

BIOCOM, diseño de una solución eco amigable e inteligente para el manejo de residuos orgánicos en el hogar

BIOCOM, design of an ecofriendly and intelligent solution for the management of organic waste at home.

Elia Estrada-Ortiz¹, Tiffany Gamboa-Salas², Denise Szternberg³, Antonia Warrin-Brown⁴

Fecha de recepción: 10/06/2019

Fecha de aprobación: 19/09/2019

Elia Estrada-Ortiz, Tiffany Gamboa-Salas, Denise Szternberg, Antonia Warrin-Brown
BIOCOM, diseño de una solución eco amigable e inteligente para el manejo de residuos orgánicos en el hogar.
Revista IDI+ Volumen 2 N°2. Enero - Junio 2020
Pág 22-31

1. Elia Estrada-Ortiz
Correo electrónico: elestrada@tec.ac.cr
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

2. Tiffany Gamboa-Salas
Correo electrónico: tiffanyG@tec.ac.cr
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

3. Denise Szternberg
Correo electrónico: dszternberg@tec.ac.cr
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Cartago, Costa Rica

4. Antonia Warrin-Brown
Correo electrónico: AntoniaWB@tec.ac.cr
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

Resumen

BIOCOM es un proyecto que consiste en la creación de un sistema de productos ecoamigables, asistido por la tecnología, que acompañan a los usuarios en la realización de actividades de compostaje y microplantaciones en el interior de sus hogares.

Para ambos sistemas inteligentes se construyó un prototipo; cada uno cuenta con recursos tecnológicos, como sensores de temperatura y humedad, alertas, iluminación guiada por el fotoperiodo y mecanismos automatizados para la realización de la composta.

BIOCOM utiliza el método de compostaje *Takakura*, el cual se basa en la descomposición de residuos orgánicos por medio de microorganismos; dichos residuos se pueden destinar a la agricultura para enriquecer el suelo. A través de los prototipos se buscó brindar una solución práctica a la actual problemática del posuso de los residuos orgánicos que afectan de manera negativa al medio ambiente.

Palabras clave

Diseño ecoamigable; compostera automatizada; minihuerto; objeto inteligente; método *Takakura*.

Abstract

BIOCOM is a project that consists in the creation of a system of eco-friendly products, assisted by technology that accompanies users in the realization of composting and micro plantation activities inside their homes.

For both intelligent systems a prototype was built, each one assembled with technological components such as temperature and humidity sensors, alerts, photoperiod guided lighting and automated mechanisms for composting.

BIOCOM uses the *Takakura* composting method, based on the breakdown of organic waste through microorganisms that can be used for agriculture in order to enrich the soil. The prototypes sought to provide a practical solution to the existing problematic of post-use of organic waste that affect negatively the environment.

Key Words

Eco-friendly design; automated composter; mini garden; intelligent object; *Takakura* method.

Introducción

Fundamentalmente, el proyecto se plantea con el objetivo de facilitar la generación de un ciclo ecosustentable en el interior de los hogares; estamos hablando de minihuertos y compostaje en casa para personas con conciencia ambiental que no poseen ni el tiempo para mantener activo un compostador o un huerto, ni el conocimiento para desarrollar un método de compostaje desde cero.

Dentro de la retroalimentación recibida por parte de muestras poblacionales de interés, se refuerza la necesidad de darle solución al manejo de residuos orgánicos en casa; la tarea fundamental es la de compostar con residuos orgánicos para así disminuir el impacto que puedan producir en caso de ser mal dispuestos. El sistema de productos que resulta emplea la tecnología para automatizar acciones relativas al compostaje y los huertos en interiores; se emplea el método de compostaje *Takakura* y sistemas de plantaciones orgánicas con iluminación artificial.

Se desarrollaron varias entrevistas para determinar características del usuario meta, el nivel de aceptación que pudiera tener el producto, la viabilidad en el segmento planteado y el comportamiento del usuario en torno a la generación de residuos. Por otro lado, se participó en una capacitación dada por la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica, a cargo de los profesores Laura Brenes y Roel Campos, quienes generaron conocimiento básico del compostaje e instrucciones para ejecutar el método *Takakura* que fue el que se incorporó en este proyecto.

Los análisis de los datos que arrojaron las entrevistas nos llevaron a determinar que el usuario requiere herramientas que apoyen la labor de compostaje, como brindar información de las mediciones de humedad y temperatura que se toman con los sensores, para que de cierta forma el usuario vaya adquiriendo familiaridad con los rangos adecuados; generar alertas para que se pueda identificar cuando algo no anda bien y que el producto realice, con algún grado de autonomía, parte de las tareas relacionadas con el compostaje, esto para lo que sería la compostera. En cuanto al minihuerto, se requiere que despliegue información de humedad del sustrato y que controle la iluminación según el entorno; además, que posea un espacio relativamente amplio para plantar suficientes especias o plantas ornamentales.

El concepto definido para este sistema de productos es “sinergia orgánica”, un ciclo virtuoso que relaciona el método *Takakura* de compostaje y las plantaciones orgánicas, para mejorar el tratamiento de los residuos orgánicos en el hogar.

El problema cobró importancia al analizar datos del Ministerio de Salud de Costa Rica (2016, p. 11), en el que se concluyó que tradicionalmente en los hogares las personas no se encuentran tan familiarizadas con la separación de residuos ni con la plantación de su propio alimento. La familia moderna está más relacionada con la generación de residuos que con el tratamiento posuso de ellos. En este caso, nos hemos enfocado en los residuos orgánicos que, tratados de la forma incorrecta, llegan a contaminar la atmósfera por la liberación de gases como el dióxido de carbono y el metano, los cuales producen el efecto invernadero. Así mismo, de no tratarse de la forma correcta, estos residuos pueden contaminar fuentes de agua, pues los fluidos producidos por residuos en descomposición se mezclan con el agua de lluvia y demás otras sustancias, produciendo aguas que lixiviación, que se pueden filtrar en el suelo y de esta manera contaminar aguas subterráneas y mantos acuíferos.

Por otro lado, las plantaciones en interiores sugieren una alternativa ecoamigable y la posible solución a padecimientos gástricos, pues consumir productos orgánicos aminora las posibilidades de contaminarse por los efectos

de agroquímicos, pesticidas y demás sustancias nocivas que amenazan la inocuidad de los alimentos que se nos venden.

Actualmente, existen diversas soluciones de productos que intentan aplacar el problema de los residuos orgánicos; la mayoría son procesadores de residuos o contenedores para compost que requieren de una capacitación previa y de un constante cuidado para garantizar el éxito del tratamiento.

Con los huertos, el problema es similar; el sector poblacional al que va dirigido este producto son familias promedio de cuatro personas que viven en zonas urbanas y quienes pasan muy poco tiempo en casa, por lo que generalmente no disponen de mucho tiempo para otras actividades como dedicarse a la jardinería o siembra de plantas.

La tecnología aplicada en este sistema de productos brinda al usuario meta la posibilidad de prescindir de conocimiento técnico en el área y le brinda información sobre el estado de sus módulos; se busca así generar mayor conciencia y un aprendizaje mayoritariamente didáctico de lo que viene a ser la generación de composta y los huertos. Así entonces, el usuario puede tener acompañamiento en torno a las actividades que se realizan con los productos, además de empatía, pues le muestra qué acciones se pueden tomar para corregir estados del contenido.

Método

De manera general, las etapas de desarrollo del diseño para este proyecto fueron: conceptualización del diseño, análisis del usuario y contexto, análisis de necesidades y requerimientos, análisis de referenciales, selección de las propuestas y prototipado.

En la conceptualización, se exploró a través de bocetos, análisis de antecedentes, lluvia de ideas, *Design thinking*, entre otras herramientas en las que se determinaron tanto el problema a trabajar como las posibles soluciones. Se realizaron los diversos análisis para implementar en la solución.

Una vez definida la idea de los productos, se determinó que el método de compostaje a utilizar en el proyecto sería el método *Takakura*, un proceso aeróbico de descomposición de residuos por microorganismos, que puede ser destinado a la agricultura orgánica, ya que es alto en nitrógeno y potasio por lo que enriquece el suelo.

Para el diseño del proceso de funcionamiento de los productos se determinó que era necesario un sistema con un flujo vertical, en el que se aprovechara la fuerza de gravedad para el traslado de la materia prima y que los materiales a implementar fueran principalmente madera y acrílico. Una vez determinado el boceto final, se procedió a una etapa de modelado en 3D, con ayuda del *software* de CAD, SolidWorks, y se generaron los planos constructivos.

Por otro lado, se diseñaron los esquemáticos para el circuito a implementar. En esta etapa, se hizo la compra y obtención de materia prima, desde componentes electrónicos, madera, pegamento y otros insumos requeridos.

Posterior a la generación de planos, se realizaron las piezas de madera para los productos; fue necesario el uso de las herramientas de taller y máquinas

como la sierra cinta, sierra circular, taladro de mesa, lijadora, entre otros. En un inicio, con las piezas listas y dimensionadas, se les dio una primera etapa de acabado con la lijadora y sellador; se generaron uniones con pines de madera en las partes curvas y algunos bordes y se fijaron con cola de madera y posteriormente con tornillos para reforzar.

Paralelo a esto, se cortaron en láser los contenedores de acrílico para el agua con las perforaciones necesarias para mangueras, entradas y salidas de cables. En el proceso fue necesaria una etapa de correcciones para desperfectos.

Se desarrolló la soldadura de los componentes en la placa de baquelita y la implementación de código en el *software* Arduino IDE para comunicarse con los componentes.

Una vez ensamblado todo, se iniciaron pruebas de funcionamiento y correcciones para calibrar el sistema de productos. El acabado se dio con sellador, masilla, lija y pintura en aerosol blanco brillante. El render de la compostera y el minihuerto se pueden apreciar en las figuras 1 y 2, respectivamente.



Figura 1. Render de la compostera, en madera y acrílico
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Render del huerto, en madera y acrílico
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resultados

Como resultado, obtuvimos dos prototipos de productos con un ciclo ecoamigable capaz de permanecer con éxito en interiores y de demandar mucho menos tiempo que la forma tradicional, además de ser muy fáciles de usar.

El primer producto, un compostador automatizado, procesa y mezcla regularmente los residuos para que sean descompuestos por los microorganismos presentes en el compost semilla, el que además posee un aposento para almacenar por un período de tiempo el material obtenido; también, informa continuamente el estado de compost en sus dos contenedores.

El segundo, un minihuerto, se alimenta del compostador, se encarga de brindar luz a las plantas, además de suministrar agua si es necesario; este también despliega continuamente información relacionada con el estado interno del producto.

Para ponerlo en marcha fue necesario determinar materiales resistentes, perdurables y que funcionaran para el prototipado en esta primera etapa. Se determinó que el mayor porcentaje de material sería en madera; se apoyaría de acrílico para el contenedor de agua y tapas; plástico, para los contenedores; y acero inoxidable, para el piso removible y los componentes electrónicos, entre los que utilizamos sensores de humedad, temperatura, proximidad, interruptores de contacto para asegurar la puerta de la trituradora, interruptor para el inicio de la compostera, *relays* para el paso de corriente, lámparas para el crecimiento de plantas, arduino Uno y arduino Mega, sensor de vibración, una trituradora de papel, un motor de taladro para la mezcladora de compost, una espiga para mezclar, entre otros componentes.

Con todos estos elementos dimos inicio al proceso de prototipado; cortes, maquinados, taladrados, ensamblado, sellado, pintura y pulido fueron parte de esta etapa.

En la parte funcional, la automatización se hace por producto. La compostera consta de tres módulos (dos internos y uno externo); el primero es el de procesamiento, en el que se desarrollan actividades como triturar, mezclar y medir la temperatura de la mezcla; el segundo es el de almacenamiento del compost y monitoreo de temperatura-humedad de la mezcla; el tercero y último es el de información, el cual despliega datos obtenidos de las mediciones de humedad y temperatura en el interior de los contenedores, así como alertas luminosas que indican que la mezcla sufrió alguna alteración y requiere acciones.

En la compostera debe ingresar el compost base previamente; luego, es necesario colocar residuos y darle iniciar. La duración del proceso será de acuerdo con la cantidad ingresada. Acto seguido, el mezclador incorporará los residuos entrantes con el compost base para que así los microorganismos tengan acceso al material nuevo; el mezclador se encargará de mezclar el compost diariamente en al menos una ocasión, ya que esto es requisito indispensable para que el compost se ventile. Una vez que el depósito uno se encuentre lleno, un sensor dará alerta para que se tomen acciones; en este

caso, se deberá remover el piso intermedio para que por efecto de la gravedad el compost caiga al depósito dos y así comience la etapa de maduración. De acuerdo con el método *Takakura*, en este punto el compost semilla elevará su temperatura hasta unos 70 °C en su punto más alto, lo que exterminará cualquier agente patógeno que haya querido incursionar en la mezcla, y volverá a caer en la temperatura ambiente. Una vez transcurridas dos semanas, el compost semilla se encontrará listo para enriquecer el suelo; en el caso en el que se desee utilizar para plantaciones, debe hacerse en una proporción 25% compost y 75% sustrato, ya que esta receta es rica en potasio y nitrógeno, por lo que podría saturar el terreno de plantación al punto de quemar las plantas y cultivos.

En el huerto, una vez ingresado el sustrato junto con los almácigos o semillas, el producto se encarga automatizadamente de monitorear las condiciones del suelo y la iluminación. En este caso, posee dos módulos: uno es el de monitoreo de humedad del terreno y bomba de agua, el cual se acciona cuando el suelo se encuentra fuera del rango de humedad; el segundo módulo es el de luz, que tiene la posibilidad de encenderse durante un fotoperiodo de 12 horas, como la luz natural proveniente del sol en esta zona geográfica de Centroamérica. En este módulo se utilizan luces artificiales para el crecimiento de plantas y una fotocelda que capta la luz del entorno para determinar si es necesario iluminar artificialmente las plantaciones y en qué proporción.

El usuario debe mezclar sustrato con compost y ponerle ya sea semillas o almácigos; luego, solo debe monitorear el *display* para conocer lecturas de humedad o luminosidad de entorno y cuando el contenedor de agua se encuentra vacío y requiere un rellenado.

La practicidad en cuanto a las actividades que realiza el usuario en torno al producto son parte del elemento diferenciador del que goza este sistema de productos inteligentes y ecoamigables. BIOCUM sugiere un estilo de vida consciente, en el que los residuos generados en los huertos puedan ser procesados también en la compostera. Así pues, se respetaría ese ciclo virtuoso que sugiere el concepto definido: la sinergia orgánica.

En cuanto a la usabilidad del producto, el usuario en ambos casos debe iniciar las acciones en los productos, como se muestra en las figuras 3 y 4.

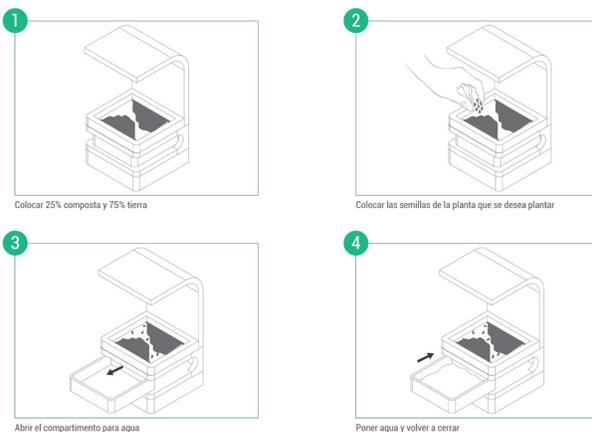


Figura 3. Usabilidad del huerto para interiores, Tareas del usuario
Fuente: Elaboración propia.

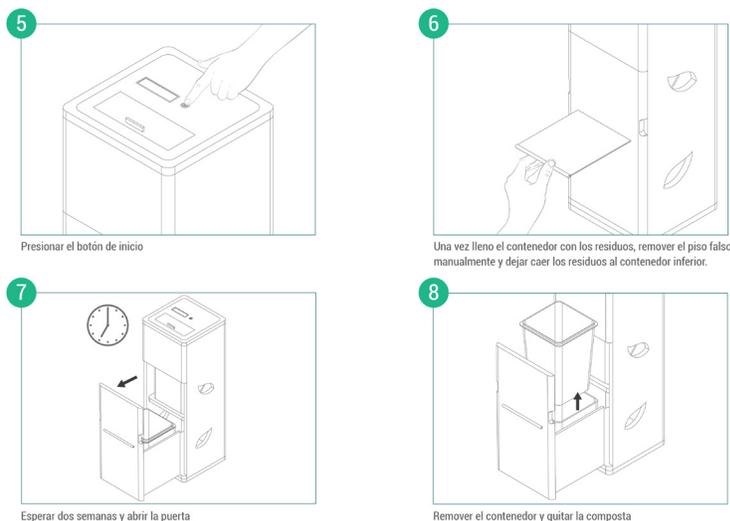


Figura 4. Usabilidad de la compostera, Tareas del usuario
Fuente: Elaboración propia.

A la hora de validar resultados con usuarios reales, encontramos que les complace la idea de desentenderse de tareas como el riego de las plantas o el control de la humedad. Cabe resaltar que el control tanto de temperatura como de humedad en la compostera es un punto clave para confirmar que el proceso se está dando tal cual debe, y que por encontrarse bajo los rangos adecuados no debe emanar olores desagradables. Estas fueron muchas de las preocupaciones de las personas, pues tradicionalmente se maneja la idea de que toda compostera genera mal olor, cuando en este método el olor es un indicativo de que las cosas no van bien con la humedad o la temperatura del compost. Al controlar estas variables, el usuario tiene la capacidad de actuar para corregir errores en el camino.

Como el entorno es en interiores, se busca que el diseño sea tanto minimalista como modular para el aprovechamiento del espacio, pues estamos hablando de que, en zonas urbanas, el segmento de mercado de este sistema de productos no necesariamente dispone de mucha o alguna zona verde en sus hogares. Esta característica resultó coherente con las expectativas del proyecto, pues al encontrarse frente al producto en la etapa de validación del prototipo, la mayoría de las personas determinaron que, por su estética, lo ubicaría en la cocina o incluso en la sala (en el caso del huerto); su cromática los hace relacionar el producto con muebles o electrodomésticos. Les pareció además muy moderno y minimalista.

Se trabajan acabados en madera pulida con pintura blanca y al natural, así como el metalizado del piso; el acrílico de la tapa superior le da al producto ese aspecto elegante y limpio. Las terminaciones y algunos detalles se trabajan en curvas para reforzar el término orgánico, así también la cromática sencilla.

Las dimensiones responden principalmente a la capacidad, pues se procura que tenga contenedores con capacidad de 18 litros cada uno, lo que excede moderadamente a la producción de una familia de cuatro miembros en dos semanas, y con la posibilidad de que en cuanto se llene se pueda trasladar y continuar rellenando otros 18 litros.

El huerto posee una apertura que permite el crecimiento de plantas de hasta 35 cm de altura, un valor bastante alto al considerar que se trata de plantas con crecimiento controlado con luz artificial.

Al 83.3% de las personas encuestadas le pareció una solución efectiva al problema descrito, por lo que nuevamente se reafirman las expectativas. Muchas personas se sintieron satisfechas con las tareas que realizan los productos y afirmaron que les gustaría adquirirlo, les resulta útil.

Conclusiones

Luego de una extensa investigación y el desarrollo de dos prototipos, se logró concluir que la producción de una compostera amigable con el medio ambiente genera conciencia, de forma indirecta, en cuanto a los métodos de compostaje y plantación. Además, brinda una solución al problema del manejo de residuos orgánicos en hogares, lo que significa un aporte al medio ambiental.

A través de este proyecto, se pretende familiarizar al usuario con métodos eficientes y accesibles para el manejo de residuos orgánicos en el hogar. Esto se logra por medio de un sistema automatizado que notifica al consumidor sobre algún riesgo o problema existente durante el proceso y, al mismo tiempo, se reduce la carga de trabajo que puede tener el usuario.

Por más que el diseño presentado cumpla con las expectativas planteadas, siempre hay lugar para mejoras, como lo sería un sistema electrónico mucho más compacto, el manejo de una pantalla mucho más amigable con información de otros factores, como ph del suelo, o el uso de materiales reciclables para su elaboración.

Finalmente, con los resultados en las validaciones, se hizo evidente que este proyecto podría escalar con ciertas mejoras y considerarse un sistema viable para comercialización.

Referencias

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2016). *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021*. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>

Bibliografía

360 Soluciones Verdes. (2013). *¿Qué es el Compost?* Recuperado de <http://www.360solucionesverdes.com/abono-organico/que-es-el-compost+>

Chinchilla, D. (29 de junio de 2014). La otra vida de la basura de la cocina. *La Nación*. Recuperado de <https://www.nacion.com/revista-dominical/la-otra-vida-de-la-basura-de-la-cocina/PDBKRD5GIVESZGRSIVGMYQA34M/story/>

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA. (29 de junio de 2014). *Investigadora del ITCR comprueba eficiencia del compostaje Takakura*. Recuperado de https://www.jica.go.jp/costarica/espanol/office/topics/c8h0vm000028ca97-att/noticias_72.pdf
- Hernández, R., Torres, R. y Ramírez, Y. (2015). Implementación del método de compostaje Takakura para el reciclaje de desechos en la ciudad de Loja, Ecuador. *Centro de Biotecnología*, 4(1), 36-41. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/c89d/99c5020be65cd5d26c65d7b157b181bbcc25.pdf?_ga=2.105228611.1966606880.1572542192-497312155.1572542192
- Honobe, Y. (2013). *El Método Takakura, herramienta de responsabilidad ambiental*. Recuperado de https://issuu.com/fonag/docs/m_todo_takakura_1
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Yañez, P., Levy, A. y Azero, M. (2007). Evaluación del compostaje de residuos de dos agroindustrias palmiteras del Trópico de Cochabamba en silos hiperventilados. *Acta Nova*, 3(4), 720-735. Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v3n4/v3n4a06.pdf>