

MATERIAL DE FORMACIÓN

Título:

El uso de **cenizas y materiales a base de cenizas** como fertilizantes

Formación:

Principales características de la subcategoría

Las cenizas son el producto pulverulento de los residuos sólidos quemados tras el procesamiento termoquímico oxidativo: procesos de combustión oxidativa o de gasificación semi-oxidativa.

Las cenizas se caracterizan por ser cenizas volantes o de fondo, o una combinación de ellas, formadas mediante la incineración de materiales de origen biológico por oxidación. La coincineración es una vía de eliminación de residuos económicamente viable y ampliamente aplicada para muchos residuos ricos en nutrientes. Para la recuperación de nutrientes es necesaria la monoincineración de un flujo de biomasa definido para controlar la entrada de contaminantes y la concentración del contenido de nutrientes.

Las cenizas obtenidas por incineración pueden ser post-procesadas con el objetivo de eliminar parcialmente los metales y metaloides, y aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas en los complejos de cenizas.

Material de entrada

Residuos orgánicos, incluidos los lodos de depuradora municipales, el estiércol, los residuos verdes de la recogida urbana, la paja o la madera y los residuos de madera.

¿Cómo producir?

La incineración de las cenizas se realiza normalmente en una planta central de incineración y no a nivel de los agricultores. Se producen cantidades considerables de cenizas a través de instalaciones de coincineración que combinan los fines de producción de energía con la eliminación de residuos, especialmente en el caso de materiales de desecho de bajo valor calorífico o de alto contenido de humedad. Las cenizas también pueden obtenerse de plantas de incineración diseñadas específicamente para producir materiales a base de cenizas para su posterior uso como fertilizantes (monocineración) o pueden ser un residuo de producción resultante de un proceso destinado a eliminar residuos o a producir un producto primario diferente (por ejemplo, energía).

Cenizas de biomasa: Dependiendo del sistema de combustión, se producen diferentes cenizas, que generalmente se engloban bajo el término "cenizas de biomasa" y mayoritariamente en las tres fracciones de cenizas gruesas (cenizas de parrilla, de caldera o de horno) con un 60 a 90 % del total, se separan las cenizas medias (cenizas de ciclón, cenizas volantes de ciclón) y las cenizas finas (cenizas de filtro, cenizas volantes finas, polvo de filtro). En las cenizas de madera el contenido de metales pesados (especialmente compuestos de cromo, cobre, cadmio, plomo y zinc) puede ser mayor. En otras cenizas de biomasa procedentes de paja o estiércol el contenido de metales pesados es significativamente menor. La combustión incompleta también puede producir contaminantes orgánicos como hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y dibenzodioxinas y furanos policlorados (PCDD / PCDF). Para muchos compuestos hay un claro aumento del contenido de contaminantes de las cenizas gruesas a las medias y a las finas. De acuerdo con la Ordenanza Alemana de Fertilizantes (DüMV), son obligatorios los límites de contaminantes orgánicos y metales pesados a partir de determinados contenidos. El mismo enfoque se sigue por la nueva legislación de la UE 2019/1009, en la que ciertos productos de cenizas también deben ser incluidos en el marco legal.

Cenizas procedentes de la monoincineración de lodos de depuradora: Las aguas residuales municipales representan un importante flujo de material para la recuperación de fósforo. Ya que alrededor del 90% del fósforo contenido en las aguas residuales se transfiere a los lodos de depuradora en las plantas de tratamiento de aguas residuales. El uso agrícola directo de los lodos de depuradora sería una opción para reciclar una gran parte del fósforo en términos de economía circular. Sin embargo, los lodos de depuradora son el sumidero de los contaminantes orgánicos e inorgánicos del proceso de depuración y su uso directo como fertilizante es muy controvertido. Por este motivo, su utilización en la agricultura está disminuyendo y se buscan alternativas para reciclar el fósforo de las aguas residuales, los lodos de depuradora o las cenizas de los lodos de depuradora sin transportar contaminantes. En el caso de la co-incineración, el contenido de fósforo de las cenizas resultantes es muy reducido debido a la composición de los combustibles principales, lo que limita las posibilidades de reciclaje posterior del fósforo o lo hace imposible en algunos casos. Por lo tanto, la incineración en plantas de mono-incineración es necesaria para la recuperación del P. Dado que los lodos de depuradora se utilizan como único combustible en las plantas de mono-incineración, después de la incineración hay cenizas de lodos de depuradora con un contenido de fósforo bastante concentrado, de hasta un 25% de P_2O_5 . Para mejorar la disponibilidad de los compuestos de P en la planta y reducir los posibles niveles de metales pesados, se han desarrollado varios procesos químicos y termoquímicos por vía húmeda con los que se pueden procesar posteriormente estas cenizas de forma eficaz. Así, también es técnicamente posible recuperar materias primas de las cenizas para la producción de fertilizantes o ácido fosfórico.

Contenido típico de nutrientes y disponibilidad para las plantas

Cenizas de biomasa

Las cenizas contienen varios nutrientes para las plantas (calcio, magnesio, potasio, fósforo). El contenido de calcio y magnesio se encuentra principalmente en forma de óxido (25 - 45% CaO, 1 - 6% MgO), por lo que las cenizas tienen un efecto calizo debido a este carácter básico. Mientras que el potasio (1 - 12% K_2O) y el azufre (2 - 7% SO_2) están casi completamente disponibles para las plantas, el fósforo (1 - 10% P_2O_5) no está en todos los casos lo suficientemente disponible para las plantas. Por ello, las cenizas crudas no siempre son adecuadas para su uso directo como abono y deben ser procesadas antes de su aplicación. La mezcla de ceniza de madera y abono de cal carbonatada es también una forma de aplicación adecuada.

Materiales a base de cenizas procedentes de lodos de depuradora

Dependiendo del proceso posterior, el material puede contener P como Ca- o Ca/Na-Fosfato en una forma disponible para las plantas con un contenido de hasta 15-40 % de P_2O_5 ; 1-2 % de K_2O , CaO y MgO.

Ejemplos de productos de ceniza disponibles en la plataforma NUTRIMAN para agricultores

- https://nutrیمان.net/farmer-platform/product/id_321 (Francia)
- https://nutrیمان.net/farmer-platform/product/id_397 (Alemania)
- https://nutrیمان.net/farmer-platform/product/id_401 (Holanda)



Figure 1. Ceniza de madera (ID:321)



Figure 2. Producto AshDec (ID:397)



Figure 3. Ceniza del proceso BMC Moerdijk (ID:401)

El material Ceniza de madera de Francia (ID:321) lo proporciona Energie Bois Sud Cornouaille de Francia. El producto procede de la incineración de residuos de madera. Las cenizas recogidas a la salida de las calderas pueden proceder de diferentes fracciones: bajo la chimenea o volantes (procedentes de la eliminación de polvo y de la filtración de humos). La ceniza bajo la chimenea se genera en mayor cantidad y concentra los minerales incombustibles de la madera (del 1 al 2% de la masa inicial de la madera). Con niveles significativos de cal, magnesio, potasio y fósforo, esta fracción genera hasta el 95% de la producción total de cenizas presenta valiosas ventajas agronómicas. La concentración de nutrientes es de 0,4% de P_2O_5 ; específica 0,9% de K_2O ; 0,4% de MgO . El valor de neutralización es del 45% de CaO . El retorno al suelo permite beneficiarse del valor fertilizante y encalante de estas cenizas. Generalmente contienen alrededor de 20 a 50 g P_2O_5 /kg de fósforo, y alrededor de 80 a 100 g K_2O /kg de potasio. Los nutrientes catiónicos Ca, K y Mg presentes en las cenizas están potencialmente disponibles para el cultivo. Con un valor neutralizante que a veces llega a más del 50%, son un material encalante que puede aumentar el pH en 1 punto tras una aplicación acumulada de 7 a 8 t/ha. Las cenizas de madera francesas aún no se comercializan. Sin embargo, ya existen productos de ceniza de madera en el mercado de la UE.

La empresa Outotec de Alemania ofrece el fosfato sódico-cálcico a partir de la conversión de cenizas de lodos de depuradora con el proceso "AshDec®" (ID:397). AshDec® es un proceso termoquímico diseñado para convertir el compuesto de fósforo de baja disponibilidad en la planta ($Ca_3(PO_4)_2$) en el compuesto de alta disponibilidad $CaNaPO_4$, reduciendo al mismo tiempo el contenido de metales pesados. El material se trata a unos 900 °C durante 15-20 minutos. Los iones de sodio sustituyen a los iones de calcio en los fosfatos y forman el producto AshDec®-: Compuestos $CaNaPO_4$ solubles en citrato. La concentración de nutrientes es del 15-25% de P_2O_5 , dependiendo del contenido de P de los flujos de materiales de entrada utilizados, y de aproximadamente el 1% de K_2O . Numerosos estudios comparativos han demostrado la buena disponibilidad de P para las plantas de este producto (rendimiento del fertilizante comparable al del superfosfato triple). El contenido de P es altamente soluble en citrato de amonio neutro > 80 % como Fosfato de Calcio-Sodio, pero no es soluble en agua, por lo que existe un riesgo reducido de escorrentía, lixiviación y fijación. Se da un bajo contenido de contaminantes, por ejemplo, metales pesados (Cd, U, As, Pb), sin compuestos orgánicos y libre de patógenos. El producto AshDec se encuentra en una fase piloto de aplicación técnica en Alemania.

El abono PK a partir de las cenizas de gallinaza producido mediante un proceso termoquímico en una planta de energía por BMC Moerdijk (ID:401) en los Países Bajos. El abono PK se obtiene de las cenizas hidratadas de la gallinaza incinerada. El estiércol de las aves de corral se obtiene de las granjas avícolas de los Países Bajos que cumplen los requisitos de la UE en materia de producción animal. El material se produce a partir de las cenizas de la gallinaza incinerada y del agua. Los principales nutrientes son el fósforo y el potasio. El abono tiene un valor neutralizante debido a la presencia de cal quemada hidratada y el abono contiene micronutrientes y secundarios. El contenido de nutrientes es del 10% de P_2O_5 ; 12% de K_2O ; 20% de CaO ; 7% de SO_3 , 5% de MgO . El producto contiene cantidades útiles de nutrientes secundarios y oligoelementos. La eficacia se ha comprobado en ensayos en macetas y en experimentos de campo, así como en condiciones reales de cultivo. El producto tiene un bajo contenido de contaminantes, por ejemplo, metales pesados (Cd, As, Pb), no tiene compuestos orgánicos y está libre de patógenos. El producto de ceniza de BMC Moerdijk está disponible en el mercado de los Países Bajos.

Campos de aplicación en la agricultura: cultivo, dosis, método de aplicación y recomendaciones prácticas.

Los productos a base de cenizas suelen estar aprobados y ser adecuados para la agricultura convencional. También se considera la posibilidad de aprobar estos productos para la agricultura ecológica, ya que en este caso se buscan fertilizantes alternativos de P eficaces. No hay restricciones para los cultivos agrícolas. La dosis de aplicación suele basarse en las necesidades de P de los cultivos, teniendo en cuenta el contenido de P del suelo. En forma de polvo, la aplicación depende más de las condiciones meteorológicas (viento). Si las cenizas se mezclan con el abono de cal, se esparcen con esparcidores de cal especiales. Tras la granulación o el peletizado, los productos pueden aplicarse mediante la tecnología convencional de aspersión.

Beneficios para los agricultores

Las cenizas contienen varios nutrientes para las plantas (calcio, magnesio, potasio, fósforo). Las cenizas tienen también un efecto calizo debido a su carácter básico, por lo que pueden utilizarse para equilibrar el nivel de pH en suelos ácidos.

Tras una preparación adecuada, los fertilizantes de P a base de cenizas proporcionan fertilizantes de P altamente concentrados con una buena disponibilidad para las plantas y un bajo contenido de impurezas.

El uso de cenizas y material a base de cenizas está cerrando un ciclo de materiales y nutrientes. Pueden representar un recurso valioso como sustituto de los fertilizantes minerales de P, que son finitos. En particular, las cenizas obtenidas de los lodos de depuradora representan un gran potencial de recuperación de fosfato. Además de su uso directo, estos flujos de materiales también podrían utilizarse para la producción de fertilizantes en la industria.

Cuellos de botella de la aplicación. Posible riesgo o limitación.

Los principales cuellos de botella para la aplicación de las cenizas son su menor concentración de nutrientes (cenizas de biomasa) y su estructura fina y pulverulenta. Las cenizas de los lodos de depuradora requieren posteriormente un tratamiento químico o termofísico más complejo, para que los nutrientes estén más disponibles y para reducir los posibles contaminantes.

Marco jurídico de utilización

Condiciones legales nacionales específicas

ID:321 debe ser aprobado de acuerdo con la norma de regulación nacional francesa NF U44-051.

Productos similares están aprobados de acuerdo con la Ordenanza de Fertilizantes de Alemania.

ID:397: Aprobado según la Ordenanza de Fertilizantes de Alemania.

ID:401: Autorización nacional en, por ejemplo, Reino Unido, Francia, Bélgica, Países Bajos, Alemania.

Está previsto incluir las cenizas también por el nuevo Reglamento de Productos Fertilizantes de la UE 2019/1009. Entonces estos productos podrían introducirse en el mercado de la UE y comprarse bajo el PFC 1 (C) como fertilizantes inorgánicos.

Evaluación económica de la aplicación de los productos

Los precios de las cenizas de biomasa pueden variar en un amplio rango, dependiendo del contenido de nutrientes.

Los precios de los productos procesados a base de cenizas no se conocen actualmente, ya que las tecnologías para su producción se encuentran en su mayoría en fases avanzadas de desarrollo.

Directrices sobre las mejores prácticas de gestión, teniendo en cuenta las condiciones específicas del territorio, para el uso del producto a las aplicaciones específicas (enmiendas del suelo, medios de cultivo, fertilizantes orgánicos, etc.).

Dosis de aplicación

ID:321 (Abono inorgánico): Se puede considerar que una aplicación al suelo de 2,5 t/ha cada 3 años es generalmente suficiente para el mantenimiento del suelo, pero esta dosis debe ser estimada en función de las necesidades del sistema de cultivo y del pH del suelo. (en función de las necesidades de cal y nutrientes del suelo, de la estación del año, de la absorción del cultivo,...)

ID:397 (Abono inorgánico): La dosis depende del nivel de nutrientes del suelo y de la demanda del cultivo, así como del contenido de nutrientes del producto específico AshDec®. Es adecuado para todo tipo de producción de cultivos como el trigo, la colza o el maíz. Para una dosificación adecuada, se recomienda realizar previamente un análisis del suelo. La aplicación debe realizarse antes de la siembra y el producto debe trabajarse en plano.

ID:401 (abono inorgánico): La dosis depende del nivel de nutrientes del suelo y de la demanda del cultivo, así como del contenido de nutrientes del producto. Es adecuado para todo tipo de producción de cultivos herbáceos como el trigo, la colza, el maíz o similares. Para una dosificación adecuada, se recomienda realizar previamente un análisis del suelo. La aplicación debe realizarse antes de la siembra y el producto debe trabajarse en plano.

Cómo almacenar, aplicar al terreno, necesidades de la maquinaria

El material a base de ceniza debe almacenarse en seco en silos o en sacos grandes. En forma de polvo se esparcen con un esparcidor de tornillo especial para material fino o se mezclan con material de cal y se esparcen con un esparcidor de cal especial.

Los productos granulados o peletizados también pueden almacenarse en una caja o en sacos grandes. Se pueden esparcir con la tecnología de esparcimiento de fertilizantes que se utiliza habitualmente en la explotación.

Para más información:

- https://nutriman.net/farmer-platform/product/id_321 (Francia)
- https://nutriman.net/farmer-platform/product/id_397 (Alemania)
- https://nutriman.net/farmer-platform/product/id_401 (Holanda)

