



Informe de Investigación



Entidad Organizadora: Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Proyecto: BIOCOMPÁS

Responsable del Informe: Dr. Inazio Irigoien Iriarte

Pamplona Iruñea, Diciembre 2025

AYUDAS PROYECTOS PILOTOS EN COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA DEL PLAN ESTRATEGICO DE LA PAC 2023-2027



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.....	4
4. PRINCIPALES RESULTADOS.....	6
5. CONCLUSIONES.....	15
6. ANEJO	16



1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta las actuaciones de investigación realizadas dentro del Proyecto “BOCOMPAS” financiado por el Gobierno de Navarra por la convocatoria de ayudas a proyectos piloto en cooperación para la innovación agraria dentro del Plan Estratégico de la PAC en Navarra 2023-2027. La investigación se ha desarrollado durante dos años y se ha centrado tanto en el proceso e instalaciones de vermicompostaje como en el estudio de los productos sólidos y líquidos resultantes.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Optimizar el proceso de vermicompostaje para tratar los residuos generados en la actividad de Josenea y en Gure Sustraiak así como evaluar el efecto de los vermicompost y abonos líquidos resultantes en distintos cultivos hortícolas y medicinales.

Para ello se realizan diferentes objetivos previos:

- Objetivo 1: Caracterizar los materiales orgánicos disponibles en Josenea y en Gure Sustraiak.
- Objetivos 2: Evaluar en reactores la vermicompostabilidad de compost de 3 y 6 meses de maduración, con y sin pretratamiento físico previo.
- Objetivo 3: Caracterizar y evaluar químicamente los compost resultantes.
- Objetivo 4: Estudio y optimización del piloto de vermicompostaje.
- Objetivo 5: Evaluar agrónomicamente los fertilizantes resultantes

3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

La investigación se ha realizado en dos **fases** diferenciadas.

En una **primera fase** durante 2024 se estudiaron las actividades de ambas entidades con el fin de conocer sus residuos y determinar posibles mejoras para prevenir cuantitativa y cualitativamente su generación. A continuación fueron muestreados y caracterizados (Figura 1).



Figura 1. Muestreo y caracterización de materiales orgánicos.

A continuación, se realizaron pruebas de vermicompostaje en reactores de 15 litros en laboratorio. Los materiales a vermicompostar fueron sometidos a distintos pretratamientos (Compostaje, cribado) y el proceso se realizó a distintas temperaturas (Figura 2).



Figura 2. Caracterización de materiales orgánicos en laboratorio y pruebas de vermicompostaje.



Los abonos resultantes fueron ensayados en las instalaciones de la UPNA, así como en sendos ensayos colaborativos realizados en las propias instalaciones de cada una de las entidades participantes (Figura 3).



Figura 3. Ensayos de evaluación de compost en invernadero y en las instalaciones de Josenea.

En una **segunda fase** en 2025 tras la puesta en marcha de la instalación piloto diseñada para Josenea se plantearon mejoras y se caracterizaron y evaluaron agrónomicamente los abonos resultantes en ensayos tanto en maceta como en suelo (Figura 4).

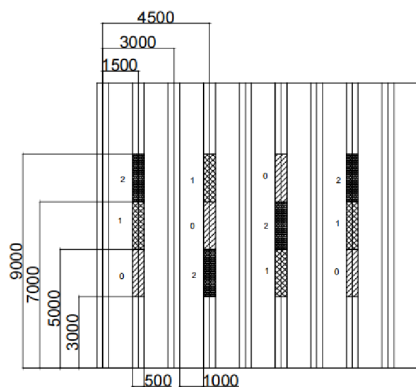


Figura 4. Diseño y visión general de ensayo de mentas en el que se evaluaron distintas dosis de lixiviados de vermicompost.



4. PRINCIPALES RESULTADOS

Primera fase (2024)

Caracterizaciones de los residuos.

En Gure Sustratiak los materiales orgánicos residuales son mayoritariamente destinados a alimentación de los animales de la granja escuela (cerdos, gallinas, burros, etc), por lo que prácticamente el único residuo orgánico disponible es el estiércol de la granja. Este material se gestiona de manera diferenciada de otros residuos por lo que sus características son muy homogéneas y no presentan cantidades significativas de materiales impropios.

En Josenea los principales residuos provienen de su actividad de gestión de residuos municipales de las mancomunidades de residuos del entorno, Sangüesa e Irati principalmente. Debido al sistema de recogida implantado en la mancomunidad de Sangüesa, contenedor de orgánico abierto, los residuos de dicha mancomunidad presentan una cantidad de impropios importante. Los controles y caracterizaciones realizados muestran una presencia de impropios media superior al 5% (Figura 5) aunque puntualmente pueden encontrarse lotes con hasta el 16% de impropios.

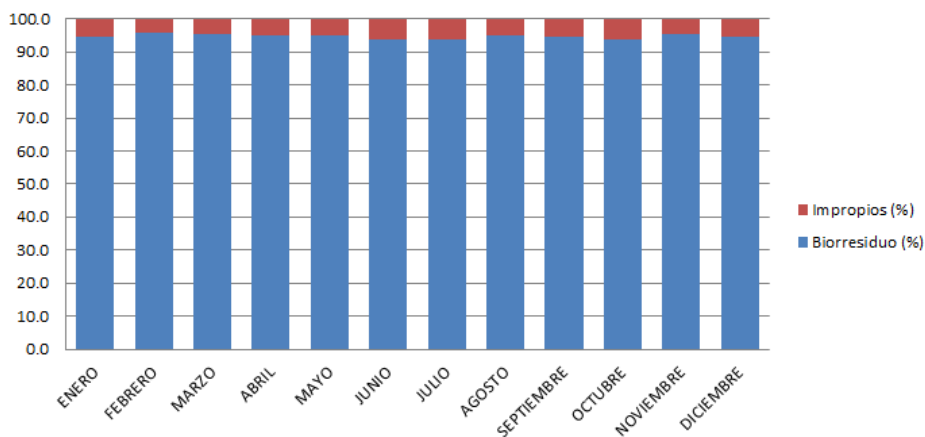


Figura 5. Contenido de impropios presentes en los residuos orgánicos municipales a la entrada de Josenea.

Los impropios presentes en los materiales de entrada pueden variar diariamente pero destacan por su abundancia los plásticos, principalmente film. Se ha de advertir de la presencia significativa de materiales cortanes como vidrios y metales (Figura 6).



Componiendo alianzas sociorrurales. **BIOCOPAS**. Elkarlaguntzen landaeremuan

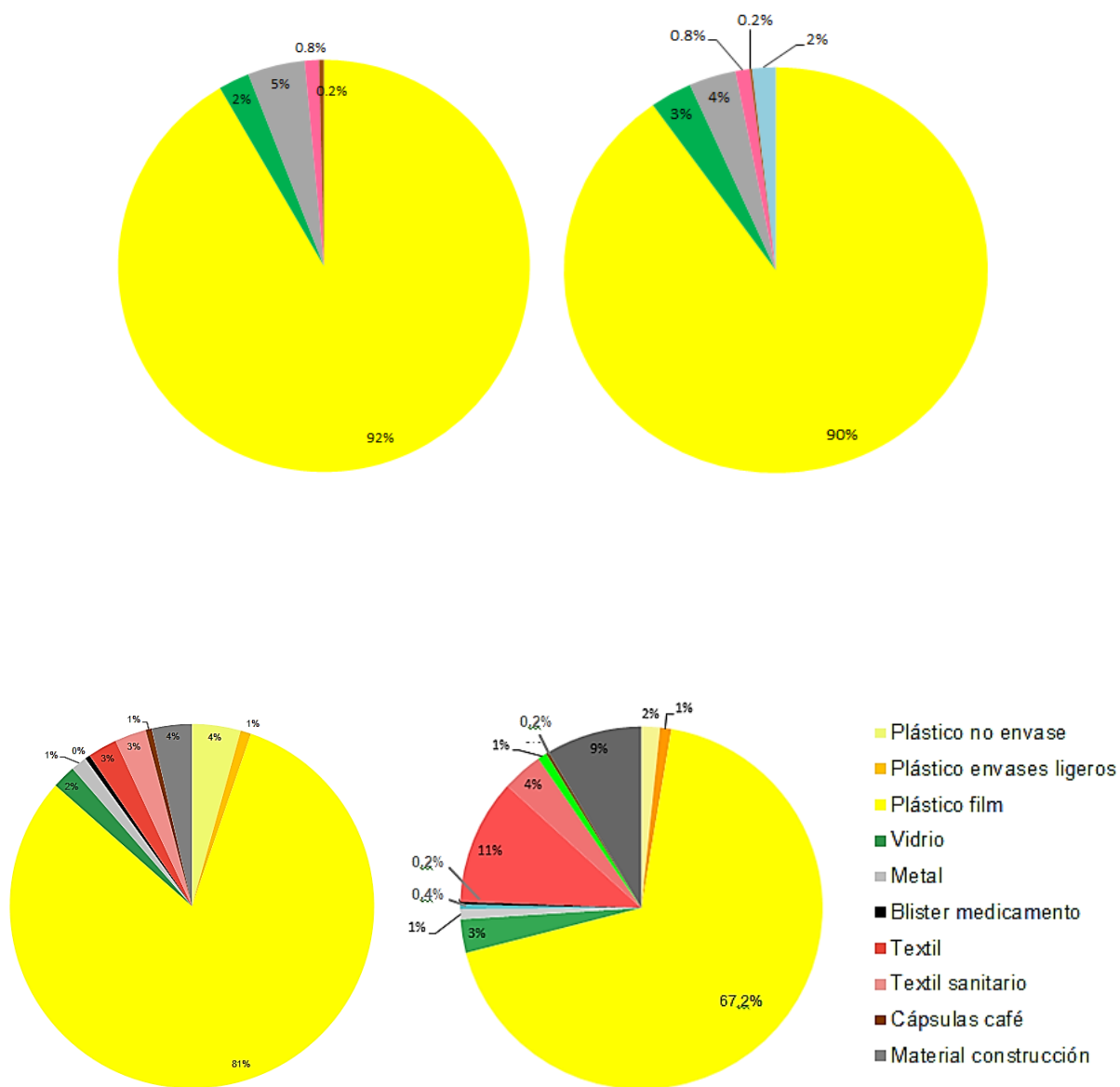


Figura 6. Caracterización de los Impropios presentes en los biorresiduos de Josenea.

Vermicompostabilidad

Las pruebas de vermicompostabilidad en reactores de 15 litros permitieron evaluar la idoneidad de estos materiales, así como el las condiciones de proceso (Figura 7). Todos los materiales se vermicompostaron muy satisfactoriamente si bien el proceso mejora drásticamente al aumentar la temperatura. El cribado previo de los materiales tuvo un efecto poco claro mientras que compostar previamente los materiales sin duda mejoró el proceso de vermicompostaje.

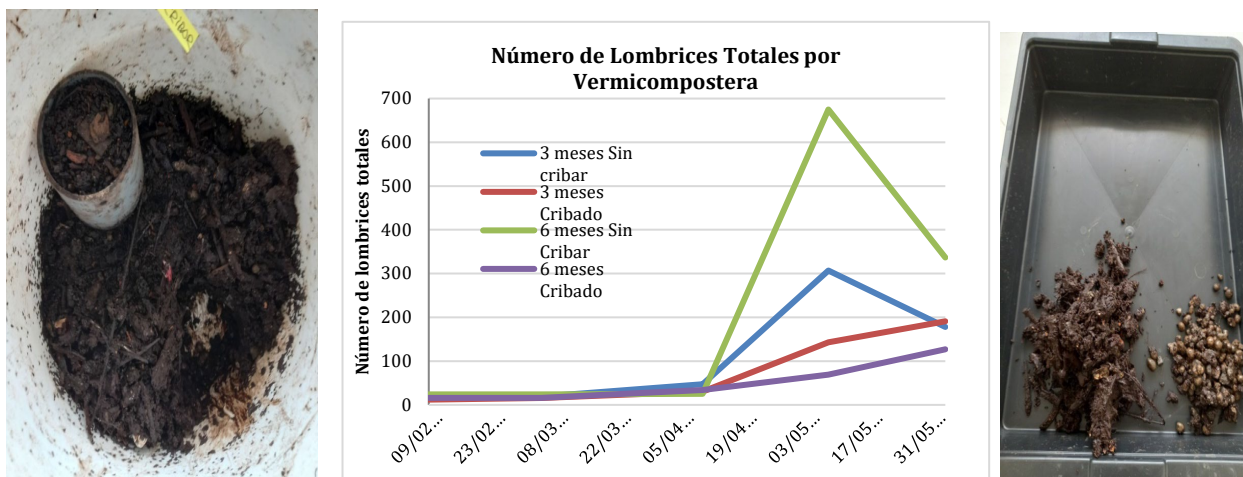


Figura 7. Prueba de vermicompostaje y resultados de una de las pruebas.

Los vermicompost resultantes presentaron composiciones normales y características muy similares entre ellos. Destaca el menor contenido en Na de los vermicompost procedentes de Gure Sustriak y los bajos contenidos en metales pesados de todos ellos, muy inferiores a los límites establecidos por la normativa para poder utilizarlos como fertilizantes en agricultura orgánica (Figura 8).

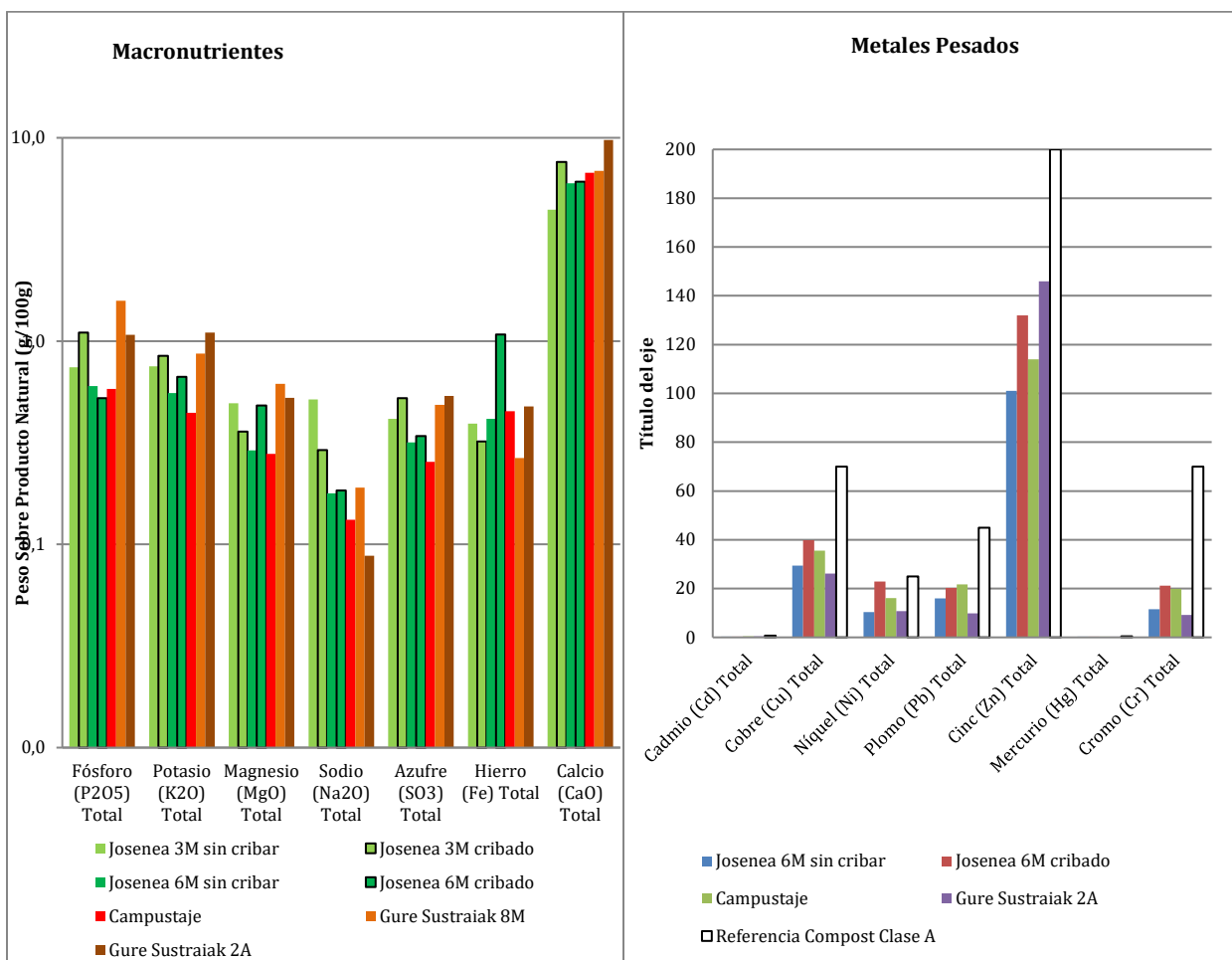


Figura 8. Composición de los vermicompost.

Ensayos de abonos en invernadero

En estos trabajos se incluyeron como testigos comparativos otros compost no vermicompostaron, así como tratamientos con fertilizantes minerales. Los materiales vermicompostados a cualquier dosis de abono aplicada fueron los que mayores desarrollos de cultivos generaron. En la figura 9 se representan por los números 50 y 60 para los de Gure Sustriak y de 70 y 80 para los de Josenea.

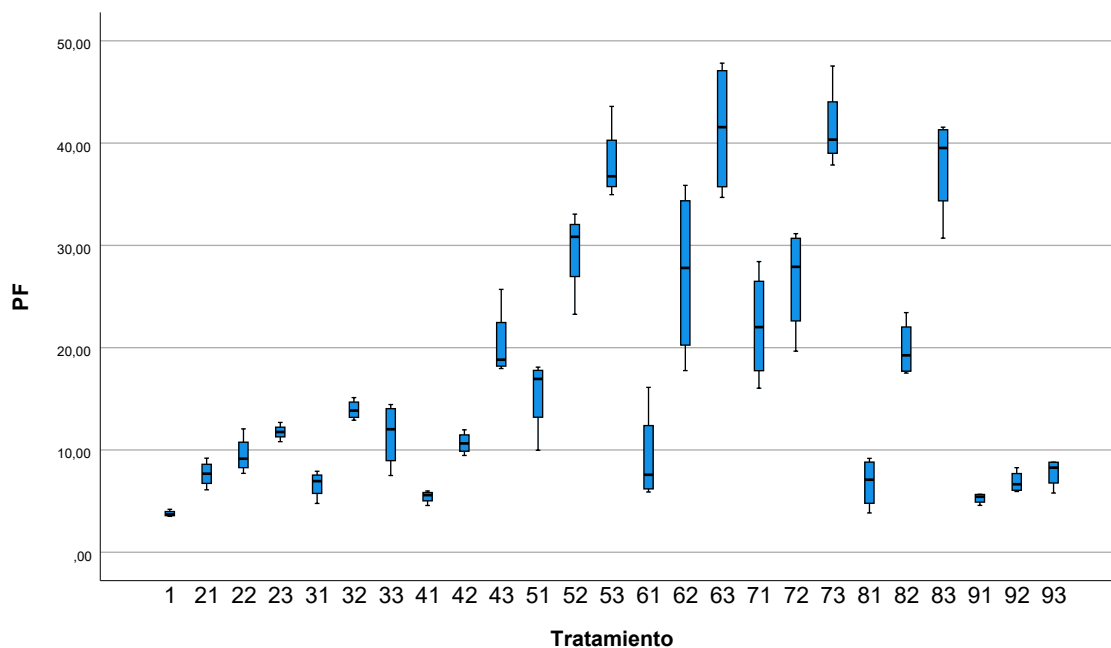


Figura 9. Respuesta de hortalizas frescas a la aplicación de distintos fertilizantes a distintas dosis.

Segunda fase (2025)

Proceso de vermicompostaje.

El módulo de vermicompostaje cuando se instaló no disponía de sistema de riego y de cubrición de los lechos. Estos dos aspectos son claves para garantizar una protección de las lombrices frente a las inclemencias del tiempo (Lluvia, viento, etc), así como para preservar las lombrices de la radiación directa del sol y para garantizar unas condiciones de humedad de la cama idóneas.

Por ello, tras la instalación de la planta piloto en Josenea se ideó y construyó un Sistema de riego mediante bandas exudativas adaptado específicamente a los módulos de vermicompostaje (Figura 10 y 11). A su vez, se diseñó y construyó una cubierta autoportante de fibra vegetal (Figura 12)

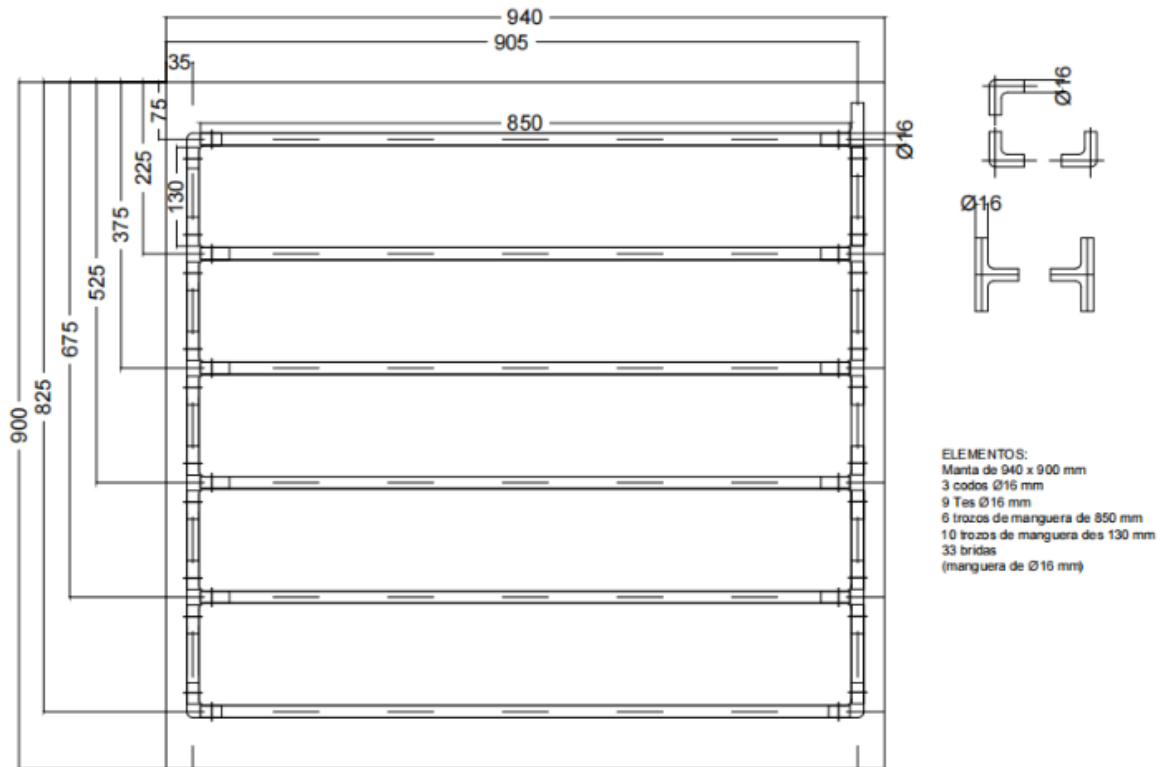


Figura 10 Plano de la manta de riego diseñada.



Figura 11. Sistema de riego instalado.



Figura12. Diseño y vista general de la cubierta de vermicompostaje autoportante.

Ambos equipamientos funcionaron muy satisfactoriamente y permitieron poder domotizar el Sistema de riego vía móvil. El buen control de las condiciones de cría de lombrices al aire libre permitió que la puesta en marcha del proceso de vermicompostaje se desarrollará muy satisfactoriamente.

Evaluación de abonos.

Se obtuvieron dos tipos de abonos, por un lado el vermicompost sólido, y por otro lado el lixiviado recogido de cada módulo tras realizar riegos excedentarios. Ambos fertilizantes fueron ensayados en experimentos con plantas cultivadas en macetas en invernadero y al aire libre en el suelo. En los ensayos en los que se sembró directamente las plantas en vermicompost los resultados no fueron satisfactorios (Figura 13). Las plantas de caléndula, alubia o lechuga sembradas directamente en compost o vermicompost a dosis elevadas no germinaron. Claramente el vermicompost resultó demasiado salino para ser utilizado en semilleros.



Figura 13. Ensayo de semillero con vermicompost y compost a distintas dosis.

Sin embargo, en los ensayos en los que las plantas eran transplantadas se notó claramente el efecto positivo de la aplicación de vermicompost (Figura 14).



Figura 14. Ensayos de aplicación de vermicompost. Izquierda testigo, centro dosis baja, derecho dosis alta.

En los experimentos desarrollados en los invernaderos de la UPNA los resultados fueron similares. Las lechugas abonadas con los vermicompost tanto sólidos como líquidos presentaron un peso superior a las lechugas abonadas con fertilizantes minerales o con otros orgánicos (Figura 15).



Figura 15. Ensayos de abonos orgánicos en la UPNA.

Además de los ensayos en macetas realizados en Josenea, en Gure Sustriak y en los invernaderos de la UPNA, también se realizaron experimentos cultivando mentas y bróculis en suelo en las instalaciones de Josenea. Estos experimentos son muy importantes para formar y concienciar a los técnicos de Josenea y de Gure Sustriak acerca de las propiedades de los fertilizantes que van a producir en sus propias instalaciones.

En ambos casos la aplicación de lixiviados de vermicompost incluso a dosis elevadas no tuvo efectos negativos en el cultivo y permitió incrementar su producción (Figura 16).

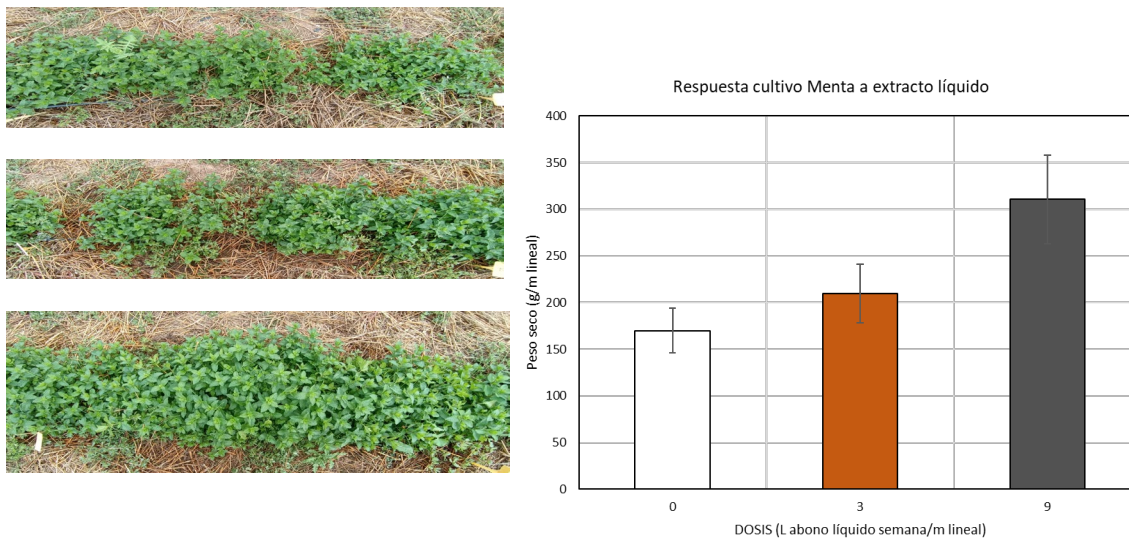


Figura 16. Respuesta del cultivo de menta a la aplicación de lixiviado de vermicompost a dosis de 0, 3 Y 9 litros de abono por metro lineal y semana.

Resultados similares se obtuvieron en un experimento con Brocoli cultivado en invernadero (Figura 17).



Figura 17. Respuesta del cultivo de brócoli a la aplicación de lixiviado de vermicompost.



Los resultados positivos obtenidos especialmente a la aplicación de lixiviados de vermicompost ha animado a la instalación de un inyector venturi de abonos líquidos en la entrada general de riego a los invernaderos de Josenea para posibilitar la fertirrigación con lixiviados de vermicompostaje tanto por goteo como por microaspersión (Figura 18).



Figura 18. Sistema Venturi para fertirrigación con lixiviados de vermicompost instalado en Josenea.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación muestran que los materiales orgánicos residuales presentes en Josenea y Gure Sustriak son aptos para producir vermicompost de calidad, si bien es muy recomendable, en el caso de Josenea, su cribado previo. En ambos casos los materiales deben ser previamente precompostados para facilitar su vermicompostaje.

La instalación de vermicompostaje diseñada y puesta en marcha es muy adecuada para las condiciones de trabajo de ambas instituciones.

Los abonos sólidos y líquidos resultantes son de muy buena calidad y se pueden utilizar incluso a dosis muy altas, sin embargo en semilleros deben ser utilizados con prudencia.

La instalación portátil para el procesamiento de alimentos diseñada a escala piloto permite a personas con minusvalía acondicionar adecuadamente y en condiciones dignas hortalizas y huevos para su venta directa.



6. ANEJO

Analíticas abonos Sólidos y Líquidos.



AGROLAB Analítica, S.L.
Polígono Muelles Baja Calle 5, nº 8
31150-MUTELVA BAJA, (Navarra)
T 948 251 542 M 623 415 257
agrolab@agrolab.es
www.agrolab.es

Registro Nº	A20253652	FERTILIZANTES ORGÁNICOS
CLIENTE	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA	
Fecha Recepción	13/11/2025	
Nº Aceptación ACT	ACT_1125_28	
Referencia ¹	MUESTRA VERMICOMPOST	
Repetición ²	45967	
Observaciones ²	SOLIDO	
Muestra Recogida	Por el Cliente	

Resultados Analíticos

Parámetros Directos	Observaciones	Resultados	Unidades
Humedad	Gravimetría	30,7	g/100g
Materia Seca	Secado a 105°C	69,3	g/100g
pH. Relación 1:25 (p/v)	pHmetro	8,5	-
Conductividad Eléctrica. Relación 1:5 (v/v)	Conductímetro a 25°C	0,8	dSm

Análisis Químico

Parámetros	Observaciones	Producto Húmedo (spn)	Producto Seco (sms)
		g/100g	g/100g
Materia Orgánica Total	Calcínación a 550°C	21,62	31,2
Carbono Orgánico	MOT por calcínación / 1,724	12,54	18,1
Nitrógeno (N) Total	Digestión ácida	1,30	1,9
Nitrógeno (N-NH4) Amoniacal	Aerado de vapor	0,10	0,1
Nitrógeno Orgánico	Cálculo	1,21	1,7
Relación C/N	Cálculo	10	10
Fósforo (P2O5) Total	Espectrofotometría UV-VIS	1,13	1,6
Potasio (K2O) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,72	1,0
Calcio (CaO) Total	Fotometría de Llama A.A.	12,71	18,3
Magnesio (MgO) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,39	0,6
Sodio (Na2O) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,13	0,2
Azufre (SO3) Total	Espectrofotometría UV-VIS	0,57	0,8

Parámetros	Observaciones	mg/Kg (spn)	mg/Kg (sms)
Hierro (Fe) Total	Fotometría de Llama A.A.	4650,03	6710,0
Cadmio (Cd) Total	Fotometría de Llama A.A.		0,67
Cobre (Cu) Total	Fotometría de Llama A.A.		46,80
Niquel (Ni) Total	Fotometría de Llama A.A.		15,90
Plomo (Pb) Total	Fotometría de Llama A.A.		20,30
Cinc (Zn) Total	Fotometría de Llama A.A.		178,00
Mercurio (Hg) Total	Fotometría de Llama A.A.		0,11
Cromo (Cr) Total	Fotometría de Llama A.A.		17,30

spn: sobre producto natural
sms: sobre materia seca

¹: Información aportada por el cliente o entidades que realizan actividades de control y verificación de productos/servicios, de la cual Agrolab no se responsabiliza

MÉTODOS ANALÍTICOS

Los métodos de análisis utilizados son los métodos que se recogen en el ANEJO VI punto 2. Métodos Oficiales de análisis de los productos fertilizantes orgánicos y organominerales, del REAL DECRETO 566/2013 de 28 de junio de 2013 sobre productos fertilizantes y posterior actualización del mismo según RD 969/2017 de 24 de noviembre o Métodos alternativos adoptados al instrumental científico y técnico utilizado que CR (E) (E) RESULTADOS FORMALMENTE respaldados por los ensayos intercomparativos que de manera anual se vienen desarrollando por el MAGRAMA y en los que AGROLAB Analítica, S.L. participa

24 de noviembre de 2025

AGROLAB
ANALÍTICA
MARIA PEAR
-46372629
011350-4076

Fdo. Responsable Departamento Químico
MP PEAR Hilgáin Dorada

Fdo. Director Técnico
Roberto Palomo Pineda

Observaciones

Estos resultados únicamente dan fe de las muestras recibidas

Agrolab no reconoce como suyos informes impresos y/o fotocopados sin estar debidamente autenticados por la Dirección
Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito de la entidad emisora

Autorizaciones

AGROLAB Analítica, S.L. Empresa inscrita en el Registro de Laboratorios Agroalimentarios de Navarra, en la Sección de Laboratorios Reconocidos para el análisis básico de componentes de productos alimentarios (componentes minerales en productos agrarios y contenidos en néctar de insectos y herbívoros), Análisis de metales en el néctar de insectos, Análisis de aguas, Análisis para la producción animal (análisis de pienso), y Análisis de medios de la producción agraria: Abonos, Suelos y Sustratos Vegetales, Follaje, Análisis de Tierras, Fertilizantes y Correctores, Residuos y Compost.

Empresa designada y autorizada por el MIVAMA, como laboratorio competente para el control oficial para los análisis iniciales y controlados de productos fertilizantes.

Agrolab Analítica S.L. Laboratorio acreditado por ENAC según criterios de la Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025 para la realización de Ensayo de Productos Agroalimentarios. El Anexo Técnico correspondiente a las acreditaciones se puede consultar en el siguiente enlace o contactando directamente en la página web de ENAC: 0251612353

De acuerdo con la ley vigente de Protección de Datos Personales y garantías de los derechos digitales y del Reglamento General de Protección de Datos vigente le informamos que los presentes datos se hallan en un Fichero de AGROLAB ANALÍTICA S.L. con la finalidad de poder enviarle, incluso por medios electrónicos, información comercial, así como de los productos y servicios de la misma. Puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, objeto y portabilidad ante AGROLAB ANALÍTICA S.L. en agrolab@agrolab.es



AGROLAB Analítica, S.L.

Poligono Industrial Itaja Calle 5, nº 8
31100-MUITEVA (BAJA) (España)
T 948 201 542 M 632 415 257
agrolab@agrolab.es
www.agrolab.es

Registro Nº **A20253653** **FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

CLIENTE
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
Fecha Recepción 13/11/2025
Nº Aceptación ACT ACT_1125_28
Referencia ¹ MUESTRA VERMICOMPOST
Replicación ² 45967
Observaciones ² LIQUIDO
Muestra Recogida Por el Cliente

Resultados Analíticos

Parámetros Directos	Observaciones	Resultados	Unidades
Humedad	Gravimetría	99,5	g/100g
Materia Seca	Secado a 105°C	0,5	g/100g
pH. Relación 1:25 (p/v)	pHmetro	8,5	-
Conductividad Eléctrica. Relación 1:5 (v/v)	Conductímetro a 25°C	0,4	dS/m

Análisis Químico

Parámetros	Observaciones	Producto Húmedo (spn)	Producto Seco (sms)
		g/100g	g/100g
Materia Orgánica Total	Calcinación a 550°C	0,21	41,9
Carbono Orgánico	MOT por calcinación / 1,724	0,12	24,3
Nitrógeno (N) Total	Digestión ácida	<-0,01	0,6
Nitrógeno (N-NH4) Amomiacal	Arazstro de vapor	<-0,01	0,4
Nitrógeno Orgánico	Cálculo	<-0,01	0,2
Relación C/N	Cálculo	>100	>100
Fósforo (P2O5) Total	Espectrofotometría UV-VIS	<-0,01	0,9
Potasio (K2O) Total	Fotometría de Llama E.A.	0,06	12,8
Calcio (CaO) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,02	3,9
Magnesio (MgO) Total	Fotometría de Llama A.A.	<-0,01	0,9
Sodio (Na2O) Total	Fotometría de Llama E.A.	0,02	4,6
Azútro (SO3) Total	Espectrofotometría UV-VIS	0,01	2,2

Parámetros	Observaciones	mg/Kg (spn)	mg/Kg (sms)
Hierro (Fe) Total	Fotometría de Llama A.A.	12,90	2560,0
Cadmio (Cd) Total	Fotometría de Llama A.A.	<-0,01	
Cobre (Cu) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,08	
Niquel (Ni) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,02	
Plomo (Pb) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,02	
Cinc (Zn) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,11	
Mercurio (Hg) Total	Fotometría de Llama A.A.	<-0,01	
Cromo (Cr) Total	Fotometría de Llama A.A.	0,02	

spn: sobre producto natural
sms: sobre materia seca

¹: Información aportada por el cliente o entidades que realizan actividades de control y verificación de productos/servicios, de la cual Agrolab no se responsabiliza

MÉTODOS ANALÍTICOS

Los métodos de análisis utilizados son los métodos que se recogen en el ANEXO VI, punto 2. Métodos Oficiales de análisis de los productos fertilizantes orgánicos y organominerales, del REAL DECRETO 506/2013 de 28 de junio de 2013 sobre productos fertilizantes y posterior actualización del mismo según RD 999/2017 de 24 de noviembre o Métodos alternativos adaptados al instrumental científico y técnico utilizado que CR/ENH/16/17 RESULTADOS EQUIVALENTES respaldados por los ensayos intercomparativos que de manera anual se vienen desarrollando por el MAGRAMA y en los que AGROLAB Analítica, S.L. participa

24 de noviembre de 2025

Observaciones

Estos resultados únicamente dan fe de las muestras recibidas
Agrolab no reconoce como suyas informes impresos y/o fotocopados sin estar debidamente autorizados por la Dirección
Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito de la entidad emisora

Autorizaciones

AGROLAB Analítica, S.L. Empresa inscrita en el Registro de Laboratorios Agroalimentarios de Navarra, en la Sección de Laboratorios Reconocidos para el análisis básico de componentes de productos alimentarios (componentes minerales en productos agrarios y contenidos en nitratos en hortalizas y hortalizas), Análisis de metales en el nivel de trazas, Análisis de aguas, Análisis para la producción animal (análisis de pienso), y Análisis de medios de la producción agraria: Abonos, Suelos y Sustratos Vegetales, Follaje, Análisis de Tierras, Enmendados y Correctores, Residuos y Compost.

Empresa designada y autorizada por el MAPAMA, como laboratorio competente para el control oficial para los análisis básicos y contradictorios de productos fertilizantes.

Agrolab Analítica S.L., laboratorio acreditado por ENAC según criterios de la Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025 para la realización de Ensayo de Productos Agroalimentarios. El Anexo Técnico correspondiente a las acreditaciones se puede consultar en el siguiente enlace o enviando directamente en la página web de ENAC: 1251617253

HOLGÍN
BONILLA
SANCHEZ
PLAZA
44622202V

Fdo. Responsable Departamento Químico
MP Pilar Holgín Bonilla

Fdo. Director Técnico
Roberto Rullaga Pineda

De acuerdo con la ley vigente de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y del Reglamento General de Protección de Datos vigente le informamos que los presentes datos se hallan en un Fichero de AGROLAB ANALITICA S.L. con la finalidad de poder enviarle, incluso por medios electrónicos, información comercial, así como de los productos y servicios de la misma. Puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, eliminación y portabilidad ante AGROLAB ANALITICA S.L. en agrolab@agrolab.es