de la encuesta realizada y de acuerdo con lo observado en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, respecto al proceso de ingreso

y repartición de alimentos del apoyo alimentario, hasta la salida de los residuos orgánicos generados, se plantea el siguiente diagrama de flujo.

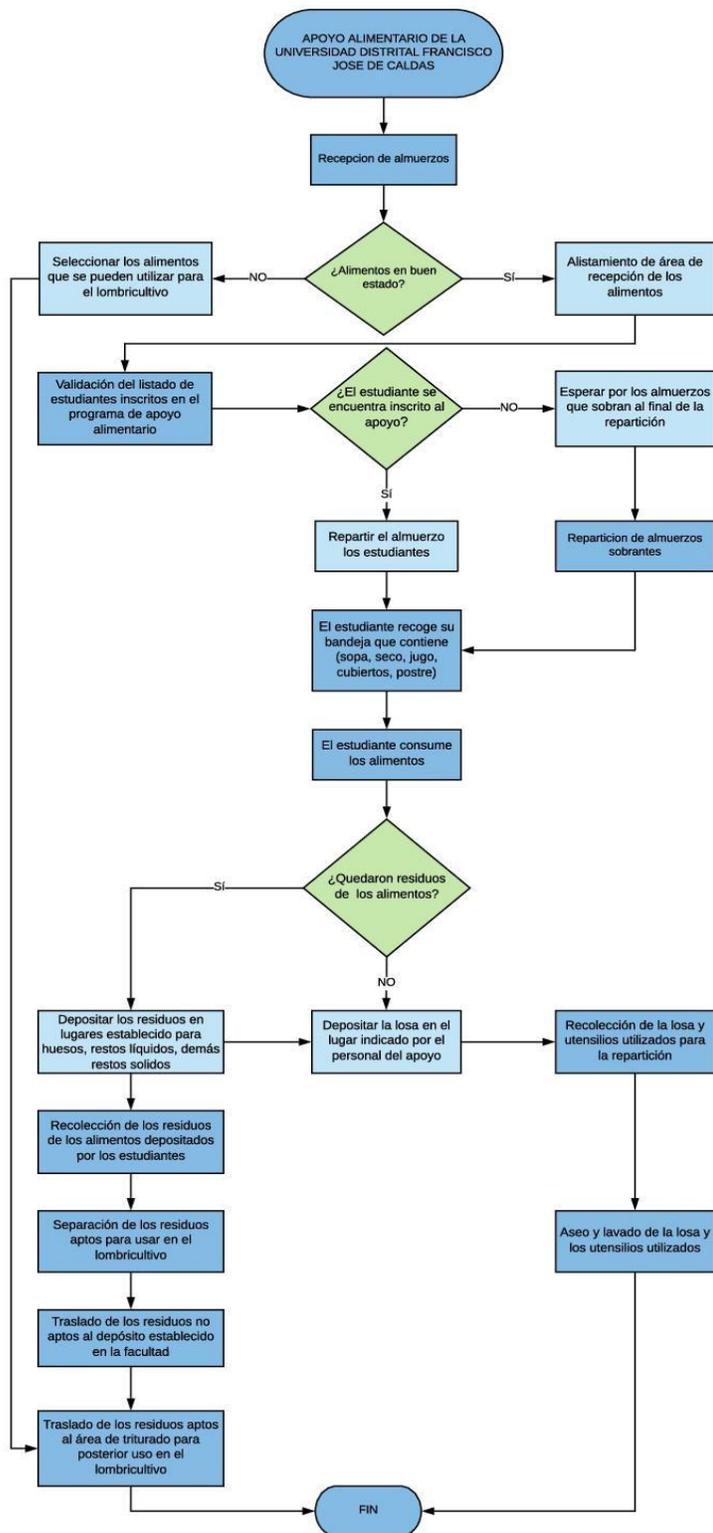


Figura 20. Propuesta de diagrama de procesos del apoyo alimentario de la Universidad Distrital

4.1.3 Ventajas y desventajas del lombricultivo

En la tabla 11 los autores relacionan las ventajas y desventajas de la implementación de un lombricultivo en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de caldas.

Tabla 11

Ventajas y desventajas del lombricultivo

Ventajas	Desventajas
La cría de lombrices no requiere grandes inversiones, espacios ni infraestructura, ideal debido a la falta de zonas verdes que existen en la Facultad Tecnológica	Si no se controlan los parámetros del lombricultivo, puede existir proliferación de vectores
Producción de Humus orgánico para el mantenimiento de las zonas verdes de la Facultad Tecnológica	Si se supera la capacidad del lombricultivo para el manejo de residuos orgánicos se generar malos olores
Crea espacios de esparcimiento y aprendizaje en la comunidad académica	
Brinda reconociendo de la Facultad Tecnológica y de la Universidad Distrital ante las demás universidades	
Se crea una huella ambiental, al implementar planes de manejo de residuos sólidos amigables con el medio ambiente	
Concientiza a la comunidad académica y a la gente del sector aledaño a la facultad, para que comiencen a reciclar debidamente sus residuos	
Quienes practican la lombricultura directa o indirectamente, están ayudando a mejorar la calidad de los suelos	

4.2 Evaluación y selección de la localización del lombricultivo

Con el fin de seleccionar el lugar adecuado para el diseño de las camas de lombricultivo, se evaluaron diferentes aspectos, qué benefician o perjudican principalmente a las lombrices como primeros actores del proceso, seguido de la comunidad académica y la interacción con este modelo sustentable de tratamiento de residuos orgánicos.

En las figuras 21, 22 y 23 los autores muestran los tres lugares que fueron sometidos a evaluación para el diseño del lombricultivo:

Alternativa A: Zona de descanso Bloque 1



Figura 21. Zona de descanso bloque 1 sede Tecnológica Universidad Distrital

Este sitio cuenta con características de mediana interacción con la comunidad académica, espacio reducido y no tan libre debido a los edificios que lo rodean, entre ellos el coliseo de deportes y el bloque 1, además de esto, se encuentra alejado de la zona de acopio de residuos lo que implica mayores traslados, por lo anterior, este sitio es poco recomendado para el diseño del lombricultivo.

Alternativa B: Zona verde lateral a los proyectos curriculares.

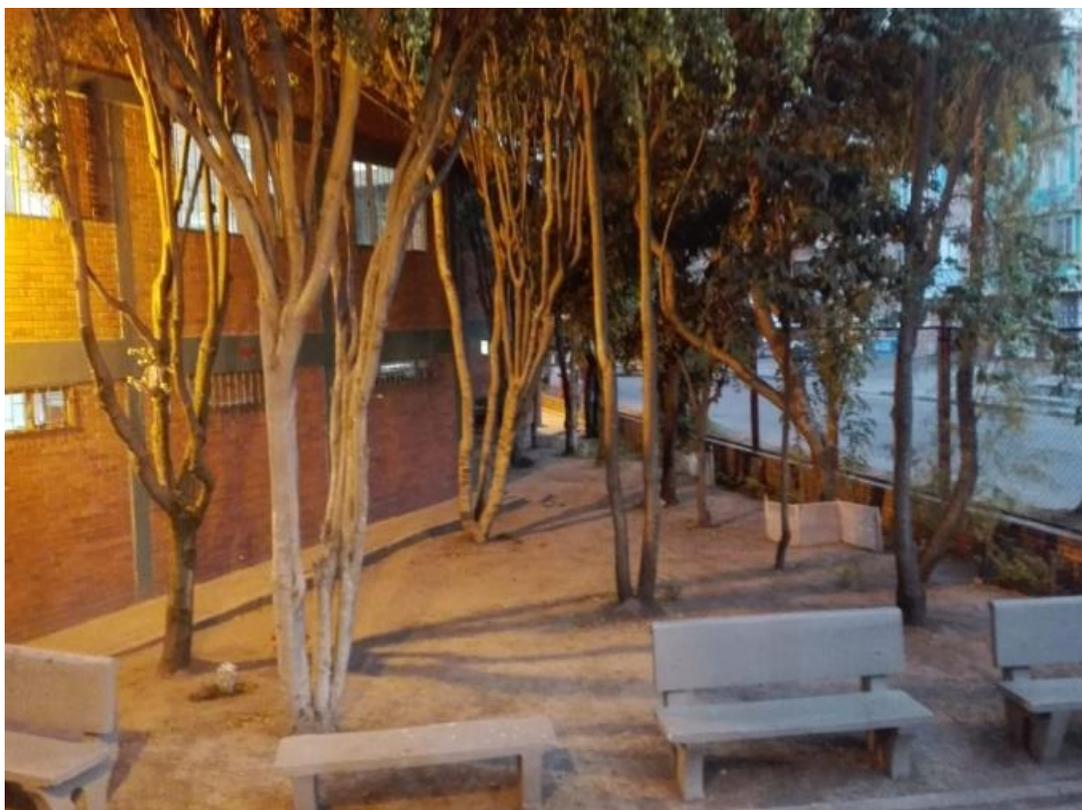


Figura 22. Zona verde lateral a los proyectos curriculares.

Esta zona cuenta con buenas condiciones de sombra y aire fresco, ideal para la conservación de las lombrices, el tamaño del sitio es adecuado para la instalación de una o dos camas de lombricultivo y se encuentra cerca al punto de acopio de los residuos orgánicos, sin embargo es un lugar poco concurrido, por lo que la interacción con la comunidad universitaria es mínima.

Alternativa C: Zona verde frente al bloque 5



Figura 23. Zona verde frente al bloque 5 sede Tecnológica Universidad Distrital

Las condiciones observadas en esta zona muestran que a pesar de ser un lugar al aire libre con buena ventilación, no posee mucha sombra, lo que genera que los rayos del sol se reflejen plenamente en el suelo y perjudica altamente a las lombrices, por otro lado, el sitio se encuentra cerca al punto de acopio de residuos y cuenta con gran afluencia de personal estudiantil.

En la tabla 12 los autores asignan un peso en (%) a cada ítem evaluado por zona y se da una calificación del 1 al 10, siendo 1 la calificación más baja y 10 la más alta.

Tabla 12

Modelo de evaluación y selección de la localización del lombricultivo

VARIABLE	PESO %	<u>Alternativa A</u>		<u>Alternativa B</u>		<u>Alternativa C</u>	
		Nota	Puntaje	Nota	Puntaje	Nota	Puntaje
Lugar al aire libre	30%	6	1,8	9	2,7	9	2,7
Cantidad de sombra	20%	7	1,4	8	1,6	4	0,8
Tamaño del sitio	15%	4	0,6	7	1,05	6	0,9
Cercanía respecto al punto de acopio de residuos	15%	1	0,15	9	1,35	8	1,2
Interacción con la comunidad académica	20%	5	1	4	0,8	8	1,6
TOTALES	100%	23	4,95	37	7,5	35	7,2

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mejor opción para el diseño del lombricultivo, es la alternativa B con una puntuación de 7.5 / 10, esto obedece a que a pesar de no tener mucha interacción con la comunidad académica, el lugar es amplio y cuenta con las condiciones mínimas necesarias para la supervivencia de las lombrices, también se destaca que el sitio se encuentra cerca del punto de almacenamiento de los residuos sólidos, lo que facilita el desplazamiento del personal.

4.3 Materiales de construcción para las camas

Los materiales más usados para la construcción de las camas de lombricultura son: Guadua, madera dura y hormigón. En la tabla 13 los autores realizan una comparación entre las dimensiones y el costo de los tres materiales, teniendo como resultado que la madera dura es la más accesible en cuanto el costo y su asequibilidad.

Tabla 13

Costos de materiales para las camas de lombricultura

<u>Materiales</u>	<u>Dimensiones (LxAxP) cm</u>	<u>Costo (Pesos)</u>	<u>Asequibilidad</u>
Guadua	600 x 35	\$ 19.000	Se consigue por pedido
Madera dura	200 x 18 x 1,5	\$ 25.000	Se consigue en cualquier carpintería o distribuidor de madera
Hormigón	40 x 20 x 4	\$ 30.000	Se consigue en tiendas de materiales de construcción
Listones	40 x 4 x 1,5	\$ 3.000	Se consigue en cualquier carpintería o distribuidor de madera

4.4 Dimensiones del lombricultivo

Una vez escogido el área y los materiales a utilizar para la construcción del lombricultivo, se realizaron los cálculos pertinentes para las dimensiones de las camas, la cantidad de lombrices a utilizar y el humus producido. Teniendo en cuenta que el gramaje total de los almuerzos del apoyo alimentario oscila entre 1000 a 1200 gramos y como se puede evidenciar en la tabla 14 los autores muestran la cantidad de desperdicios por almuerzo el cual es aproximadamente de 100 gramos, de los cuales según lo figura 4 podemos utilizar pequeños residuos de proteína, sopa, cereal y otros (pulpa o cascaras de fruta), con estos datos se obtuvo la cantidad de residuos aproximados producidos en un mes.

Tabla 14

Cantidad de desperdicios promedio por almuerzo en el apoyo alimentario

<u>Componente</u>	<u>Desperdicio (gr)</u>
Proteína	40
Sopa	15

Ensalada	20
Leguminosa	10
Cereal	10
Otros	5
Total	100

Dado que en un almuerzo del apoyo alimentario el desperdicio promedio es de 100 gr, de los cuales podemos aprovechar aproximadamente 15 gr de sopa, 20 gr de proteína, 10 gr de leguminosa y 5 gr de otros residuos como pulpa o cascara de fruta; teniendo en cuenta que el programa beneficia aproximadamente a 400 estudiantes, los desperdicios generados en un día son 20.000 gr, es decir que en un mes tenemos 600 kg de desperdicios.

$$50 \text{ gr} \times 400 \text{ estudiantes} = 20.000 \text{ gr} = 20 \text{ Kg}$$

$$30 \text{ dias} \times 20 \text{ Kg} = 600 \text{ Kg /mes}$$

La agencia de desarrollo económico y de comercio exterior (2002) indica que las camas promedio para un emprendimiento mediano son de 1 m de ancho por 3 m de largo y 0,40 m de alto, según su capacidad necesitan de aproximadamente 60.000 anélidos por cama. Dado que cada anélido mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro, con un peso de aproximadamente 1,4 gr y que ellas ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso, transformando el 60% en humus, obteniendo así que cada cama necesita aproximadamente 84 kg de residuos orgánicos diarios, para producir aproximadamente 50,4 kg de humus diarios, es decir 1.512 kg de humus mensuales.

$$60.000 \text{ lombrices} \times 1.4 \text{ gr} = 84.000 \text{ gr} = 84 \text{ Kg/día}$$

$$84 \text{ Kg} \times 60\% \text{ Humus} = 50.4 \text{ Kg Humus/día}$$

Teniendo en cuenta que los desperdicios generados en la facultad son de aproximadamente 20 kg diarios del apoyo alimentario más los residuos generados por los almuerzos llevados desde casa. En la figura 24 se propone el diseño de una cama de lombricultura con dimensiones de 1 metro de ancho por 2 metro de largo y 0,405 metros de alto, la cual se dividirá a la mitad con el objetivo de mover las lombrices de un lado a otro al momento de cosechar el humus producido, es decir, la siembra inicial de lombrices se realizara en un espacio de 1 metro x 1 metro, con una capacidad de aproximadamente 20.000 anélidos, los cuales necesitan 28 kg de residuos orgánicos al día, para una producción de 16.8 kg de humus al día, es decir 504 kg de humus mensual.

$$20.000 \text{ lombrices} \times 1.4 \text{ gr} = 28.000 \text{ gr} \approx 28 \text{ Kg/día}$$

$$28 \text{ Kg} \times 60\% \text{ Humus} = 16.8 \text{ Kg Humus/día}$$

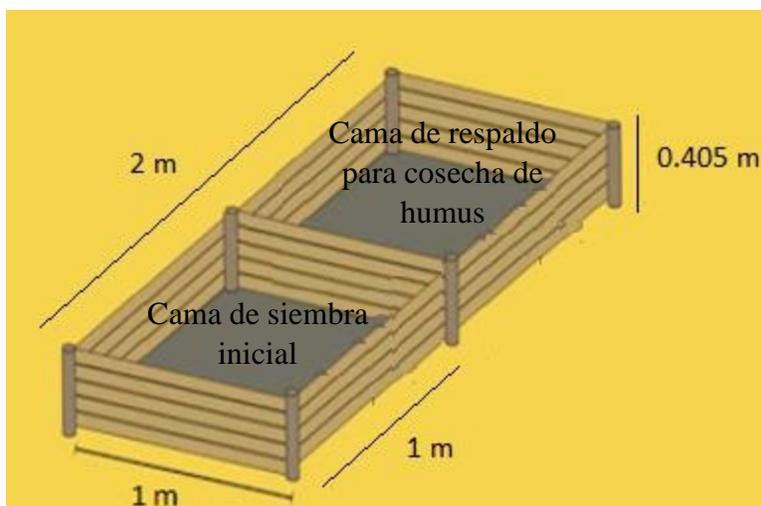


Figura 24. Diseño de la cama de lombricultivo para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Para la construcción de la cama se realizó el presupuesto con tablas de madera dura de 2 metros de largo, 0,18 metros de ancho y 0.015 metros de profundidad; según los precios relacionados en la tabla 13, las tablas de madera dura tienen un costo de \$ 25.000 c/u, los listones con medidas de 40 cm de largo y 4 cm de ancho tienen un costo de \$ 3.000 c/u. Por lo tanto para la fabricación de la cama se necesitan 8 tablas y 10 listones para la construcción de la cama de 1 m de ancho por 2 m de largo y 0,405 m de alto.

4.5 Mantenimiento del lombricultivo

El lombricultivo necesita de un mantenimiento y control periódico de ciertos parámetros vitales para la supervivencia de las lombrices, como son el pH, humedad, temperatura, aireación, riego, luminosidad, relación C/N, salinidad y contenido de amonio, como también los valores máximos y mínimos permitidos de cada una para el bienestar de las lombrices y su herramienta de medición.

Por otro lado se requiere para la cosecha de las lombrices y la producción de humus, realizar unas actividades cada mes, con el fin de obtener el humus generado por las lombrices y así mismo dar uso de este como fertilizante para las zonas verdes de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, minimizando de esta manera los costos de mantenimiento para las zonas verdes de la facultad, como también contribuyendo a una mejora ambiental. Para la producción y obtención del humus se debe tener en cuenta los siguientes pasos según la Universidad Nacional de Colombia (s.f.).

- Suspender el riego y alimentación por cinco a diez días.
- Se extiende sobre el lombricultivo una polisombra, malla o costal.

- Sobre esta polisombra se coloca una capa de 5cm de alimento, preferiblemente frutas rociadas con melaza.
- Al cabo de dos semanas pueden ser tomadas retirando la polisombra con el alimento que se colocó.
- Estas lombrices con el alimento pueden ser colocadas en una nueva cama para continuar con el proceso.
- Ir cosechando el lombricompost por capas, porque es posible que en el centro conserve humedad y aún haya allí lombrices.
- Reducir la humedad del material resultante al 30%.
- Tamizar con zaranda de orificio no mayor a 1cm.
- Empacado del humus obtenido.

Para poder cumplir con las actividades de mantenimiento para el lombricultivo, se requiere de los siguientes insumos:

- Guantes para jardinería
- Overol
- Botas
- Costales o polisombra
- Tapabocas
- Canecas o recipientes
- Pala
- Tierra

En la tabla 15 los autores relacionan los costos de mantenimiento para el lombricultivo.

Tabla 15

Costos de mantenimiento

Producto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Guantes Para Jardinería (Trimestral)	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Overol (Trimestral)	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Botas (Trimestral)	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Costales (Semestral)	6	\$ 1.200	\$ 7.200
Canecas (Anual)	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Pala (Única vez)	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Tierra (Semestral)	7	\$ 3.000	\$ 21.000
Total valor			\$ 143.200

4.5.1 Parámetros para el lombricultivo.

Antes de comenzar con la producción del lombricultivo se debe de tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Humedad.

Esta debe estar entre el 70% y 80% para facilitar la ingestión del alimento, si la humedad no es la adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz y el exceso originaria empapamiento. Una oxigenación deficiente provoca la falta o el exceso de la misma, esto evita que la lombriz tome su alimento adecuadamente. Para el monitoreo de esta se puede usar un sensor de humedad digital o la prueba de puño.

- Temperatura.

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo las camas libres de malezas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos. Esta se puede medir por medio de un termómetro y así poder controlarla.

- pH.

El pH óptimo es entre 6,5 y 7,5, este se puede medir por medio de un pH-metro digital o con cintas de papel indicadoras de pH, este parámetro es importante tenerlo controlado, debido a que si este es muy ácido afecta a las lombrices, atrayendo vectores como roedores o moscas. Por lo que es indispensable medir el pH de los alimentos antes de suministrárselos.

- Riego.

El sistema de riego empleado es manual. Este consta de una manguera de goma de características variables según la función de las camas. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor.

- Aireación.

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación.

- Alimentación.

La lombriz roja californiana puede consumir la mayoría de los desechos orgánicos, ya sean estos de origen vegetal, animal o mixto. Por lo general la lombriz tiene la capacidad de consumir diariamente su propio peso. Sin embargo se debe tener en cuenta la relación C/N que debe ser de 30:1, es decir 60% proteína y 40% energía y el pH de los alimentos a suministrar.

Cuando la procedencia de los residuos es desconocida, se recomienda realizar un precompostaje, para que la fase termofílica pueda destruir los microorganismos patógenos para las lombrices, obteniendo así una mezcla homogénea con los valores de pH indicados, para poder suministrarlos a las lombrices.

- Luminosidad

Las lombrices son muy sensibles a la luz, por lo que se sugiere la construcción del lombricultivo en un lugar que no esté directamente al sol, además de esto, se recomienda cubrir las camas, ya sea con hojas, pasto, lonas, etc. Evitando así la exposición directa y la muerte de estas.

- Salinidad y contenido de amonio.

La salinidad debe estar por debajo de 0,5 % para no afectar el desarrollo de las lombrices. Por otro lado el contenido de amonio debe estar por debajo de 0,5 mg/g, ya que si este se supera puede generar un síndrome proteico causándole la muerte a las lombrices.

➤ *Control de parámetros para el lombricultivo.*

Para el control adecuado de los parámetros del lombricultivo se debe llevar un control de cada tres meses por semana, donde se registre el detallado de todo el proceso, desde que le suministramos el alimento a las lombrices, hasta la obtención del humus. En la tabla 16 se muestra una plantilla de control trimestral por semana que se debe llevar a los parámetros establecidos para la calidad de vida de las lombrices y del humus a obtener. Con esta tabla se llevará el control de la humedad, la temperatura, el grado de alcalinidad y acides del lombricultivo (pH), como también la relación C/N, salinidad y el contenido de amonio, para los alimentos que se le suministrara a las lombrices y poder tener la seguridad de que todos los parámetros están en los estándares óptimos, garantizando el habitat adecuado para el procesamiento de los residuos orgánicos generados por el apoyo alimentario de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la obtención del humus como producto final.

En la tabla 16 los autores relacionan los gastos correspondientes al control trimestral por semana de los parámetros del lombricultivo.

Tabla 16

Costos de control

Recurso	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Termómetro (única vez - calibración anual)	1	\$ 15.000	\$ 15.000
pH-metro (única vez - calibración anual)	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Manguera x 15 m (única vez)	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Total valor			\$ 130.000

➤ *Proceso de construcción.*

Para iniciar la producción de lombricompost se tendrán en cuenta los siguientes pasos:

- Se adiciona una capa de 5 cm de compost previamente elaborado.
- Se incorpora la población de lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*).
- Se realiza un riego de 20 litros de agua con 1 Kg de melaza.
- Se cubren las lombrices con láminas de cartón plast, pasto u hojas para mantener

la temperatura y la humedad.

- Se realiza una revisión periódica para determinar el consumo de las lombrices, y se alimenta según su necesidad.
- El manejo de lixiviados se realiza por medio de orificios ubicados en la parte inferior-lateral de las camas, debido a la filtración los líquidos son evacuados y conducidos por canales al sitio de recolección, estos líquidos son reutilizados en la fertilización de las camas.

4.6 Impactos ambientales del lombricultivo

En la tabla 17 los autores relacionan los impactos ambientales que se generan en la ejecución del proyecto planteado.

Tabla 17

Impactos ambientales del proyecto

Factor Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Aire	Generación de material Particulado	Contaminación del aire
Agua	Generación de vertimientos de lixiviados Consumo del agua	Contaminación del agua Agotamiento del recurso hídrico

Suelo	Consumo de insumos y materiales	Agotamiento de los recursos naturales
	Generación de humus	Mejoramiento del suelo
	Consumo de Energía eléctrica	Afectación al recurso hídrico
Socioeconómico	Generación de conciencia en la comunidad Universitaria	Mejoramiento al medio ambiente
	Generación de empleo	Mejoramiento de la calidad de vida
	Generación de barreras y/o cercas vivas	Embelllecimiento del paisaje

4.6.1 Control de vectores.

Para evitar la proliferación de vectores, es importante llevar un control del lombricultivo una vez por semana de los parámetros a tener en cuenta para el hábitat adecuado de las lombrices y prevenir de esta forma problemas de salud, malos olores e infestación de plagas. Los principales indicadores de fallo en el lombricultivo son la acumulación de residuos orgánicos no procesados, la poca actividad de las lombrices, la temperatura y el pH incorrecto, esto genera malos olores, enfermando a las lombrices y trayendo consigo las plagas más comunes en la lombricultura que son las hormigas rojas, los pájaros, los ratones y la planaria.

Las lombrices no transmiten ni padecen enfermedades, pero le afecta un síndrome en especial, conocido como Gozzo ácido, el cual es un síndrome proteico, que ataca su sistema digestivo, provocando inflamaciones en todo el cuerpo y finalmente la muerte. Este síndrome es provocado por la ingestión de residuos orgánicos con un alto nivel de proteína, por ejemplo las legumbres. Por esto es necesario llevar el control del porcentaje C/N que se le debe de suministrar a las lombrices, el cual debe ser 60% - 40%.

Para el control de las plagas se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones, según el tipo de vector.

➤ Hormigas rojas

Tienen la facilidad de acabar rápidamente con el lombricultivo por su cantidad, estas son atraídas generalmente por los azúcares producidos por la lombriz al deslizarse por el sustrato, se pueden evitar con el control semanal de la humedad, si se encuentran camas de hormigas en el lombricultivo, es un indicador de que el porcentaje de humedad no es el correcto, esta debe de estar a un 80%.

➤ Pájaros

Estas pueden acabar poco a poco con las lombrices, pero se pueden evitar fácilmente cubriendo el lombricultivo con pasto, hojas y/o costales.

➤ Ratones

Estos son muy peligrosos para el lombricultivo teniendo en cuenta su facilidad de transmitir diferentes enfermedades peligrosas, sin embargo esta plaga se puede controlar por medio de la humedad, al igual de las hormigas esta debe de estar a un 80%.

➤ Planaria

Esta es una de la plagas con mayor importancia en los lombricultivos, ya que este es un gusano plano que puede medir de 5 a 50 mm, de color café oscuro y rayas longitudinales de color café claro. Esta se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que esta produce, introduciendo un tubo de color blanco a la lombriz, aspirando poco a poco su interior hasta matarla. Esta plaga se controla por medio del pH, este debe estar entre

6,5 a ,7,5 que son los niveles adecuados para la lombriz, cuando este está muy bajo es cuando las planarias ingresan al lombricultivo y empiezan a atacar a las lombrices.

5. Plan de acción para el manejo y aprovechamiento adecuado de los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital

Francisco José de Caldas

5.1 Actividades de ejecución

Como se puede evidenciar en la figura 25 los autores segmentan el proyecto en cinco etapas basadas en el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar) las cuales tiene como objetivo el diseño de un sistema de lombricultura para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Las etapas se describen a continuación:

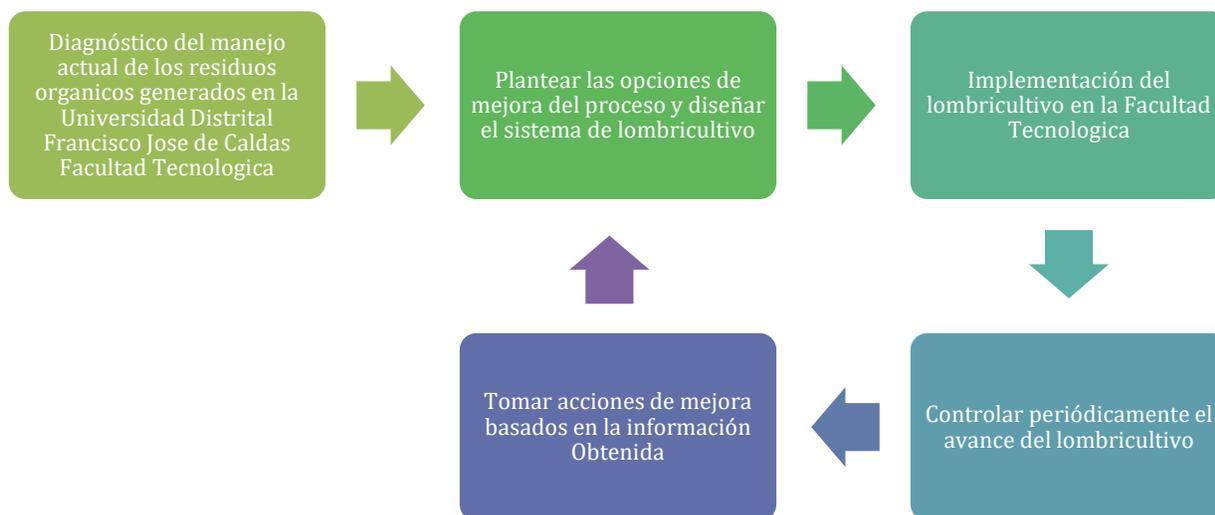


Figura 25. Ciclo PHVA del proyecto de lombricultura

5.1.1 Ciclo PHVA para la ejecución del proyecto.

Para dar inicio a la ejecución del proyecto es primordial obtener la información del manejo y la disposición al final que se da a los residuos orgánicos generados mayoritariamente por el programa de apoyo alimentario en la facultad tecnológica de la Universidad Distrital. Para esto es necesario apoyarse en fuentes primarias por medio de encuestas, artículos y publicaciones.

De igual forma se debe solicitar información al consorcio adjudicado al contrato del programa de apoyo alimentario, revisar los acuerdos pactados para la prestación del servicio entre ambas partes y verificar el cumplimiento o desacato de lo acordado. El objetivo principal de esta actividad es sentar las bases para poder dar inicio a la ejecución del proyecto.

➤ *Plantear las opciones de mejora del proceso y diseñar el sistema de lombricultivo.*

Con los datos obtenidos en el diagnóstico previo, se evaluaron diferentes alternativas de tratamientos de residuos sólidos utilizando una matriz de valoración basado en lo descrito por (López, M. 2017), con la cual se obtiene una puntuación en escala de 0 a 20, donde 0 significa que el tratamiento no es viable y 20 que el tratamiento muy viable.

Entre todas las alternativas evaluadas bajo este método, se obtuvo que la implementación de un lombricultivo para el manejo de los residuos orgánicos es el método que más se ajusta a las necesidades del proyecto.

Según lo anterior, se procede a diseñar el lombricultivo, teniendo en cuenta el tipo de material de construcción, el sitio de ubicación de las camas y el dimensionamiento idóneo para la cantidad de residuos generados, los cuales fueron calculados previamente.

➤ *Implementación del lombricultivo en la Facultad Tecnológica.*

El sitio seleccionado para la implantación del lombricultivo, fue evaluado bajo parámetros que favorecen el adecuado proceso de degradación de los residuos y cumple con las condiciones mínimas necesarias para la supervivencia de las lombrices, con esto se garantiza la efectividad del proceso.

Los materiales seleccionados son asequibles y de un precio moderado sin dejar de lado la calidad del material, por este motivo se recomienda el uso de madera dura al momento de la construcción de las camas por encima de otros materiales. En cuanto a la mano de obra, se da la opción de contratar a un carpintero por dos días, sin embargo esta se puede construir con ayuda de los mismos estudiantes para disminuir costos e involucrar a la comunidad académica con el proyecto.

➤ *Controlar periódicamente el avance del lombricultivo.*

Los parámetros para controlar en el proceso son:

- Humedad
- Temperatura
- Riego
- pH
- Aireación
- Relación C/N
- Salinidad
- Contenido de amonio
- Luminosidad

Para este control se recomienda el uso y diligenciamiento periódico de la tabla 18 propuesta por la agencia de desarrollo económico y de comercio exterior. (2002).

Tabla 18

Control periódico del lombricultivo

Tareas realizadas	Mes 1			
	semana 1	Semana 2	semana 3	semana 4
Riego				
Aireación				
Controles sanitarios:				
Humedad				
Temperatura				
pH				
Relación C/N				
Salinidad				
contenido de amonio				
Luminosidad				
Observaciones				

➤ *Tomar acciones de mejora basados en la información obtenida.*

Basados en los resultados de la tabla de control periódica del lombricultivo, se deben tomar acciones de mejora para mitigar pérdidas de lombrices y aumentar la productividad del lombricultivo. Según el ciclo PHVA, estas acciones deben brindar una retroalimentación del proceso, lo que conlleva a replantear nuevas alternativas de tratamiento para los residuos orgánicos.

5.2 Recursos y presupuesto

En las tablas 19, 20 y 21 los autores dan a conocer la relación de costos según los recursos tangibles e intangibles a utilizar en la elaboración del proyecto de lombricultura, en los costos de mano de obra, solo se tiene en cuenta los honorarios correspondientes para la persona que construya las camas, como iniciativa se tiene planteado negociar con la universidad la persona que debe estar pendiente del control y mantenimiento del lombricultivo, se sugiere que esta persona sea la misma encargada de las zonas verdes de la facultad, para que asimismo este le dé el uso adecuado la humus obtenido del lombricultivo. Por lo que se obtiene un costo total de \$1.435.400 como inversión inicial para el proyecto.

Tabla 19

Costos de materiales e insumos

Producto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tablas de 2 X 0,18 M	8	\$ 25.000	\$ 200.000
Listones de 40 X 4 Cm	10	\$ 3.000	\$ 30.000
Lombrices por kilo	56	\$ 10.000	\$ 560.000
Guantes	2	\$ 30.000	\$ 60.000
Guantes para jardinería (Trimestral)	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Overol (Trimestral)	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Botas (Trimestral)	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Costales (Semestral)	6	\$ 1.200	\$ 7.200
Canecas (Anual)	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Pala (Única vez)	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Tierra (Semestral)	7	\$ 3.000	\$ 21.000
Termómetro (Única vez - Calibración anual)	1	\$ 15.000	\$ 15.000

pH-metro (Única vez - Calibración anual)	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Manguera X 15 M (Única vez)	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Total valor			\$ 1.129.200

Tabla 20

Costos de mano de obra

Recurso	Días	Valor día	Valor total
Construcción de cama	2	\$ 35.000	\$ 70.000
Total valor			\$ 70.000

Tabla 21

Costo inicial total para el proyecto

Costo total del proyecto		
Total valor materiales		\$ 1.129.200
Total valor construcción cama		\$ 70.000
Total valor mantenimiento		\$ 143.200
Total valor control de parámetros		\$ 130.000
Total valor		\$ 1.472.400

5.3 Responsables

En la tabla 22 se describe los responsables para la ejecución del proyecto, las actividades a realizar y la periodicidad para la ejecución de dichas actividades.

Tabla 22

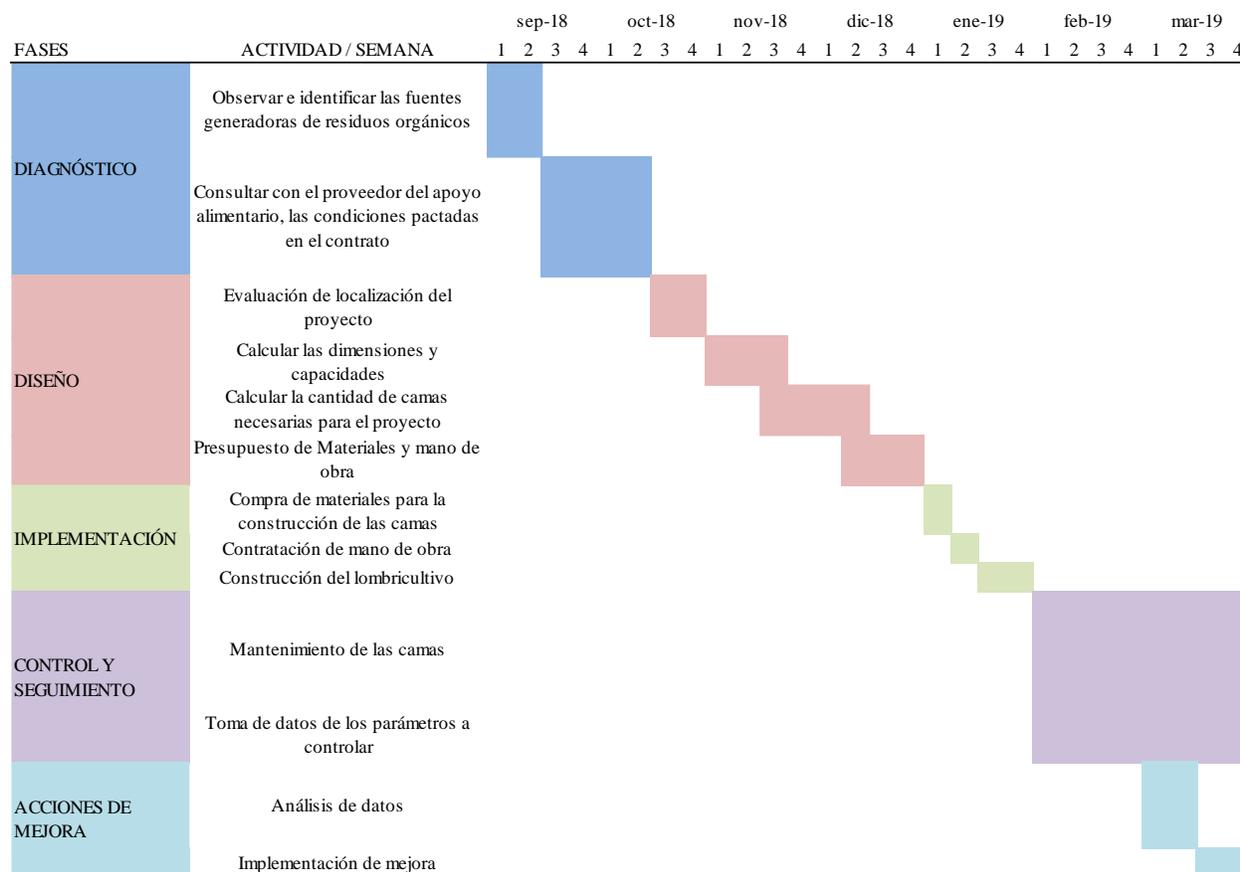
Responsables

RESPONSABLE	ACTIVIDADES PARA EJECUTAR	PERIODICIDAD
Andrés Alvarado y Erika Díaz	Diseño del lombricultivo	A lo largo del proyecto
Comunidad académica	Separación adecuada de los residuos	Diariamente
Consorcio FRAND CARD (Proveedor)	Proveer los residuos generados del programa de apoyo alimentario	Diariamente
Servicios generales	Transporte y Almacenamiento de los residuos	Diariamente
Persona encargada para la construcción del lombricultivo	Construcción de la cama de lombricultivo	Al inicio del proyecto
Personal encargado del mantenimiento de las zonas verdes	Mantenimiento del lombricultivo	Tres veces a la semana

5.4 Tiempos de ejecución

En la tabla 23 los autores muestran el cronograma de actividades planteadas para la ejecución de las cinco actividades propuestas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 23

Cronograma de actividades**5.5 Indicadores**

En la tabla 24 los autores relacionan los indicadores a tener en cuenta por cada actividad durante la ejecución del proyecto.

Tabla 24

Indicadores del proyecto

ACTIVIDADES	INDICADORES
DIAGNÓSTICO	Cantidades de almuerzos / día % de cumplimiento / contrato

	Calidad de alimentos / almuerzo
	Gramos de alimento / almuerzo
DISEÑO	Cantidad de residuos / día
	Gramos de desperdicio / Almuerzo
	Cantidad de lombrices / Cama
	Costo de materiales / proveedor
IMPLEMENTACIÓN	Costo mano de obra / día
	pH / Semana
	Temperatura / Semana
CONTROL Y SEGUIMIENTO	Humedad / Semana
	Cantidad de Humus / mes
	Disminución de lombrices / mes
ACCIONES DE MEJORA	Aumento de lombrices / mes
	Capacidad de degradación de residuos / semana

6. Conclusiones

- Basado en la ejecución del proyecto se puede concluir que a pesar de que existen unas pautas a seguir por parte del proveedor respecto al manejo de los residuos orgánicos generados del programa de apoyo alimentario, las cuales se cumplen de acuerdo con lo pactado en el contrato con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Existen otras alternativas ecológicas como la lombricultura, que, aunque representaría un costo mínimo para la facultad, se obtendrían beneficios sociales dados a la interacción de la comunidad académica, con este tipo de proyectos que incentivan alternativas ambientales y generan conciencia en el manejo de los residuos.

Además de esto, la lombricultura es considerada una alternativa auto sostenible debido a la producción de humus, el cual puede ser utilizada para el fortalecimiento y cuidado de las zonas verdes de la facultad.

- La lombricultura se adapta a diferentes ambientes, tipos de materiales y de alimentos, lo cual facilita a la hora de construir las camas y así mismo de alimentar a las lombrices según su dieta. Sin embargo, se deben de cumplir con ciertos parámetros, como el pH, temperatura, humedad, aeración y riego, los cuales son vitales para el desarrollo óptimo de la lombriz y cumplir con el proceso de descomposición de los residuos orgánicos.

- Todo proceso es susceptible al cambio y al mejoramiento continuo, apoyados de nuevas alternativas amigables con el medio ambiente, es posible ser agentes de cambio dentro de la comunidad académica y contribuir con espacios de esparcimiento siempre basados en el ciclo PHVA, que permite evaluar lo implementado y tomar acciones de mejora.

7. Recomendaciones

- Se sugiere la implementación de un sistema de clasificación de los residuos obtenidos del apoyo alimentario, por medio de recipientes que tengan diferentes colores, en los cuales se pueda separar huesos, restos líquidos (jugo, sopa) y otros desperdicios sólidos; dado que actualmente todos los alimentos que sobran de los almuerzo se depositan en un mismo recipiente; esta separación ayudaría a la hora de implementar alternativas ecológicas como la lombricultura o el compostaje con el fin de hacer una preselección de los alimentos que se pueden ingresar en el proceso.
- También se recomienda la ejecución del lombricultivo propuesto, con el fin de dar un manejo adecuado a los residuos orgánicos generados por el apoyo alimentario y ofrecer una motivación y concientización a la comunidad universitaria del manejo de este tipo de residuos.
- Así mismo se recomienda, la implementación de este tipo de alternativas ecológicas en las otras facultades de la Universidad Distrital, las cuales también cuentan con este programa de apoyo alimentario, con el fin de incentivar a la comunidad universitaria en general.

Bibliografía

- Acosta, L., y Brand, H. (1992). *Materias primas. Lombricultura, la alternativa ecológica para el futuro*. (p. 19-39). Recuperado de bdigital.unal.edu.co/2730/1/juancarloscastillotaco.2010.pdf
- Paleólogos, M.F., y Sarandón, S.J. (2008). *Principio de ecología de poblaciones*. (p. 1). Recuperado de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/20439/mod_resource/content/4/Capitulo%209%20Ecologia%20de%20poblaciones.pdf
- Monteverde, S. (16 de abril de 2013). Agroecología (1). Los orígenes [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://smonteverde.blogspot.com/2013/04/agroecologia.html>
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. (255), 571-586. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026037216893>
- Díaz, A.F. y Mayek, N.P. (2008). La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/255484251_Microbial_inoculants_as_potential_major_input_in_Mexican_agriculture
- Elliott, L. F. and Lynch, J. M. 1995. The international workshop on establishment of microbial inoculant in soils: Cooperative research project on biological resource management of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). *Am. J. Alt. Agric.* 10:50-73
- Emgrisa. (2014). Tipos de residuos: clasificación. Madrid, España: Grupo uenusa. Recuperado de <http://www.emgrisa.es/publicaciones/tipos-de-residuos/>

Vermicasa. (s.f). Tabla de alimentos para lombrices. Iterra. Recuperado de http://www.terra.org/data/Tablacomida_vermicasa_es.pdf

Bueno, M. Como hacer un buen compost. Manual para horticultores ecológicos. Editorial Lizarra. Estrella (Navarra).2002. p. 33 – 3

Castillo, J. (2010). Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

López, M. (2007). Guía Básica para la elaboración de rubricas. Recuperado de <https://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2014/05/guiabasicaelaborarubrica1.pdf>

Agroflor Lombricultura (SF). Agroflor Manual de Lombricultura. Recuperado de <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20de%20Lombricultura.pdf>

FIDEG. (2007). *Compostaje: Alternativa para los residuos orgánicos*. Managua, Nicaragua: El observador económico. Recuperado de <http://www.elobservadoreconomico.com/articulo/451>

LAUD. (2014). *Apoyo Alimentario*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de <http://laud.udistrital.edu.co/noticias/apoyo-alimentario>

Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables / Santiago Javier Sarandón ... [et.al.]; coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2014. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0 Recuperado de: <http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>

Pulido, P. (2012). Residuos sólidos [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://paopulido.blogspot.com/>

- Universidad Pontificia Bolivariana. (2016). Manejo adecuado de los Residuos sólidos. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de <https://www.upb.edu.co/es/seguridad-salud-trabajo/manejo-adecuado-de-residuos-solidos>
- Pauleth L. (2013). Residuos orgánicos e inorgánicos. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/140254122/RESIDUOS-ORGANICOS-E-INORGANICOS>
- López L. (2012). *Diseño e implementación de una planta de producción de lombricompost a escala piloto y un invernadero en el corregimiento del ingenio municipio de Sandoná*. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. Taller de abonos orgánicos. p. 21-22 Recuperado de: www.catie.ac.cr/version%20electronica%20memoria.pdf
- Geler, A. (SF). La lombricultura. Compostadores. Recuperado de www.compostadores.com
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2017). Suministrar Y Distribuir Los Alimentos Para El Programa De Apoyo Alimentario De La Universidad Distrital Francisco José De Caldas En La Vigencia 2017. Recuperado de <http://udistrital.edu.co/files/contratacion/2018/jul/12737.pdf>
- ARDIKO A&S LTDA. (2014). Experiencia. Bogotá, Colombia: Ardiko sitio oficial. Recuperado de <http://ardiko.com/site/experiencia/>
- FENALCO. (2016). Estudio Alimentación en los Habitantes de Bogotá. Recuperado de <http://www.fenalcobogota.com.co/images/pdf/HABITOS-Y-PREFERENCIA-EN-ALIMENTACION.pdf>
- Oficina de asesoría de planeación y control (2013). Planimetría facultad tecnológica. Recuperado de: <http://planeacion.udistrital.edu.co:8080/escala-sede>

Agencia de desarrollo económico y comercio exterior (2002). Guía de lombricultura.

Recuperado de: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Universidad Nacional de Colombia (s.f.). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Recuperado de:

http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

Anexos

Anexo A

Encuesta sobre los residuos orgánicos generados en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas

Esta encuesta tiene como objetivo identificar la disposición final que se da a los residuos orgánicos generados en la facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

**Obligatorio*

Sección sin título

1. Ocupacion

Marca solo un óvalo.

- Administrativo
- Docente
- Estudiante

2. ¿Trae usted almuerzo desde su casa o almuerzo en un restaurante cerca a la universidad? *

Marca solo un óvalo.

- Casa
- Restaurante

3. ¿Qué disposición final le da a los residuos orgánicos que quedan después del almuerzo? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Los Arroja a la basura
- Los guarda en el porta comida y los lleva a casa
- Se los da a un perro callejero
- No genero residuos

4. Si arroja estos residuos a la cesta de basura, ¿Los clasifica de forma adecuada? *

Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- No hay canecas para residuos organicos
- No se en que caneca se deben arrojar
- No conozco la disposición que se le da a estos residuos

5. ¿Conoce usted qué disposición final se puede dar a los residuos orgánicos o como se deben manejar estos residuos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

6. ¿Que disposición final conoce usted para este tipo de residuos?

7. ¿Ha escuchado acerca de la lombricultura? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

8. La lombricultura es un método ambientalmente sostenible, en el cual se utiliza la lombriz roja californiana para la transformación de los desechos orgánicos en abono natural llamado Humus. Si se implementara un cultivo de lombricultura en la Facultad, ¿estaría dispuesto a contribuir con este método para disminuir el impacto que generan estos residuos? *

Con la tecnología de
 Google Forms

PREGUNTAS

RESPUESTAS

58

58 respuestas



RESUMEN

INDIVIDUAL

Se aceptan respuestas

