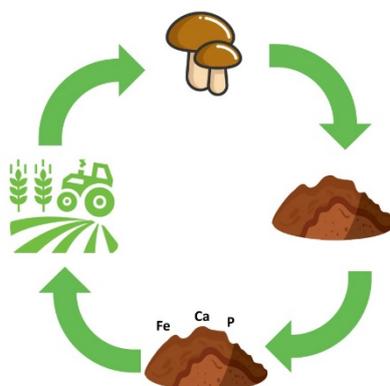




**MEMORIA FINAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GRUPOS
OPERATIVOS Y ACCIONES DE EQUIPOS DE INNOVACIÓN Según
Resolución 692/2017, BOR de 12 de junio de 2017.**

PROYECTO:

**OBTENCIÓN DE SUSTRATOS / ABONOS DE ALTO VALOR AÑADIDO
CON BASE EN SUSTRATO POST-CULTIVO DE CHAMPIÑÓN**



OBTENCIÓN DE ABONOS DE ALTO VALOR AÑADIDO CON BASE EN SUSTRATO POST-CULTIVO DE CHAMPIÑÓN



Resumen: Uno de los grandes retos del sector de hongos cultivados (especialmente champiñón) es la gestión de los sustratos post-cultivo de champiñón (SPCH). Este trabajo propone como solución para el tratamiento de SPCH y otras materias primas el desarrollo de abonos de alto valor añadido. En este proyecto se avanza un paso más mediante la realización de un proceso de compostaje no forzado de SPCH mezclado con distintos abonos químicos enriquecidos en hierro, calcio y fósforo. De esta forma estos elementos se integran en la estructura del compost durante el proceso y se convierten en materiales más asimilables para el cultivo objetivo. De los fertilizantes desarrollados, el tratamiento realizado con SPCH enriquecido en fósforo es el que mayor rendimiento ha obtenido en el cultivo de cereal. En el caso de viñedo, se pudo observar que el SPCH enriquecido con hierro es el que mejor resultados obtuvo.

1. Antecedentes

En La Rioja el cultivo de hongos es el segundo producto agrario después del viñedo. A nivel nacional La Rioja es la primera comunidad productora de champiñón con el 55% de la producción, unas 72.000 Tn en la campaña 2018/2019.

Se entiende por Sustrato de Post-cultivo de Hongos (SPCH) el material resultante una vez que los champiñones han extraído los nutrientes necesarios para su crecimiento. Normalmente por cada tonelada de hongos producidos se generan de tres a tres y media toneladas de SPCH. La producción anual en la zona de La Rioja es de aproximadamente 250.000 Tn por campaña. La gestión de este subproducto puede generar para los cultivadores de champiñón un coste anual de más de 1.000.000 de euros.

El SPCH es rico en materia orgánica y en nutrientes. Sin embargo, la dificultad de su manejo (humedad y dosificación) y la carencia de algunos nutrientes dificultan su utilización y su rendimiento comercial (Hernando, 2011). Mediante este proyecto se convertirá este material a granel (0€ valor de mercado) en un abono de mayor riqueza añadiendo “a la carta” diferentes nutrientes (Ca, Fe, P) y preparado para su dosificación sencilla en los cultivos.

2. Metodología

Para la realización del proyecto se utilizó SPCH procedente de cultivo de champiñón gestionado a través de la planta “Sustratos de La Rioja S.L.”, el proceso de compostaje se realiza en dicha planta. Los suplementos están suministrados por la empresa “Felipe Hernández S.A.”. Para el compostaje se realizaron distintas mezclas con diferentes dosis de los suplementos. El

CTCH realiza el seguimiento del proceso observando las variaciones de temperatura y de pH; así como mediante analíticas periódicas.

Una vez realizado el proceso de compostaje se realizan pruebas de abonado en fincas seleccionadas de cereal y viña.

Se han realizado dos campañas de compostaje y abonado.

2.1 Preparación y compostaje de las mezclas

Para la realización del compostaje es necesario utilizar la suficiente cantidad de materia prima para conseguir que el proceso de compostaje se desarrolle, en este caso es de al menos 25 Tn. El proceso seguido es mediante pilas de volteo. Utilizando una volteadora se realizan volteos periódicos (semanalmente) controlando las características analíticas durante el proceso. De esta forma, se consigue una oxigenación del sistema y se evita la compactación. El proceso tiene una duración de entre 5 y 7 meses, en función de los materiales de la mezcla.

Tabla 1. Mezclas realizadas

CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2
70% SPCH + 30% Sulfato de calcio	80% SPCH + 20% Sulfato de hierro
80% SPCH + 20% Sulfato de hierro	78% SPCH + 22% Superfosfato simple
85% SPCH + 15% Fosfato roca	85% SPCH + 15% Superfosfato simple
70% SPCH + 20% Sulfato de calcio + 10% Fosfato roca	
70% SPCH + 5% Fosfato roca + 10% Sulfato de calcio + 15% Sulfato de hierro	

2.2 Abonado

Una vez finalizado el proceso de compostaje se seleccionaron dos fincas para proceder a su abonado:

- Un cultivo de triticale (*Triticosecale*), que se dividió en dos partes y cada una de estas partes, a su vez, en cuatro zonas. Estas zonas fueron abonadas con 100% SPCH, 85% SPCH + 15% Fosfato roca, 70% SPCH + 20% Sulfato de calcio + 10% Fosfato roca y grupo control durante la Campaña 1 y con 70% SPCH + 5% Fosfato roca + 10% Sulfato de calcio + 15% Sulfato de hierro, 80% SPCH + 20% Sulfato de hierro y grupo control en la Campaña 2.
- Un cultivo de viñedo de variedad tempranillo, que se dividió en tres zonas de trabajo siendo cada una de éstas abonadas con 70% SPCH + 5% Fosfato roca + 10% Sulfato de calcio + 15% Sulfato de hierro, 80% SPCH + 20% Sulfato de hierro y grupo control durante la Campaña 1 y con 80% SPCH + 20% Sulfato de hierro, 100% SPCH y grupo control en la Campaña 2.

3. Resultados

3.1 Abonos

La caracterización de las muestras permite controlar el proceso y determinar su finalización. Se ha realizado mediante distintos métodos. pH y conductividad se miden sobre sustrato diluido en agua destilada en proporción 1/5. La determinación de la concentración de los distintos elementos presentes se realiza mediante microondas cerrado (agua regia) e ICP. Las **Tablas 2 y 3** muestran la evolución de la caracterización de las distintas pilas de compost:

Tabla 2. Evolución de la caracterización de las pilas de compost. Campaña 1.

	SPCH + Ca		SPCH + Fe		SPCH + P		SPCH + Ca + P		SPCH + Ca + P + Fe	
pH	7,8 ¹	7,11 ²	2,88 ¹	6 ²	8,3 ¹	7,28 ²	7,85 ¹	7,4 ²	6,13 ¹	6,6 ²
N total (mg/kg)	8120 ¹	5937 ²	17558 ¹	13724 ²	9298 ¹	10972 ²	8816 ¹	7158 ²		9355 ²
Fósforo (ppm)	235 ¹	417 ²	18 ¹	30 ²	432 ¹	484 ²	418 ¹	446 ²		39 ²
Potasio (ppm)	2820 ¹	2759 ²	2926 ¹	1887 ²	3097 ¹	3009 ²	2986 ¹	2787 ²		2435 ²
Potasio de cambio (%)	1,5 ¹	1,3 ²	1,9 ¹	3,1 ²	2,1 ¹	3,3 ²	1,1 ¹	1,4 ²		1,6 ²
Calcio de cambio (%)	93,6 ¹	95,9 ²	70,8 ¹	71,2 ²	91,6 ¹	87,2 ²	95,7 ¹	96,3 ²		75,8 ²
Hierro (ppm)	684 ¹	261 ²	4000 ¹	3148 ²	101 ¹	127 ²	259 ¹	218 ²		3664 ²
C/N	12,61 ¹	11,17 ²	10,61 ¹	10,17 ²	13,86 ¹	12,29 ²	13,37 ¹	11,83 ²		11,39 ²
Nitratos (mg/kg)	410,7 ¹	697,6 ²	39,4 ¹	34,9 ²	415 ¹	606 ²	397 ¹	957,8 ²		575 ²

¹Valores iniciales al realizar las mezclas.

²Valores finales tras finalizar el proceso de compostaje.

Tabla 3. Evolución de la caracterización de las pilas de compost. Campaña 2.

	SPCH + 15%P		SPCH + 22%P		SPCH + Fe	
pH	6,09 ¹	6,20 ²	3,99 ¹	6,50 ²		5,3 ²
N total (mg/kg)	9785 ¹	10517 ²	9653 ¹	10786 ²		9574 ²
Fósforo (ppm)	315 ¹	298 ²	518 ¹	367 ²		109 ²
Potasio (ppm)	3127 ¹	2987 ²	1497 ¹	3089 ²		2946 ²
Hierro (ppm)	115 ¹	139 ²	109 ¹	186 ²		3983 ²
C/N	17,02 ¹	12,80 ²	19,38 ¹	12,20 ²		16,30 ²

¹Valores iniciales al realizar las mezclas.

²Valores finales tras finalizar el proceso de compostaje.

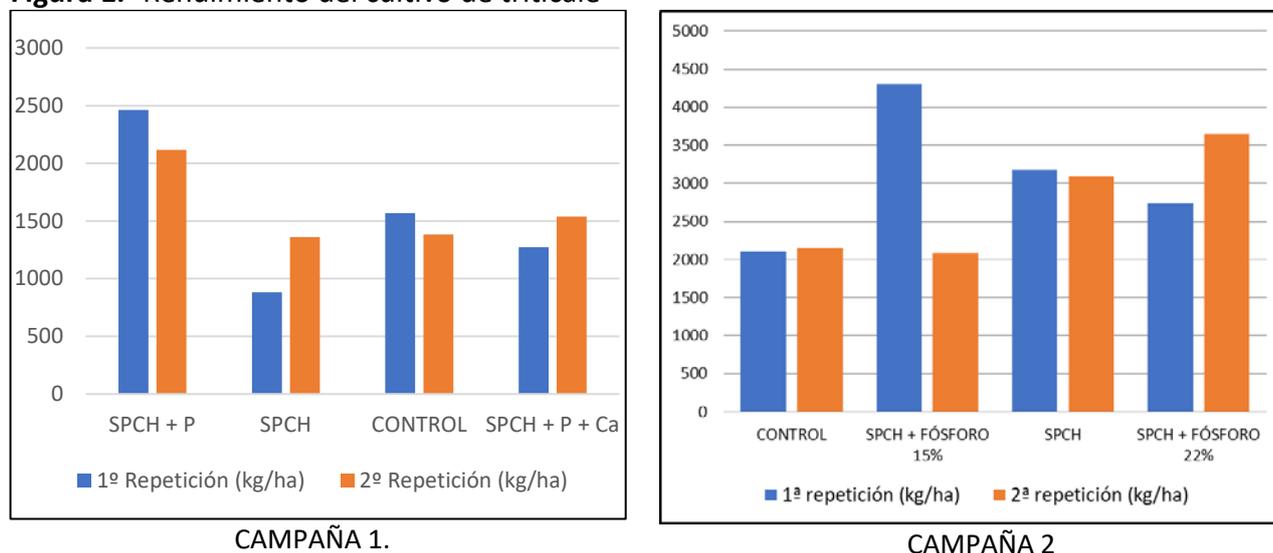
El proceso tuvo un seguimiento constante donde se pudieron diferenciar claramente las etapas principales del compostaje (mesófila, termófila, enfriamiento). Gracias a este seguimiento el proceso de compostaje se desarrolló sin problemas y se obtuvo un compost maduro de aspecto homogéneo, terroso y libre de olores. Y una vez que el material se encontraba con un 20% de humedad se puede proceder a su pelletización. El proceso total tuvo una duración de 5 – 7 meses por lo que se obtuvo un compost maduro y apto para el cultivo.

Paralelamente al estudio de la evolución de los suelos químicamente también se realizó un estudio metagenómico para poder comprobar si había cambios en la flora microbiana del terreno. A la vista de los resultados obtenidos podemos comprobar que sí que hay diferencia entre las características de la microflora inicial del suelo con el estado final tras los tratamientos realizados en los distintos cultivos. Esto podría servir de cara a futuras investigaciones, si alguno de estos microorganismos puede ser precursores de que las plantas objetivo sean capaces de asimilar de manera más eficiente ciertos nutrientes, si sirven para facilitar la degradación de algunos compuestos complejos, etc.

3.2 Cultivos

En la finca de cereal se realizaron las tareas típicas de preparación del terreno para su acondicionamiento, abonado y siembra. Cuando llegó el momento de cosecha del triticale se realizó el rendimiento teórico de este cereal. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

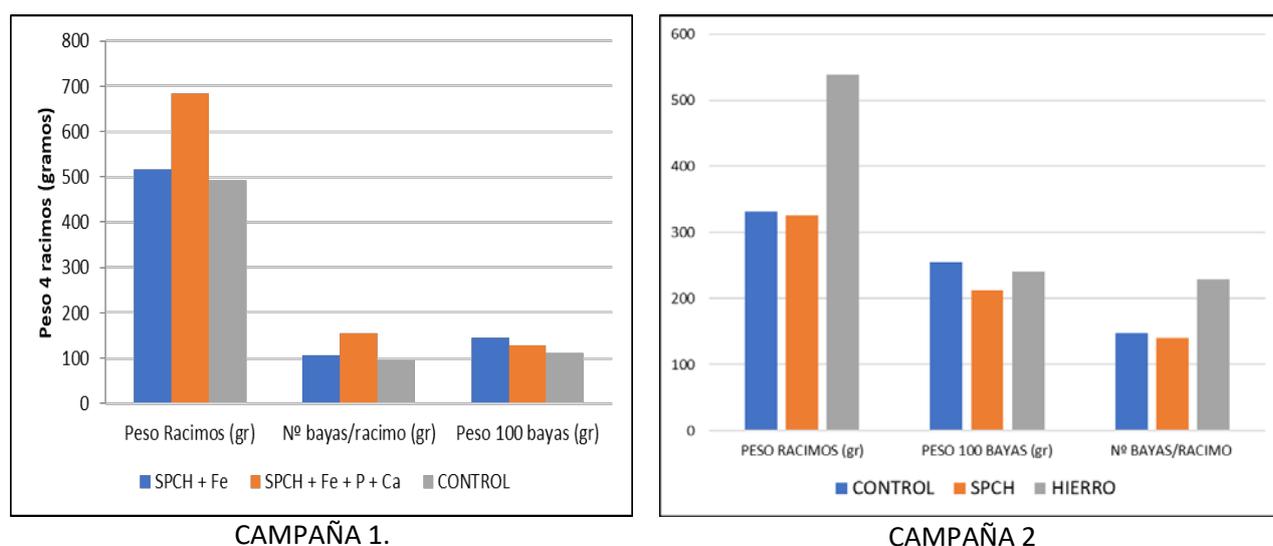
Figura 1.- Rendimiento del cultivo de triticale



El cultivo del cereal muestra que el SPCH enriquecido con fósforo fue el que mejor resultados obtuvo tanto en rendimiento como en calidad durante la Campaña 1 mientras que en la Campaña 2 son mejores los rendimientos con SPCH enriquecido al 22%. Se observó que la producción más estable entre ambas repeticiones fue en las zonas a las que solamente se añadió SPCH.

En el viñedo se realizaron las tareas normales de preparación del terreno para su acondicionamiento y abonado. Cuando llegó el momento de cosecha se realizó el rendimiento teórico. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 1.- Rendimiento del viñedo



El cultivo de la viña el SPCH enriquecido con hierro, calcio y fósforo fue el que mejor resultados obtuvo en cuanto a rendimiento. Pero el SPCH enriquecido con hierro solamente mostraba un

producto de una calidad mejor. En la Campaña 2 los resultados obtenidos son un poco dispares, ya que la zona de control se obtiene un mayor peso de las bayas, pero menor número de éstas, lo contrario que sucede con el hierro donde el peso de las bayas es menor que en el control y el número de bayas es mayor. En el caso del SPCH los resultados se puede decir que, aunque son menores que en el resto de las zonas, los pesos y números de bayas son más estables.

4 Conclusiones

El proceso de compostaje realizado se puede replicar con cualquier otro suplemento que se decidiera utilizar aplicando, en caso de ser necesario, mínimos cambios.

En algunos de los abonos químicos adicionados, como en el caso del fosfato roca, que son poco solubles en agua y, por tanto, poco accesibles para la planta, se ha conseguido aumentar la disponibilidad. Se ha comprobado que los ácidos orgánicos producidos degradan las partículas de roca fosfórica y solubilizan el fósforo, lo que provoca que esté disponible para la planta.

El abono enriquecido y pelletizado que se obtiene es fácilmente dosificado en los distintos cultivos del presente estudio mediante la utilización de una abonadora de uso común en agricultura. Los rendimientos obtenidos en los cultivos usados durante el proyecto han sido positivos.

Aunque los resultados globales del presente proyecto han sido positivos, se deberían realizar más pruebas de campo para confirmar resultados y/o usar otras materias primas para producir el compost para elaborar un abono de mayor calidad.

5. Equipo de Innovación

El equipo de innovación está formado por la **Asociación Profesional de Productores de Sustratos y Hongos de La Rioja, Navarra y Aragón**, organización profesional que agrupa a todos los cultivadores de champiñón u otros hongos de estas tres comunidades autónomas y gestora del CTICH (Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja), **Felipe Hernández S.A** dedicada a la venta y distribución al por mayor de fertilizantes agrícolas y **Sustratos de La Rioja, S.L.**, empresa especializada en generar compost de alta calidad a partir del sustrato de post-cultivo de champiñón y setas.

6. Agradecimientos

Proyecto cofinanciado por FEADER, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y Gobierno de La Rioja (proyecto nº 1M/17). FONDO EUROPEO DE DESARROLLO RURAL: "EUROPA INVIERTE EN LAS ZONAS RURALES"

