

Cerrando ciclos de residuos del edificio ICTA-UAB mediante el compostaje y la tecnología

Ruben Ollantay Hualpa Lopez

Resum– En este trabajo de final de grado se ha querido desarrollar una posible propuesta para poder hacer el seguimiento de los residuos generados en el edificio de l'ICTA-UAB a través del compostaje. El compostaje es una solución eficaz para la gestión de residuos biodegradables y a su vez tiene un impacto positivo en la economía.

Al ser un campus universitario con muchos edificios, en un futuro se podría implementar en estos, claro está modificando algunos parámetros. De esta manera se evitaría desperdiciar residuos orgánicos que se podrían reutilizar para hacer compost, que a su vez se podría utilizar para el mantenimiento de los espacios verdes que se encuentran dentro del campus.

La campaña de concienciación que se haría podría influir directamente en los nuevos estudiantes, docentes o trabajadores que estarán en los próximos años, así como los que abandonarán las instalaciones. Esta propuesta puede sembrar una semilla en cada una de estas personas y animarlas a seguir con esta praxis en sus casas. De esta manera se pueden transmitir los conocimientos de cómo se puede contribuir positivamente al medioambiente y de las problemáticas que generan los bioresiduos, tanto a sus familiares como a sus amigos, para que de esta manera se vaya creando un mundo más amigable con el medioambiente.

Paraules clau– Compostaje, Contaminación, Reutilización de recursos, Bienestar, Concienciación, Compromiso Social, Residuos orgánicos, Economía circular, Sostenibilidad, Impacto ambiental, Espacios verdes, Bioresiduo.

Abstract– In this final degree project, a possible proposal has been developed to monitor the waste generated in the ICTA-UAB building through composting. Composting is an effective solution for managing biodegradable waste and also has a positive impact on the economy.

As it is a university campus with many buildings, in the future, it could be implemented in these, of course, modifying some parameters. In this way, organic waste that could be reused to make compost would be prevented from being wasted, which in turn could be used for the maintenance of green spaces within the campus. The awareness campaign that would be carried out could directly influence the new students, teachers or workers who will be there in the coming years, as well as those who will leave the facilities. This proposal can sow a seed in each of these people and encourage them to continue with this practice in their homes. In this way, you can transmit knowledge of how you can contribute positively to the environment and the problems generated by biowaste, both to your family and your friends, so that in this way a world that is kinder to the environment is created.

Keywords– Composting, Pollution, Resource reuse, Well-being, Awareness, Social commitment, Organic waste, Circular economy, Sustainability, Environmental impact, Green spaces, Biowaste.



-
- *E-mail de contacte:* rubenollantay21@hotmail.com
 - *Treball tutoritzat per:* Laura Talens y Raquel Barrena
 - *Curs* 2023/24

1 INTRODUCCIÓN

EN un mundo cada vez más consciente de la contaminación y el impacto ambiental, la reutilización de recursos y la adopción de prácticas sostenibles se han convertido en prioridades fundamentales para promover el bienestar de nuestro planeta. Uno de los aspectos clave de esta agenda es la gestión adecuada de los residuos, especialmente de los residuos orgánicos, que representan una parte significativa de nuestra basura diaria.

El compostaje [1] emerge como una solución innovadora y sostenible para abordar el problema de los residuos orgánicos. Este proceso natural está ganando popularidad en Europa, ya que cada vez los vertederos son más estrictos con la entrada de basura orgánica en ellos, mitigando así la contaminación y el impacto ambiental. Además este proceso permite la reutilización de recursos al convertir estos residuos en compost, una emmienda orgánica muy valiosa que puede utilizarse para nutrir el crecimiento de plantas y mejorar la calidad del suelo.

En este contexto, el desarrollo de una aplicación para el seguimiento del compostaje en cajas compostadoras destinadas a residuos orgánicos de edificios representa un compromiso social con la sostenibilidad y la economía circular. Esta aplicación tiene como objetivo fomentar la concienciación y el compromiso de los residentes con la gestión de residuos mediante la creación de una herramienta práctica y accesible que facilite la separación y el manejo adecuado de los residuos orgánicos.

“Since you get more joy out of giving joy to others, you should put a good deal of thought into the happiness that you are able to give.” Eleanor Roosevelt

“Our prime purpose in this life is to help others.” The Dalai Lama

Uno de los objetivos principales es lograr un alto compromiso social. Está comprobado que el hecho de hacer acciones a favor de la comunidad hace que nos sintamos mejor [2]. Por lo tanto con tan solo hacer una buena campaña publicitaria de este proyecto y lograr que la gente sea consciente del gran impacto que este puede llegar a tener lograría generar un bienestar general en todo el edificio de ICTA-UAB. Algunas de las cosas en las que podría influir serían:

- Mejora del estado de ánimo: Ayudar a otros y realizar buenas acciones libera endorfinas y oxitocina en el cerebro, neurotransmisores asociados a la felicidad, el bienestar y la reducción del estrés.
- Reducción del estrés y la ansiedad: Enfocarse en el bienestar de los demás y en acciones positivas puede ayudar a desviar la atención de las propias preocupaciones y disminuir los niveles de estrés y ansiedad.
- Aumento de la autoestima: Sentirse útil y contribuir a la comunidad puede fortalecer la autoestima y la autoimagen, generando una mayor satisfacción personal.
- Fortalecimiento de las relaciones sociales: Realizar buenas acciones y colaborar con otros fomenta la conexión social, el sentido de pertenencia y la construcción de relaciones más sólidas.

- Aumento de la longevidad: Un estudio publicado en la revista “PLOS Medicine”[3] encontró que las personas que tenían fuertes redes sociales y se involucraban en actividades comunitarias tenían un menor riesgo de mortalidad prematura.

Al proporcionar a los usuarios información detallada sobre cómo compostar de manera efectiva, así como consejos sobre la importancia del compostaje y su impacto en la reducción de la contaminación y la promoción de espacios verdes, el objetivo de este trabajo es crear una aplicación o herramienta digital que promueva un cambio de paradigma hacia un estilo de vida más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

La idea principal, es crear un sistema que ayude a hacer un seguimiento del compostaje para asegurarnos de que el proceso sea el correcto. Esta aplicación incluiría los pasos que se deben seguir para que cualquier persona pueda aportar su granito de arena a esta causa.

El desarrollo de esta aplicación no solo tiene el potencial de mejorar la calidad del medio ambiente y la salud de nuestro planeta, sino que también puede contribuir al bienestar y la calidad de vida de las comunidades al fomentar prácticas de gestión de residuos más conscientes y responsables.

2 EJEMPLOS RELEVANTES

Aquí hay algunos trabajos relevantes hechos por otras personas.

2.1 El Compostaje: Una Alternativa Sostenible para el Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en las Centrales de Abastecimiento

Un estudio realizado en 2019 [1] destaca el compostaje como una solución sostenible y eficaz para la gestión de los residuos orgánicos generados en los centros de suministro. Enfatiza los beneficios ambientales y económicos del compostaje, que incluyen:

- Reducción de residuos en vertederos: el compostaje desvía los residuos orgánicos de los vertederos, minimizando las emisiones de metano y los impactos ambientales asociados.
- Mejora de la calidad del suelo: el compost enriquece el suelo con nutrientes, mejorando su estructura, capacidad de retención de agua y actividad microbiana, lo que genera suelos más saludables y productivos.
- Reducción de la dependencia de fertilizantes químicos: el compost puede servir como una alternativa natural a los fertilizantes químicos, disminuyendo la contaminación del suelo y del agua asociada con su producción y uso.
- Beneficios económicos: El compostaje puede generar ahorros de costos para los centros de suministro al reducir los gastos de eliminación de desechos y potencialmente generar ingresos por las ventas de compost.

El estudio también explora el porque hay que elegir una ubicación apropiada con espacio, ventilación y accesibilidad adecuados para la recolección de residuos y el manejo del compost. Por otra parte también se propone el utilizar las técnicas de compostaje adecuadas, en función del volumen que se vaya a tratar, también dependiendo del tipo de residuos orgánicos generados.

2.2 Sistema de monitoreo electrónico para la identificación de las fases del compostaje de los residuos orgánicos en la Universidad El Bosque

En la Universidad El Bosque se realizó trabajo [4] algo parecido a lo que tenía en mente implementar para las máquinas compostadoras que se iban a utilizar para el edificio del ICTA-UAB. Se instalaron sensores de temperatura LM35 y amplificadores operacionales TL0741.

El proyecto acabo presentando un circuito eficiente y económico utilizando sensores LM35 y amplificadores TL0741 para detectar las diferentes fases del compostaje. Además se concluyo que estos sensores son de fácil acceso, ya que hay bastantes opciones en el mercado a un costo no muy elevado. Por lo que la utilización de estos sensores para hacer el seguimiento al compostaje es viable. Un sensor LM35 puede encontrarse a un precio de entre 1 euro y 10 euros. (He contactado con ellos, estoy a la espera)

2.3 Elaboración de compostaje con los residuos orgánicos del comedor para el huerto escolar ecológico.

En un colegio llamado CEIP RAMON Y CAJAL, ubicado en Murcia se llevo a cabo un proyecto llamado "Nuestro huerto escolar ecológico"[5]. En el que se implementó la práctica de compostaje con los residuos orgánicos del comedor escolar. Se utilizo una máquina compostadora hecha por AGROA. El material utilizado fue madera. Tenia un volumen aproximado de 1 metro cúbico. Está fue fabricada con listones de madera separados entre sí unos 4 cm, para favorecer la oxigenación. En la parte del suelo no hay nada, para así facilitar la entrada de los insectos, y en la de arriba una tapa de madera para evitar que caiga agua en caso de lluvia.

Como se puede observar en la figura 1, la caja compostadora tenía una pancarta en el que se indicaba que tipos de residuos eran compostables y cuáles no. Esta iniciativa involucró a toda la comunidad educativa, desde el personal del comedor escolar hasta los profesores y alumnos. Los residuos orgánicos se separaban en el comedor, se recogían diariamente y se utilizaban para elaborar compost, que luego se aplicaba como fertilizante en el huerto escolar. Esta práctica no solo contribuyó a la sostenibilidad ambiental, sino que también promovió la conciencia medioambiental, la adquisición de hábitos sostenibles y la sensibilización con el medio ambiente en la comunidad educativa.



Fig. 1: Fotografía de la Caja Compostadora[5]

2.4 Implantación del compostaje comunitario

La asociación Feartile Auro hizo un guía práctica [8] sobre como implantar el compostaje comunitario como una alternativa para la gestión de residuos generados.

Esta guía es extensa, y trata muchos puntos a tener en cuenta para llevar a cabo del compostaje de manera eficiente. Utilizaron una metodología en la que hacían un seguimiento del estado del compost semanalmente, a partir de la segunda semana. El seguimiento se hacía lunes, miércoles y viernes. Aconsejaban que este seguimiento debía ser el mismo en todas las áreas de compostaje bajo el mismo dominio, con la finalidad de centralizar toda la información en una plataforma accesible para todos los gestores, promotores o entidades de control relacionadas.

Algo interesante es que en la guía hay un apartado en el que se habla de Maestros/as Compostadores/as. En el que se habla de que Independientemente del método y la tecnología empleados para gestionar los residuos orgánicos a nivel comunitario, es esencial contar con la presencia regular de un profesional cualificado para dirigir el proceso de compostaje. Esta persona debe tener habilidades prácticas para evaluar el estado del compostaje, asegurar su eficacia y tomar medidas preventivas para evitar posibles problemas ambientales. A esta figura se le conoce comúnmente como maestro compostador, y su papel es fundamental para el éxito del proyecto.

La necesidad de este personal en la implementación del compostaje comunitario ofrece oportunidades de empleo local, especialmente en áreas rurales remotas. Esto no solo generaría nuevos trabajos, sino que también ayudaría a fortalecer los lazos de la comunidad al diversificar la economía rural, creando lo que se conoce como empleo sostenible. Este apartado mencionado en la guía, demuestra la necesidad de una persona que se encargue de ir tomando datos, o de una plataforma o herramienta digital que se encargue de recopilar estos datos para que de esta manera el compost sea de buena calidad.

Además, debido a la naturaleza de la actividad, estos empleos podrían enfocarse en empresas o programas que pro-

muevan la inclusión social de personas en situación de vulnerabilidad.

Esta combinación de empleo local e integración social fortalece aún más el modelo de compostaje comunitario, ganando así el apoyo y compromiso de la comunidad.

3 FASES DEL COMPOSTAJE

Para que se entienda mejor el objetivo principal del trabajo, es conveniente que explique como se obtiene el compost y las distintas fases que se han de dar para que este pueda ser utilizado tanto para el uso propio o comunitario

- **Fase mesófila**

El proceso de compostaje se inicia a temperatura ambiente y poco a poco, con el paso de entre unas pocas horas y días, la temperatura de la mezcla va aumentando debido a la actividad de los microorganismos. “Si los microorganismos no tienen oxígeno y humedad, dejan de actuar, la mezcla acaba enfriándose y el proceso de compostaje se frena”.

- **Fase termófila o de higienización**

Una vez superados los 45 grados, los organismos mesófilos, desaparecen y son reemplazados por microorganismos que soportan hasta temperaturas en el rango de 55-65°C, los termófilos. Esta temperatura se mantiene mientras continúa el proceso de descomposición de la materia orgánica. Las altas temperaturas contribuyen a la higienización de la mezcla, ya que destruyen cualquier tipo de contaminante biológico.

- **Fase mesófila o fase de enfriamiento**

En esta fase, más cercana a la temperatura ambiente, continúa la descomposición y los organismos mesófilos se reactivan.

- **Fase de maduración**

Tras un periodo de enfriamiento, una vez la producción del compost se ha completado, llega el momento de la maduración. Esta última fase del proceso se produce a temperatura ambiente y permite la consolidación de nuevas moléculas. Durante varios meses, el compost madura y suma nuevas poblaciones microbianas, así como nuevos grupos de organismos como anélidos, ácaros o insectos que completan la transformación.

4 CONTEXTUALIZACIÓN

El Edificio ICTA-UAB (Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals) se encuentra dentro del campus universitario de la Universidad Autònoma de Barcelona en Cerdanyola. El edificio cuenta con un comedor, un bar y áreas comunes que generan una cantidad significativa de residuos orgánicos.

4.1 Características del Edificio

El edificio tiene aproximadamente unos 9.400 metros cuadrados distribuidos en 6 plantas [7], cuatro de las

cuales son de despachos, laboratorios y espacios comunes, una corresponde a aparcamiento, una corresponde a almacenes, entre ellos un gran almacén de fósiles.



Fig. 2: Edificio ICTA

La nueva sede del ICTA y del ICP ha sido diseñada con los criterios de sostenibilidad más exigentes por dos equipos de arquitectos, dataAE y H Arquitectos, con una clara apuesta por la sostenibilidad, tanto en lo referente al consumo de energía y de agua en su funcionamiento como en los materiales empleados para su construcción. El edificio tiene otorgada la calificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) GOLD por el USBGC (US Green Building Council) con una puntuación de 73 puntos, una certificación de compromiso ambiental con estándares internacionales.

Número de personas: Aproximadamente 200-300 personas pasan por el edificio a diario, incluyendo personal, estudiantes y visitantes. Según la página web [6] El edificio de ICTA-UAB cuenta con unos 60 profesores e investigadores, unos 75 estudiantes de doctorado, aproximadamente 20 técnicos de soporte a la investigación y de laboratorio y un equipo de administración de 11 personas.

Instalaciones: Comedor, áreas comunes, espacios verdes.

4.2 Consideraciones para la Ubicación del Sistema de Compostaje

- **Distancia de áreas de preparación y consumo de alimentos:** El sistema de compostaje debe ubicarse a una distancia adecuada de las áreas donde se preparan o consumen alimentos para evitar la atracción de plagas o la transmisión de enfermedades.
- **Protección contra animales salvajes:** Dada la ubicación del edificio junto a un río, es necesario instalar vallas o cercas alrededor del área de compostaje para evitar que animales como jabalíes o roedores accedan a los residuos orgánicos.
- **Estética y armonía con el entorno:** El diseño y la ubicación del sistema de compostaje deben integrarse de manera estética y armoniosa con el entorno del edificio y sus áreas verdes. Posibles Ubicaciones:

- **Jardín o área verde contigua al edificio:** Esta ubicación permitiría aprovechar el compost producido para mejorar la calidad del suelo de las áreas verdes del edificio.

4.3 Más consideraciones a tener en cuenta

Existen diferentes tipos de compostadores disponibles, cada uno con sus ventajas y desventajas. Se evalúan las necesidades específicas del edificio y la cantidad de residuos orgánicos generados para elegir el tipo de compostador más adecuado.

Es fundamental proporcionar capacitación al personal y usuarios del edificio sobre el uso correcto del sistema de compostaje, incluyendo la separación de residuos, el manejo del compostador y los beneficios del compostaje. Se debe instalar señalización clara y visible que indique las instrucciones para el uso del sistema.

El sistema de compostaje debe ser monitoreado regularmente para garantizar su correcto funcionamiento y realizar el mantenimiento necesario. Esto incluye verificar la temperatura, la humedad y la aireación del compost, así como la presencia de plagas o problemas de funcionamiento.

5 MARCO NORMATIVO

Este trabajo también va de la mano con la nueva normativa aprobada en abril del 2020 por la Unión Europea.

El Plan de Acción sobre la Economía Circular[9] propone la urgente creación de distintos planes que sean sostenibles, en la que dice que la UE dará presupuesto y apoyo a nuevas ideas que las empresas tengan, tanto dentro como fuera del dominio de la Unión Europea.

El hecho es que todo alimento orgánico proviene de la tierra, y el compostaje utiliza los restos de estos alimentos para generar un material que es reutilizable. El compost se puede utilizar ya sea para el mantenimiento de espacios verdes, o de igual manera usarlos como abono para generar de nuevo alimentos aptos para el consumo humano, cerrando así el ciclo.

6 MI PROPUESTA

La presente propuesta tiene como objetivo desarrollar una herramienta digital innovadora para gestionar y optimizar el proceso de compostaje en el ICTA-UAB. Esta herramienta se podrá acceder mediante un código QR, que facilitará su uso y acceso desde dispositivos móviles y otros dispositivos con capacidad de escaneo. El código QR en cuestión es el siguiente:

Este QR nos llevará a una herramienta digital con dos partes distintas. Una de ellas estará dedicada para las personas comunes, que irán depositando sus residuos orgánicos en las cajas compostadoras. La otra parte será para un técnico, una persona a la que podemos



Fig. 3: Con este QR se accede a la herramienta digital

llamar Maestro Compostador, que tendrá acceso a otro apartado en el que se podrá ver la diferentes datos relevantes. Yo he decidido tener en cuenta la temperatura y la cantidad de KG recolectados. En el apartado 8 hablaré con más profundidad sobre la herramienta digital.

Uno de los otros objetivo principales es reciclar la fracción orgánica descentralizadamente y cerrar el ciclo del edificio ICTA-UAB, al mismo tiempo que fomentamos prácticas ambientalmente responsables y educamos a nuestra comunidad sobre la importancia del compostaje como una solución sostenible para la gestión de residuos.

Con la instalación de contenedores de compostaje en puntos estratégicos alrededor del edificio, la idea es crear una herramienta que podrá incluir apartados de sensibilización y capacitación para estudiantes, profesores y personal administrativo.

El Programa de Compostaje del ICTA-UAB no solo contribuirá a reducir nuestra huella de carbono y promover prácticas sostenibles, sino que también fortalecerá el sentido de comunidad y la conciencia ambiental en el campus. Este proyecto representa un paso importante hacia la construcción de un entorno universitario más ecológico y comprometido con la preservación del medio ambiente.

7 DESAROLLO DE LA HERRAMIENTA DIGITAL

El programa está escrito utilizando tecnologías web modernas como HTML, CSS y JavaScript para la interfaz de usuario, y Python para la gestión del backend y las funcionalidades avanzadas. Cada una de estas partes desempeña un papel crucial en la funcionalidad y el diseño de la página web que facilita la participación de los usuarios en el programa. Este enfoque asegura que la herramienta sea accesible, fácil de usar y capaz de manejar las necesidades específicas del proyecto de compostaje.

7.1 Funcionalidad y Tecnologia

Aunque se trata de una herramienta sencilla y fácil de usar, la propuesta incorpora tecnologías robustas para asegurar un funcionamiento eficiente y fiable. A continuación, se detallan los componentes tecnológicos y las funcionalidades clave de la herramienta:

– Base de Datos SQLite:

La herramienta utilizará SQLite, una base de datos relacional ligera, para almacenar toda la información relevante. SQLite es una opción ideal para este proyecto debido a su simplicidad, eficiencia y portabilidad. Los datos que se almacenarán incluyen:

Nombres de los participantes: Para llevar un registro de las personas que contribuyen al programa.

Kilogramos de residuos orgánicos depositados: Para monitorear y analizar la cantidad de compost recolectado.

Temperatura de las cajas de compostadores: Para asegurar que la evolución del compostaje es adecuada.

– Framework Flask:

El backend de la herramienta estará desarrollado utilizando Flask, un microframework de Python. Flask es conocido por su simplicidad y flexibilidad, lo que lo convierte en una excelente opción para crear aplicaciones web ligeras y eficientes. Las razones para elegir Flask incluyen:

Facilidad de uso: Flask permite un desarrollo rápido y sencillo, lo que es crucial para el proyecto.

Flexibilidad: Flask no impone una estructura rígida, permitiendo adaptar la aplicación a las necesidades específicas del programa de compostaje.

Extensibilidad: Flask puede integrarse fácilmente con otras tecnologías y bibliotecas de Python, ampliando sus capacidades según sea necesario.

– Interfaz de Usuario (UI):

La interfaz de usuario estará desarrollada con HTML, CSS y JavaScript, asegurando una experiencia de usuario intuitiva y atractiva. Las características clave de la UI incluyen:

Entrada de datos: Los usuarios podrán ingresar su nombre y la cantidad de residuos orgánicos depositados de manera sencilla.

Acceso mediante QR: Un código QR facilitará el acceso a la herramienta, permitiendo a los usuarios escanear y comenzar a usar la aplicación rápidamente.

Diseño responsivo: La interfaz se adaptará a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla, garantizando una experiencia coherente en teléfonos móviles, tabletas y computadoras.

7.2 Distribución de la Herramienta Digital

Se está evaluando la opción de alojar la aplicación en la nube, lo que facilitaría el acceso y la gestión de la misma desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Esto proporcionaría una mayor flexibilidad y escalabilidad, permitiendo futuras actualizaciones y mejoras de forma sencilla y eficiente.

Por el momento, para que el código QR funcione, es necesario tener el ordenador encendido, ya que actúa como servidor. Sin embargo, debido a la forma en que se ha desarrollado esta herramienta, es posible contratar un servidor y alojarla en la nube, de manera que las personas puedan acceder a ella en cualquier momento del día.

8 CONTENIDO DEL PROGRAMA

El programa contará con diversas funcionalidades y niveles de acceso para diferentes tipos de usuarios. El primer apartado será el de "Acceso Usuario" que tan solo poniendo nuestro nombre y apellidos nos llevará a otra interfaz en la que podremos introducir la cantidad de residuos que vamos a aportar a la caja compostadora.

La imagen muestra una interfaz de usuario con un fondo verde. Hay dos formularios superpuestos. El primero, 'Acceso Usuario', tiene un campo de texto 'Nombre' y un botón 'Enviar'. El segundo, 'Acceso Técnico', también tiene un campo 'Nombre', pero además un campo 'Contraseña' y un botón 'Enviar'.

Fig. 4: Página Principal

Hay un segundo apartado especial llamado "Acceso Técnico", al cual solo podrán acceder ciertos usuarios con permisos especiales. En este apartado, los técnicos podrán consultar datos críticos para el monitoreo y control del compostaje, como la temperatura de las cajas de compostadores y los kilogramos de compost recolectados. Esta segmentación de acceso garantizará que solo el personal autorizado pueda ver y manejar información sensible, mejorando así la seguridad y el control del proceso de compostaje. Estas son las funciones que de momento he pensado para los

técnicos, claro que se podrían añadir más si se necesita.

8.1 Acceso Usuario

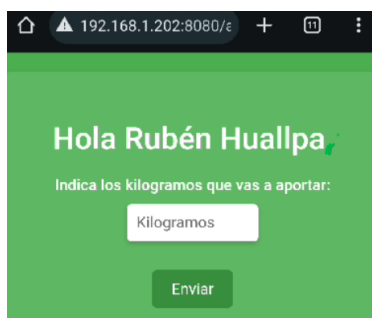


Fig. 5: Interfaz

Una vez introducido nuestro nombre, se nos abrirá otra página en la que tendremos que poner la cantidad de residuos que vamos a aportar a la mezcla.

Esta página también contiene mensajes en las que se le indica a la persona donde tiene que depositar sus residuos, y que ha de hacer una vez vertidos en la caja.

Una vez introducida la cantidad aportada, se cargará otra página en la que se nos mostrará la cantidad total de residuos que han sido aportados. Y a su vez se mostrarán mensajes aleatorios, que están dentro del programa, que podré ir añadiendo para que se mantengan actualizados y la gente pueda ver que en verdad hay alguien detrás de todo esto, y que el proyecto tiene un seguimiento.

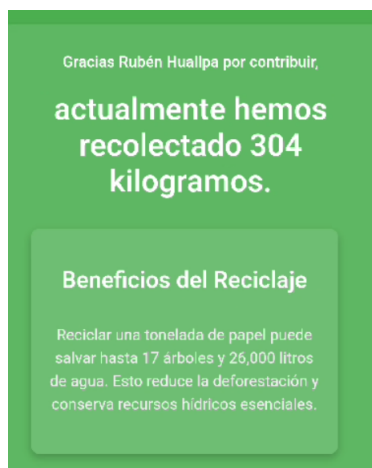


Fig. 6: Resumen

8.2 Acceso Técnico

Para los técnicos o maestros compostadores programe otro apartado dedicado a ellos, con información que puede llegar a ser relevante para ellos. Para que sea una herramienta sencilla, en esta primera prueba decidí solo que se mostrarían dos datos, la temperatura y la cantidad de residuos.

- **Monitoreo de Temperatura:** Los técnicos podrán ver en tiempo real la temperatura de las cajas de compostadores. Mantener la temperatura adecuada es crucial para el proceso de compostaje, ya que asegura que los microorganismos estén activos y el compost se descomponga de manera eficiente.

Todas las temperaturas registradas se guardan en una base de datos, los técnicos podrán acceder a esta cuando deseen, pero en la herramienta digital solo mostrara un gráfico mostrado de los últimos 25 registros.

He de aclarar, que los datos que voy a mostrar en la siguiente imagen no son reales. Cree un algoritmo que imitaba a un sensor real y lo conecte la base de datos, para de esta manera tener una entrada de datos y poder mostrar una gráfica.

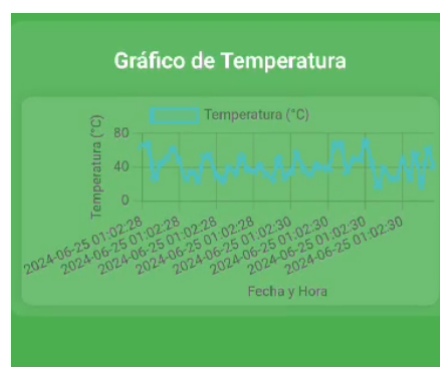


Fig. 7: Temperaturas Registrada

En la imagen se puede apreciar la el día y la hora exacta en la que registra la temperatura. Para el gráfico hice que el algoritmo enviara datos aleatorios entre 0°C y 100°C, por eso se la gráfica tiene esta forma. La idea es que el técnico pueda ver que la temperatura se mantiene estable, y que en caso de haber un pico de temperatura, o que por lo contrario esta sea muy baja se acerque a la caja compostadora a ver que esta pasando.

- **Registro de Kilogramos Recolectados:**

Los técnicos tendrán acceso a un historial detallado de los kilogramos de compost recolectado. Esta información es vital para ajustar y mejorar las prácticas de compostaje.

9 DISCUSIÓN

El desarrollo de la herramienta digital para el programa de compostaje en el ICTA-UAB representa un paso significativo hacia la gestión sostenible de los residuos orgánicos en el campus. No obstante, hay varias áreas en las que se podrían introducir mejoras y consideraciones adicionales para optimizar aún más el sistema y su impacto. A continuación, se discuten algunas de estas posibles mejoras y desafíos.

Nombre de Usuario	Kilogramos Añadidos
Ruben	12
Álvaro	2
Roque	5
Lucía	12
Valeria	22
Pedro	5
Jorge	1
Rafael	22
Yussef	55
Ismael	1

Fig. 8: Cantidad Recolectada

9.1 Posibles mejoras y/o desafíos

- * **Incorporación de la Humedad en el Monitoreo:** Actualmente, la herramienta se centra en monitorear la temperatura y la cantidad de compost recolectado. Sin embargo, para un compostaje efectivo, la humedad también es un factor crítico. Se podría mejorar el sistema integrando sensores de humedad que permitan a los técnicos monitorear y ajustar la humedad del compost en tiempo real. Esto garantizaría condiciones óptimas para la descomposición de los residuos orgánicos, mejorando la calidad del compost generado.
- * **Registro y Seguimiento de Usuarios:** Implementar un sistema de registro de usuarios permitiría llevar un seguimiento detallado de las contribuciones individuales al programa de compostaje. Cada usuario podría tener una cuenta personal donde se registre la cantidad de compost que aporta. Esta información no solo facilitaría la gestión y el análisis de datos, sino que también podría ser utilizada para incentivar la participación.
- * **Retribución a los Participantes:** Para motivar la participación en el programa, se podría considerar la opción de ofrecer retribuciones a los usuarios. Por ejemplo, aquellos que contribuyan una cantidad significativa de residuos orgánicos podrían recibir una parte del compost generado. Este tipo de incentivos podría aumentar la participación y fomentar un sentido de comunidad y colaboración en torno al compostaje.
- * **Instalación de una Báscula para Medir Aportaciones:** Para asegurar la precisión en la medición de los kilogramos de residuos depositados, se podría instalar una báscula en el punto de recogida. Esto permitiría a los usuarios pesar sus residuos antes de depositarlos, garantizando datos precisos y fiables. Sin embargo, la instalación de una báscula también plantea desafíos en términos de seguridad.
- * **Seguridad de los Equipos de Medición:**

La posibilidad de que personas ajenas al proyecto intenten robar la báscula u otros equipos es una preocupación legítima. Para mitigar este riesgo, se podrían tomar varias medidas de seguridad:

Ubicación Segura: Instalar la báscula en un lugar visible y concurrido del campus, donde haya vigilancia constante.

Cámaras de Seguridad: Implementar cámaras de seguridad en el área para disuadir intentos de robo y facilitar la identificación de posibles infractores.

Equipos Fijos: Utilizar básculas y otros equipos que estén fijados de manera segura al suelo o a estructuras, dificultando la posibilidad de que alguien quiera robarla.

10 CONCLUSIONES

El desarrollo de una herramienta digital para el programa de compostaje del ICTA-UAB supone un importante paso adelante en la gestión sostenible de los residuos orgánicos. Durante este trabajo, desarrollamos una plataforma disponible a través de códigos QR utilizando tecnologías modernas como HTML, CSS, JavaScript y Python con el framework Flask y la base de datos SQLite. Este enfoque no sólo facilita la participación de los usuarios sino que también garantiza una gestión de datos eficiente y segura.

La función de esta herramienta para monitorear la temperatura y la cantidad de compost recolectada proporciona una base sólida para el éxito del programa. Sin embargo, siempre hay margen de mejora. La integración de sensores de humedad y sistemas de registro de usuarios puede proporcionar un seguimiento más detallado y mejorar las condiciones de compostaje. Además, la capacidad de otorgar recompensas a los participantes fomentará un mayor compromiso y participación en el programa.

Consideraciones adicionales, como la instalación de básculas para medir los parámetros de entrada y las precauciones necesarias para proteger el equipo, son importantes para garantizar la precisión e integridad del sistema. Estas mejoras no sólo simplifican el proceso sino que también fortalecen la confianza y la cohesión entre la comunidad universitaria.

Cabe destacar que la herramienta digital desarrollada tiene un gran potencial de adaptación y desarrollo. A medida que se identifican nuevas necesidades o surge nueva tecnología, el sistema se puede modificar y mejorar continuamente. Esto garantizará que el compostaje siga siendo relevante, eficaz y beneficioso a lo largo del tiempo. Por lo tanto, este trabajo enfatiza la importancia de la innovación y la mejora continua en la práctica del compostaje. Desde las tecnologías utilizadas hasta los métodos de compostaje y la gestión interactiva, siempre hay margen de avance.

y optimización. La herramienta digital desarrollada no sólo es un recurso valioso hoy sino que también está lista para su adaptación y mejora en el futuro, contribuyendo así a construir un mundo más sostenible, responsable y respetuoso con el medio ambiente.

11 AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Laura Talens Peiró y Raquel Barrena Gómez por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este proyecto. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de esta propuesta. Gracias por su dedicación y compromiso, y por inspirarme a seguir adelante en este camino hacia la sostenibilidad y la innovación.

REFERÈNCIES

- [1] Vargas-Pineda, Oscar I, Trujillo-González, Juan M, Torres-Mora, Marco A.(2019) *El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento*. ORINOQUIA, 23(2), 123-129. <https://doi.org/10.22579/20112629.575>
- [2] Rhoads, S. A. and Marsh, A. A. (2023) *Doing Good and Feeling Good: Relationships Between Altruism and Well-being for Altruists, Beneficiaries, and Observers*. In World Happiness Report 2023 (11th ed., Chapter 4). Sustainable Development Solutions Network.
- [3] Holt-Lunstad J, Smith TB, Layton JB (2010) *Social Relationships and Mortality Risk: A Meta-analytic Review*. PLOS Medicine 7(7): e1000316. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000316>
- [4] Sánchez Gómez, J. S., Romero Arias, A. M., Padilla Cocheró, J. L., and Díaz López, N. (2023) *Sistema de monitoreo electrónico para la identificación de las fases del compostaje de los residuos orgánicos en la Universidad El Bosque*. (pp. 1–11). Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI. <https://doi.org/10.26507/paper.3145>
- [5] Ornela María Muñoz Millet y Antonio Yepes Jiménez (2020) *Nuestro huerto escolar ecológico*. Institución: CEIP Ramón y Cajal. Revista: Revista de Educación, Innovación y Formación (REIF) Volumen: 2 Páginas: 123-136 ISSN: 2659-8345
- [6] Investigadores, personal, estudiantes del edificio ICTA-UAB. <https://www.uab.cat/web/recerca/investigadors-recerca-icta-uab-1345803298897.html>
- [7] Superficie ICTA-UAB <https://www.uab.cat/web/el-centre-icta-uab/edifici-del-icta-1345803664603.html>
- [8] GUÍA DE COMPOSTAJE COMUNITARIO <https://sites.google.com/view/fearesiduos/gu>
- [9] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:230:FIN>